

*République Algérienne Démocratique et Populaire*

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

**Université A.MIRA-Béjaia**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département de Microbiologie**  
**Filière: Sciences Biologiques**  
**Option: Microbiologie Moléculaire et médicale**



Réf.....

## **Mémoire de Fin de Cycle**

En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

*Thème*

**Etude de la sensibilité aux antibiotiques des  
souches de *Staphylococcus aureus* et  
d'entérobactéries isolées du lait camelin**

Présenté par :

**BEN HANIA Oum Elkhir & KADIR Asma**

Soutenu le: 17/06/2017

Devant le jury composé de:

<b>BOUKTIT N.</b>	MAA	Présidente
<b>TOUATI A.</b>	Professeur	Encadreur
<b>KERAMANE B.</b>	MAA	Examinatrice

**Année universitaire : 2016/2017**

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à*

*Mes chers parents, mes sœurs et frères*

*A toute ma famille*

*A celui qui est tout le temps proche de moi, celui qui prend ma main et touche mon  
cœur*

*A tous mes amis*

*A toute la promotion Master MMM 2017*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

*Asma*

## *Dédicaces*

*Grace à la volonté de Dieu et avec beaucoup de courage et de patience je dédie ce travail :*

*A tous ceux qui me sont chers,*

*Mes parents,*

*Ma grand- mère,*

*Mes sœurs,*

*Mes frères,*

*Mon fiancé,*

*Mes amies,*

*À toute ma famille*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

***Oumelkhir***

## Remerciements

Nous exprimons toute notre gratitude à notre encadreur Pr. **TOUATI** qui nous a donné la chance de travailler sous sa direction, dont les encouragements et les conseils nous ont permis de réaliser ce travail.

Egalement nous voudrions remercier Melle **MAIRI** qui, par ses conseils, sa collaboration et son soutien moral, a contribué à la réalisation et à l'achèvement de ce travail.

Nous aimerons manifester toute notre reconnaissance la plus profonde à tous les membres du jury qui ont bien voulu accepter d'examiner ce travail.

Un grand merci sincère au Dr. **BENAISSA** le Directeur du centre de recherche scientifique et technique des régions arides de Touggourt ainsi que tout le personnel du centre pour leur accueil chaleureux au sein de leur équipe.

Nous tenons aussi à remercier vivement tous les éleveurs de chameaux qui nous ont accueillies et rendues service en nous permettant de réaliser cette recherche.

## Liste des Figures

<b>Figure 1 :</b> Test de Hodge modifié.....	<b>11</b>
<b>Figure 2 :</b> DD-test synergie.....	<b>11</b>
<b>Figure 3 :</b> Test de Catalase positif.....	<b>14</b>
<b>Figure 4 :</b> Test de DNase.....	<b>14</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b> Liste des antibiotiques testés pour les souches de <i>S.aureus</i> .....	<b>8</b>
<b>Tableau II :</b> Liste des antibiotiques testés pour les souches d'entérobactéries .....	<b>9</b>
<b>Tableau III:</b> Répartition des prélèvements .....	<b>11</b>
<b>Tableau IV:</b> Résultats d'identification des souches de <i>S.aureus</i> .....	<b>12</b>
<b>Tableau V:</b> Résultats de la sensibilité des souches de <i>S.aureus</i> isolées aux antibiotiques testés.....	<b>14</b>
<b>Tableau VI:</b> Résultats de la sensibilité des souches d'entérobactéries isolées aux antibiotiques testés, du test de Hodge modifié et du test de synergie .....	<b>15</b>

## Liste des abréviations

**BLSE** :  $\beta$ -lactamases à Spectre Etendu.

**BMR** : Bactérie Multi Résistante.

**C1G** : Céphalosporines de 1<sup>ème</sup> génération.

**C2G**: Céphalosporines de 2<sup>ème</sup> génération.

**C3G**: Céphalosporines de 3<sup>ème</sup> génération.

**C4G**: Céphalosporines de 4<sup>ème</sup> génération.

**CC** : complexe clonal.

**DD Test** : Double Disc Test.

**EPC** : Entérobactérie Productrice de Carbapénèmases.

**EUCAST** : European committee on Antimicrobial Susceptibility Testing.

**GC** : Gioletti Cantoni.

**KPC** : *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase.

**MBL**: métallob- $\beta$ -lactamases.

**NDM** : New Delhi métallob- $\beta$ -lactamases.

**PLP** : Protéine Liant Pénicilline.

**SARM** : *Staphylococcus aureus* Résistant à la Méthicilline.

**SCC *mec*** : Staphylococcal Cassette Chromosome *mec*.

**TSB** : Tryptic Soja Broth.

## Sommaire

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Sommaire**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Introduction générale..... 1**

### **Matériel et méthodes**

1. Echantillonnage.....	7
2. Isolement et identification des souches de <i>S.aureus</i> .....	7
2.1. Isolement à partir de lait .....	7
2.2. Isolement à partir des écouvillons nasaux et rectaux.....	8
3. Isolement et identification des souches d'entérobactéries.....	8
3.1. Isolement à partir de lait .....	8
3.2. Isolement à partir des écouvillons rectaux.....	9
4. Détermination de la sensibilité aux antibiotiques .....	9
5. Test de Hodge modifié .....	10
6. Recherche des $\beta$ -lactamases à spectre étendu chez les souches d'entérobactéries ..	11

### **Résultats**

1. Population étudiées.....	12
2. Souches bactériennes.....	13
3. Résultats de la sensibilité des souches de <i>S.aureus</i> aux antibiotiques .....	15
4. Résultats de la sensibilité des souches d'entérobactéries aux antibiotiques et du test de synergie.....	15
<b>Discussion et Conclusion.....</b>	<b>17</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>21</b>
<b>Annexes</b>	

## *Introduction générale*

Les zoonoses sont des infections et des maladies qui sont naturellement transmissibles de l'animal à l'Homme et inversement. La gravité de ces maladies chez l'Homme peut varier selon l'origine principale de l'infection (EFSA, 2008). La surveillance de l'antibiorésistance des bactéries d'origine animale permet de collecter un ensemble de données afin de caractériser les tendances, de détecter de nouveaux événements à l'origine d'une alerte, de documenter le niveau de résistance de différentes espèces bactériennes et enfin d'étudier l'émergence de nouveaux sérotypes dotés de profils de résistance aux antibiotiques (Chardon et Brugere, 2014).

Les agents antimicrobiens, en particulier les antibiotiques, sont des médicaments vétérinaires utilisés dans les élevages laitiers pour le traitement et la prévention de diverses maladies. Ils sont également utilisés pour améliorer les aliments et augmenter la production laitière. Ils sont aussi utilisés en tant que promoteurs de croissance (Sharma et *al.*, 2011). Néanmoins, des bactéries zoonotiques développent une résistance à ces agents antimicrobiens. L'émergence de ces bactéries résistantes aux antibiotiques est devenue un problème de santé publique mondiale qui touche la médecine humaine et vétérinaire (Chardon et Brugere, 2014).

Plusieurs auteurs ont observé que l'administration d'antibiotiques aux animaux laitiers, en particulier lorsque le lait est récolté, constitue un facteur majeur de sélection de bactéries multirésistantes (RESAPATH, 2013). Cette résistance bactérienne qui se produit chez ces animaux peut être transmise à l'Homme non seulement par la voie alimentaire, mais aussi par d'autres voies telles que l'eau ou la contamination de l'environnement ainsi que par contact direct avec les animaux (Mesfin, 2015).

La flore bactérienne commensale peut former un réservoir de gènes de résistance et elle peut être augmentée considérablement par le transfert horizontal d'éléments génétiques tels que des plasmides par conjugaison (EFSA, 2008). Parmi ces flores commensales, *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*) et les entérobactéries peuvent être à l'origine d'infections chez l'Homme et les animaux d'élevage.

Le chameau (*Camelus dromedarius*) demeure l'animal d'élevage le plus adapté aux régions arides et semi-arides d'Afrique et d'Asie (Siboukeur, 2007). Le dromadaire est aussi un animal laitier et sa vocation laitière bien que connue de longue date n'a intégré les circuits marchands que récemment (Faye et *al.*, 2014). Le

## *Introduction générale*

lait de chamelle est l'un des aliments les plus précieux pour les populations pastorales des régions arides et semi-arides. Au cours des dernières années, la consommation de lait de chamelle par la population urbaine a sensiblement augmentée (Bengoumi et Faye, 2015).

Le lait cru camelin peut contenir des microorganismes pathogènes et il peut occasionnellement jouer un rôle dans la transmission de ces bactéries pathogènes à l'Homme (Pal, 2012). Parmi les bactéries pathogènes les plus isolées du lait qui provoquent des maladies notables, on peut citer *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Brucella*, *S.aureus* et *Listeria* (Abera et al., 2016). Ces souches pathogènes pour l'Homme et l'animal, pouvant avoir acquis des résistances aux multiples antibiotiques, peuvent y proliférer (Bashir, 2014).

Cependant, la contamination du lait cru par des bactéries multirésistantes aux antibiotiques (BMR) peut constituer un risque potentiel pour la colonisation des consommateurs et des professionnels (Marshall et Levy, 2011). En raison de ce risque, l'évaluation de la qualité sanitaire et hygiénique du lait cru destiné à la consommation ou à la transformation est essentielle et doit être sévèrement contrôlée. Elle indique aussi si l'animal producteur est en bonne santé, et si la traite a été faite dans des conditions hygiéniques (Ghazi et Niar, 2011).

*S.aureus* est un microorganisme présent comme un commensal sur la peau, le nez et les muqueuses de l'Homme et des animaux en bonne santé, y compris les animaux d'élevage (Lozano et al., 2016). Cependant, il existe également des souches virulentes de *S. aureus* qui sont attribuées à la présence de facteurs de virulence incluant des protéines de surface, des toxines et des enzymes. En outre, ces souches ont la capacité de développer rapidement une résistance à n'importe quel antibiotique entrant dans l'utilisation clinique (Sabouni, 2014). Les infections causées par cet agent virulent peuvent varier d'une infection cutanée relativement mineure comme les furoncles et les cellulites à des maladies mortelles telles que l'endocardite et la septicémie. Il constitue également un agent pathogène principal de la mammite clinique et subclinique chez les animaux (Teshome et al., 2016).

En 1940, la pénicilline a été introduite pour le traitement des infections à *S.aureus* et en moins d'un an, des souches de *S.aureus* résistantes à la pénicilline ont fait leur apparition (Gomez, 2014). Cette résistance est médiée par le gène

## *Introduction générale*

plasmidique, *blaZ*, qui code pour la production d'une enzyme de  $\beta$ -lactamase (pénicillinase) qui hydrolyse le cycle  $\beta$ -lactame de la pénicilline et la rend inactive (Arumugam et al., 2017). En 1961, après l'émergence de cette enzyme, la méthicilline a été découverte et introduite en clinique pour traiter les infections causées par *S.aureus* résistant à la pénicilline. Cependant, durant la même période, des souches *S.aureus* résistantes à la méthicilline (SARM) ont été décrites, et sont devenues depuis la cause la plus fréquente des infections nosocomiales et communautaires dans le monde entier (Habib et al., 2015).

La résistance à la méthicilline chez *S.aureus* est liée à la production d'une protéine de liaison à la pénicilline modifiée 2a (PLP2a) additionnelle, qui est codée par le gène *mecA* ou *mecC* situé sur un élément génétique mobile appelé cassette chromosomique staphylococcique (*SCCmec*) (Paterson et al., 2014). La PLP2a possède une très faible affinité pour les  $\beta$ -lactamines et confère une résistance à la méthicilline et à toutes les  $\beta$ -lactamines (Pantosti, 2012).

La séquence du gène *mecA* est très conservée, alors que l'organisation structurelle de la cassette *SCCmec* montre des variations selon les isolats de SARM (Stéphanie et al., 2013). Les souches SARM associées à l'hôpital (SARM-H) sont le plus souvent multirésistantes portant généralement des cassettes *SCCmec* de type I, II et III qui leur confèrent des gènes de résistance à d'autres familles d'antibiotiques, tandis que, les isolats de SARM associées à la communauté (SARM-C) portant des cassettes *SCCmec* de type IV et V tendent à être plus virulentes et moins résistantes aux antibiotiques (Keenan et al., 2016).

L'épidémiologie de *S.aureus* chez les animaux a suscité de l'intérêt ces dernières années, non seulement en raison de leur importance dans la médecine vétérinaire et en raison de l'augmentation des épisodes infectieux causés par ce pathogène (en particulier par des souches de *S.aureus* résistantes à la méthicilline (SARM)), mais aussi en raison de l'émergence d'un clone associé aux élevages (SARM-L) et leur potentiel zoonotique de plus en plus démontré (Lozano et al., 2016).

La souche de SARM-L du complexe clonal CC398 a été identifiée premièrement chez les animaux d'élevage en Europe (Ce clone portant le gène *mecC* qui est à 70% homologue avec le gène *mecC* et il portant aussi des cassettes *SCCmec*

## *Introduction générale*

de type IV ou V. Les souches de SARM-L ont été aussi identifiées chez personnes en contact avec les animaux (Zogg et al 2016).

La transmission des souches de SARM-L des animaux à l'Homme et leur introduction dans la chaîne alimentaire sont un problème de santé publique qui continue à augmenter dans le monde entier. Cette transmission dépendra du niveau de contact entre les humains et les animaux, tandis que l'introduction dans la chaîne alimentaire se fera par le biais d'animaux colonisés (Mai-siyama et *al.*, 2014).

Le premier rapport de SARM dans les animaux d'élevage a été publié au début des années 1970, lorsque ces bactéries ont été isolées de lait de vaches laitières atteintes de mammite en Belgique (Petinaki et Spiliopoulou, 2012).

Les entérobactéries sont aussi des microorganismes présents dans la flore intestinale normale de l'Homme et des animaux. Elles sont responsables d'infections variées incluant des infections urinaires, septicémies, pneumonies, infections hépato-digestives, etc. Ainsi, les entérobactéries sont considérées comme la source la plus commune d'infections acquises en milieu communautaire et hospitalier (Dortet et *al.*, 2013).

Cette flore intestinale possède la propriété de se disséminer facilement via une transmission manuportée ou via une contamination de l'eau et des aliments, y compris dans la chaîne alimentaire. Elle a aussi la capacité d'acquérir aisément du matériel génétique par transfert horizontal de gènes (Toleman et Walsh, 2011).

Plusieurs mécanismes de résistance aux  $\beta$ -lactamines ont été décrits chez les entérobactéries parmi eux la production d'enzymes telles que les  $\beta$ -lactamases à Spectre Étendu (BLSE) et la céphalosporinase plasmidique qui ont émergées depuis les années 1980 et se sont disséminées chez la majorité des espèces d'entérobactéries. Ces enzymes hydrolysent la majorité des  $\beta$ -lactamines (Pénicilline, C1G, C2G, C3G et C4G) sauf les carbapénèmes. Les bactéries productrices de ces enzymes sont associées à des infections sévères en cliniques. Le traitement de ces infections a été lié à l'utilisation de plus en plus répandue de carbapénème, une classe majeure d'antibiotiques (Hawkey et Livermore, 2012).

Les carbapénèmes (imipénème, ertapénème, méropénème et doripénème) sont une classe d'antibiotiques appartenant à la famille des  $\beta$ -lactamines et ayant le spectre

## *Introduction générale*

d'activité antimicrobienne le plus large (Doi et Paterson, 2015). L'excellente activité antibactérienne de ces carbapénèmes est liée à la rapidité de leur pénétration à travers la paroi externe des bacilles à Gram négatif et à leur stabilité vis-à-vis de la plupart des  $\beta$ -lactamases naturelles ou acquises dont les céphalosporinases et les BLSE (Livermore et *al.*, 2007).

Cependant ces dernières années, des souches d'entérobactéries résistantes aux carbapénèmes par la production de carbapénèmases (EPC) ont été signalées dans le monde entier. Les carbapénèmases sont des enzymes qui inactivent un grand nombre de  $\beta$ -lactamines et leur spectre d'hydrolyse est variable selon le type d'enzyme (Nordmann et *al.*, 2012). Une grande variété de carbapénèmases a été identifiée chez les entérobactéries et elle appartient aux trois classes moléculaires d'Ambler, dont la classe A, avec en particulier les enzymes de type KPC (*Klebsiella pneumoniae carbapenemase*), la classe B regroupant les métallo- $\beta$ -lactamases (MBL p.ex. NDM), et la classe D des oxacillinases incluant les enzymes de type OXA-48 (Dautzenberg et *al.*, 2014).

Les gènes responsables de ce mécanisme de résistance sont situés sur un support plasmidique ou associés à des éléments génétiques mobiles (séquences d'insertion, intégrons ou transposons). Ces éléments contribueraient fortement à la diffusion inter-espèces de ces gènes, ce qui conduit à une propagation rapide des EPC autant dans les milieux de soins que dans la collectivité (Sakarikou et *al.*, 2017). Ces EPC ont causé des infections difficiles à traiter et peuvent limiter très fortement les possibilités thérapeutiques (Carmeli et *al.*, 2010).

Cependant, les enquêtes sur les EPC chez les animaux d'élevage sont limitées. La surveillance active de ces bactéries résistantes aux carbapénèmes dans la chaîne alimentaire est nécessaire de toute urgence, avec un suivi accru et rigoureux de tous les résultats positifs (Woodford et *al.*, 2014).

Des travaux récents signalant la présence de ces BMR dans les produits alimentaires (lait de vache, fruits et légumes) ont été rapportés par l'équipe du Pr Touati (Yaici et *al.*, 2016 et Touati et *al.*, 2017). Cependant à l'échelle nationale aucun travail n'a été rapporté sur la présence de ces BMR dans le lait camelin cru et la colonisation des chameaux par ces BMR

## ***Introduction générale***

Les objectifs de la présente étude sont de déterminer la sensibilité aux antibiotiques des souches de *S.aureus* et d'entérobactéries isolées de lait camelin, et de détecter la présence des souches de SARM et d'EPC, ainsi que d'évaluer le taux de portage de ces souches chez le cheptel camelin.

### **1. Échantillonnage**

Notre travail a été réalisé au sein de deux laboratoires : le Laboratoire de Centre de Recherche Scientifique et Technologique des Régions Arides (CRSTRA) de Touggourt et le Laboratoire d'Ecologie Microbienne de l'Université A-Mira Bejaia, pendant une période de deux mois, allant du 12 février au 12 avril 2017.

Cette étude a été conduite sur 56 chameaux « *Camelus dromedarius* » en stade de lactation et en bonne santé appartenant à cinq troupeaux de dromadaires tirés au hasard de trois régions sahariennes (Ouargla, El-oued et Biskra) qui sont caractérisées par une implantation non négligeable de l'élevage de dromadaires (Annexes I). Pour chacune des chameaux, trois prélèvements (lait, écouvillonnage nasal et écouvillonnage rectal) ont été effectués et conservés immédiatement dans une glacière et transportés aussitôt au laboratoire du centre de recherche dans un délai ne dépassent pas 24h pour être analysés.

Nous avons soumis à chaque éleveur un questionnaire portant sur ses pratiques de traite, l'état de santé des chameaux et les stades de lactation (Annexes II).

Il est à noter que les souches de *S.aureus* ont été recherchées dans les 3 types de prélèvements, alors que les souches d'entérobactéries ont été recherchées dans les prélèvements de lait et les prélèvements rectaux.

### **2. Isolement et identification des souches de *S.aureus***

Le protocole d'isolement des souches que nous avons utilisé est celui mis au point par Mlle MAIRI Assia dans le cadre de sa thèse de doctorat au niveau du laboratoire d'Ecologie Microbienne.

#### **2.1. Isolement à partir du lait**

Un volume de 200µl de lait a été introduit dans 180µl de bouillon Gioletti Cantoni (GC) additionné tellurite de potassium (Liofilchem, Italie). Quelques gouttes d'huile de paraffine ont été ajoutées pour créer l'anaérobiose. Après incubation à 37°C/24 à 48h, les tubes présentant un noircissement au fond ont été ensemencés sur gélose Chapman (Annexes IV). Après incubation à 37°C/24 à 48h, les colonies

présentant les caractères cultureux de *S.aureus* (colonies jaunes entourées d'une zone jaune brillante) ont été repiquées sur la gélose Chapman pour être purifiées.

### **2.2. Isolement à partir des écouvillons nasaux et rectaux**

Pour les prélèvements nasaux et rectaux, un pré-enrichissement a été fait en introduisant chaque écouvillon dans 1ml de bouillon Trypticase Soja (TSB) (Institut Pasteur, Alger) puis incubé à 37°C/24h. Après l'incubation, un volume de 180 µl de bouillon GC a été ensemencé avec 50 µl du bouillon de pré-enrichissement. Le reste de la procédure est le même que celle suivie pour le lait.

En plus des caractères morphologiques, l'identification des souches présomptives de *S.aureus* a été effectuée sur la base de la coloration de GRAM, Catalase et DNase:

- **Coloration de Gram**

La coloration de Gram a été effectuée à partir des colonies prélevées de la gélose Chapman. Les souches de *S.aureus* apparaissent après la coloration sous forme de cocci Gram + en diplocoques et en grappes de raisin.

- **Recherche de la catalase**

Un ose de culture bactérienne a été prélevé; puis placée sur une lame contenant une goutte de peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Une réaction positive se traduit par l'observation d'une effervescence.

- **Recherche de la DNase**

A partir d'une culture pure, la gélose à ADN a été ensemencée avec une anse pleine sous forme d'une strie. Nous avons inclus un témoin négatif (*Staphylococcus epidermidis*), ainsi qu'un témoin positif (*S.aureus* Méti (S) ATCC 29213). Les boîtes ont été incubées à 37°C/18 à 24 h. Après incubation, les boîtes ont été inondées avec du HCl 1 N. Après 5 à 10 minutes de contact, l'excès de HCl a été éliminé. Les souches DNase (+) sont entourées d'une zone claire autour de la strie.

### 3. Isolement et identification des souches d'entérobactéries

#### 3.1. Isolement à partir du lait

A partir de chaque échantillon de lait un volume de 100 µl a été ensemencé sur la gélose Mac Conkey (Annexes IV). Après incubation à 37°C/24 à 48h, un repiquage a été effectué à partir des boîtes positives afin de purifier les souches.

#### 3.2. Isolement à partir des écouvillons rectaux

Pour les prélèvements rectaux l'isolement se fait à partir de la suspension de pré-enrichissement indiqué ci-dessus. Un volume de 50 µl de cette dernière a été ensemencée sur la gélose Mac Conkey et incubée à 37°C/24 à 48h. Après incubation, les boîtes positives ont été purifiées.

### 4. Détermination de la sensibilité aux antibiotiques

L'étude de la sensibilité aux antibiotiques a été réalisée par la méthode de diffusion sur gélose Mueller-Hinton (MH) selon les recommandations du comité Européen de l'antibiogramme (l'EUCAST, 2017). Les antibiotiques testés ont été déposés sur gélose MH préalablement ensemencée par écouvillonnage à partir d'un inoculum bactérien de 10<sup>8</sup> UFC/ml. L'incubation a été faite à 37°C/18 à 24h. Les tableaux I et II donnent respectivement les antibiotiques testés pour les souches de *S.aureus* et d'entérobactéries.

L'interprétation des diamètres des zones d'inhibition a été effectuée selon les recommandations de l'EUCAST, 2017.

**Tableau N° I :** Liste des antibiotiques testés pour les souches de *S.aureus*

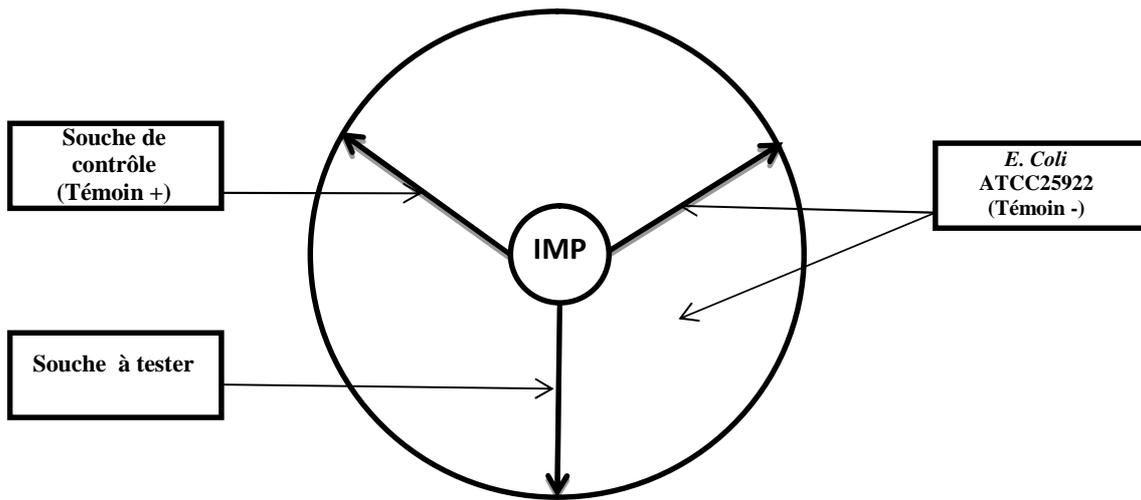
Antibiotique	Abréviation	Charge (µg)	Famille	Diamètres critiques (mm)	
				S	R
Céfoxitine	FOX	30	β-lactamines	≥22	≤21
Oxacilline	OXA	5	β-lactamines	≥13	≤10
Vancomycine	VAN	30	Glycopeptides	≥21	≤15
Ciprofloxacine	CIP	5	Fluoroquinolones	≥21	≤15
Clindamycine	DA	2	Lincosamides	≥22	<19
Rifampicine	RA	5	Rifamycine	≥20	≤16

**Tableau N° II** : Liste des antibiotiques testés pour les souches d'entérobactéries

Antibiotique	Abréviation	Charge (µg)	Famille	Diamètres critiques (mm)	
				S	R
<b>Méropénème</b>	MER	10	β-lactamines	≥22	<16
<b>Céfoxitine</b>	FOX	30	β-lactamines	≥19	<15
<b>Gentamycine</b>	GEN	10	Aminosides	≥17	<14
<b>Tétracycline</b>	TET	30	Tétracycline	≥15	<11
<b>Ciprofloxacine</b>	CIP	5	Fluoroquinolones	≥22	<19
<b>Amikacine</b>	AK	30	Aminosides	≥16	<13
<b>Céfotaxime</b>	CTX	5	β-lactamines	≥20	<17
<b>Céftazidime</b>	CAZ	30	β-lactamines	≥22	<17
<b>Amoxicilline-clavulanate</b>	AMC	10+20	β-lactamines	≥19	<19
<b>Aztréonam</b>	ATM	30	β-lactamines	≥24	<21
<b>Triméthoprimé et Sulphaméthoxazole</b>	SXT	1,25+23,73	Sulfamides	≥16	<13

## 5. Test de Hodge modifié

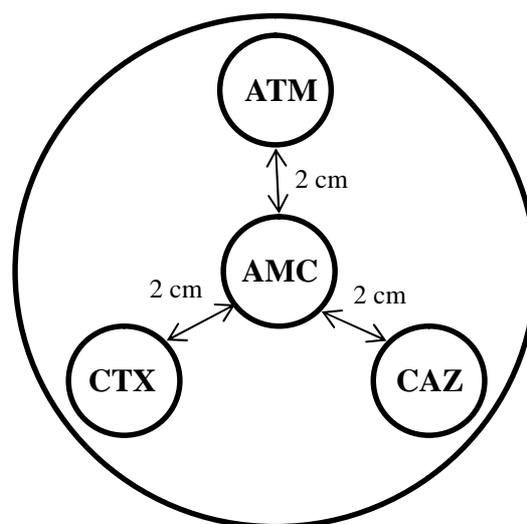
Après avoir ensemencé une gélose Mac Conkey avec une souche de référence sensible aux carbapénèmes (*E.coli* ATCC25922), un disque d'imipénème (IMP, 10µg) a été appliqué au centre de la boîte. La souche à tester, le témoin négatif (*E. coli* ATCC25922) et le témoin positif (*E. coli* NMD-5) ont été ensuite ensemencés sur la gélose sous forme de stries déposées à partir de disque d'imipénème jusqu'à la périphérie de la boîte (Figure 1). Après 24h d'incubation à 37°C, la production d'une carbapénémase se traduit par une distorsion de la zone d'inhibition autour du disque d'imipénème (Lee et *al.*, 2010).



**Figure 1:** Test de Hodge modifié

## **6. Recherche des $\beta$ -lactamases à spectre étendu chez les souches d'entérobactéries**

Un disque d'amoxicilline-Acide clavulanique a été déposé au centre d'une gélose MH préalablement ensemencée avec la souche à tester. Autour de ce disque trois autres disques d'antibiotiques (Ceftazidime, Céfotaxime et Aztréonam) ont été déposés à 20 mm du disque central (Figure 2). Après incubation à 37°C/24h, les souches productrices de BLSE ont été détectées par la visualisation d'un élargissement de la zone d'inhibition (bouchon champagne) entre le disque AMC et ceux de CAZ, CTX et ATM.



**Figure 2 :** DD-test synergie

**1. Population étudiée**

Durant notre étude, 56 chammelles ont été incluses. Parmi elles, 40 (71,42%) étaient au début de lactation, huit (14,29%) en mi- lactation et huit (14,29%) en fin de lactation. Toutes ces chammelles étaient en bonne santé (aucun signe de mammite clinique n'a été décelé). Le Tableau N° III montre les différentes informations recueillies pour chaque élevage.

**Tableau N° III : Répartition des prélèvements**

<b>Echantillon</b>	<b>Nombre</b>	<b>Date</b>	<b>Lieu</b>	<b>Stade de lactation</b>	<b>Système d'élevage</b>	
<b>1</b>	Lait	8	12/02/2017	Ouargla (Hassi-Messaoud)	fin - lactation	Extensif
	nasal	5				
	fécal	5				
<b>2</b>	Lait	8	18/02/2017	El-oued (Bayada)	mi- lactation	semi-intensif
	nasal	8				
	fécal	8				
<b>3</b>	Lait	17	04/03/2017	Ouargla (Ain Beida)	début - lactation	semi-intensif
	nasal	17				
	fécal	17				
<b>4</b>	Lait	3	22/03/2017	Ouargla (Touggourt)	début - lactation	Extensif
	nasal	3				
	fécal	3				
<b>5</b>	Lait	20	23/03/2017	Biskra (Bire Naame)	début - lactation	semi-intensif
	nasal	20				
	fécal	20				

## Résultats

### 2. Souches bactériennes

A partir de 56 échantillons de lait cru de chamelles analysés, aucune souche de BMR (SARM et EPC) n'a été isolée durant notre étude.

A propos des prélèvements nasaux et fécaux, les résultats obtenus ont été aussi négatifs pour la présence des souches de SARM et d'EPC.

En revanche, cinq isolats présomptifs de *S.aureus* ont été isolés, mais après l'identification de ces isolats nous avons obtenu seulement trois souches qui ont été confirmées comme appartenant à *S.aureus* (Tableau N° IV, Figure 03 et Figure 04). Ces souches ont été isolées de trois prélèvements différents et de trois chamelles différentes donnant des prévalences de 1,8% (1/56) dans le lait, 1,9% (1/53) pour le portage nasal et 1,9% (1/53) pour le portage rectal.

En plus, neuf souches d'entérobactéries ont été isolées des prélèvements fécaux avec une prévalence de 17% (9/53). Malheureusement ces souches n'ont pas pu être identifiées faute de moyens.

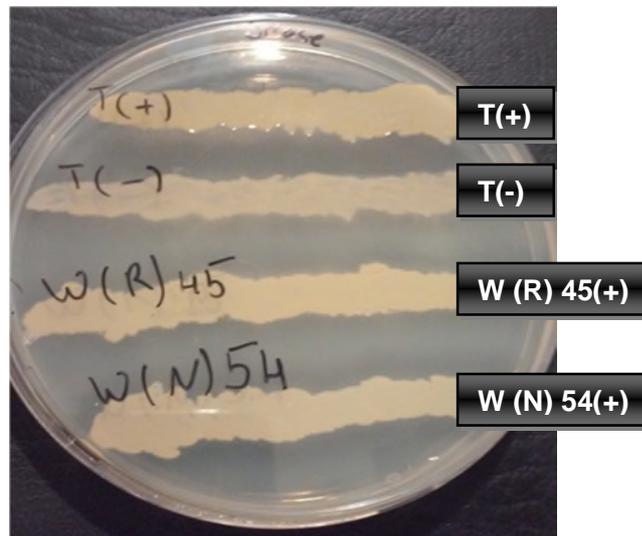
**Tableau N° IV** : Résultats d'identification des souches de *S.aureus*

Code	W (L) 50	W (R) 45	W (N) 45	W (N) 54	W (N) 55
<b>GRAM</b>	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
<b>Catalase</b>	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
<b>DNase</b>	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)
<b>Identification</b>	<i>S.aureus</i>	<i>S.aureus</i>	Non <i>S.aureus</i>	<i>S.aureus</i>	Non <i>S.aureus</i>

## Résultats



**Figure 3 :** Test de Catalase positif



**Figure 4 :** Test de DNase

### 3. Résultats de la sensibilité des souches de *S.aureus* aux antibiotiques

Les résultats de la sensibilité des trois souches de *S.aureus* sont résumés dans le tableau N°V. Toutes les souches de *S.aureus* sont sensibles à l'oxacilline et aux autres antibiotiques. Il est à noter que la clindamycine n'a été testée que pour une seule souche car elle n'était pas disponible.

**Tableau N° V** : Résultats de la sensibilité des souches de *S. aureus* isolées aux antibiotiques testés

Code	FOX	OXA	VAN	CIP	DA	RA
<b>W (L) 50</b>	26(S)	22(S)	19(S)	21(S)	NT	19(S)
<b>W (R) 45</b>	33(S)	32(S)	16(S)	30(S)	27(S)	22(S)
<b>W (N) 54</b>	27(S)	24(S)	17(S)	28(S)	NT	23(S)

#### Légende :

NT : Non testé, FOX : Céfoxitine, OXA : Oxacilline, VAN : Vancomycine, RA : Rifampicine, CIP : Ciprofloxacine, DA: Clindamycine, S : sensible.

### 4. Résultats de la sensibilité des souches d'entérobactéries aux antibiotiques, du test de Hodge modifié et du test de synergie

Les résultats de la sensibilité des neuf souches d'entérobactéries sont résumés dans le tableau N° VI. Il est à noter que toutes les souches d'entérobactéries sont sensibles au méropénème et aux autres antibiotiques sauf une seule souche **W (R) 42** qui est résistante à la tétracycline.

Les neuf souches d'entérobactéries ont montré que chacun des " test de Hodge modifié" et "test de synergie" est négatif. Cela indique qu'aucune souche n'est productrice de carbapénèmases ou de BLSE (Tableau VI).

## *Résultats*

**5. Tableau N° VI :** Résultats de la sensibilité des souches d'entérobactéries isolées aux antibiotiques testés, du test de Hodge modifié et du test de synergie

Code	MER	SXT	GEN	TET	CIP	AK	AMC	CTX	CAZ	FOX	ATM	Test Hodge modifié	DD-Test
<b>W (R) 4</b>	30(S)	23(S)	21(S)	20(S)	30(S)	18(S)	25(S)	24(S)	26(S)	21(S)	30(S)	Négatif	Négatif
<b>W (R) 33</b>	31(S)	27(S)	21(S)	23(S)	34(S)	24(S)	27(S)	29(S)	25(S)	26(S)	31(S)	Négatif	Négatif
<b>W (R) 36</b>	27(S)	24(S)	17(S)	20(S)	31(S)	18(S)	24(S)	28(S)	24(S)	24(S)	30(S)	Négatif	Négatif
<b>W (R) 39</b>	32(S)	26(S)	20(S)	19(S)	29(S)	20(S)	24(S)	26(S)	22(S)	21(S)	27(S)	Négatif	Négatif
<b>W (R) 40</b>	30(S)	24(S)	19(S)	20(S)	29(S)	23(S)	23(S)	26(S)	22(S)	23(S)	28(S)	Négatif	Négatif
<b>W (R) 41</b>	31(S)	23(S)	18(S)	20(S)	29(S)	20(S)	22(S)	26(S)	22(S)	23(S)	27(S)	Négatif	Négatif
<b>W (R) 42</b>	33(S)	26(S)	19(S)	6(R)	29(S)	25(S)	25(S)	27(S)	25(S)	25(S)	34(S)	Négatif	Négatif
<b>W (R) 53</b>	35(S)	25(S)	25(S)	24(S)	33(S)	25(S)	32(S)	35(S)	29(S)	26(S)	36(S)	Négatif	Négatif
<b>W (R) 56</b>	30(S)	25(S)	19(S)	22(S)	38(S)	21(S)	25(S)	29(S)	22(S)	22(S)	28(S)	Négatif	Négatif

**Légende :**

**MER :** Méropénème, **SXT :** Triméthoprime-sulfaméthoxazole, **GEN :** Gentamycine, **TET :** Tétracycline, **CIP :** Ciprofloxacine, **AK :** Amikacine, **AMC :** Amoxicilline-clavulante, **CTX :** Céfotaxime, **CAZ :** Céftazidime, **FOX :** Céfoxitine, **ATM :** Aztréonème, **DD-Test :** double disc test, **S :** sensible, **R :** résistante.

## *Discussion et conclusion*

La résistance bactérienne aux antibiotiques se développe rapidement dans le monde et devient un problème crucial non seulement pour la médecine humaine, mais aussi pour la médecine vétérinaire. L'émergence de cette résistance chez les animaux et leurs produits a mis en lumière l'intérêt considérable du transfert potentiel de résistance à la population humaine via la chaîne alimentaire (Vasquez et *al.*, 2017).

La surveillance de la résistance aux antibiotiques des bactéries zoonotiques et commensales chez les animaux producteurs de denrées alimentaires et leurs aliments est une condition préalable à la compréhension de l'émergence et de la diffusion de la résistance (EFSA, 2014).

Compte tenu du contexte de cette étude que nous avons évoqué précédemment dans le chapitre matériel et méthodes, ce travail connaît certaines limites parmi lesquelles l'absence d'une enquête préliminaire suffisante qui aurait permis de mieux connaître l'état clinique des chamelles dans les élevages étudiés, ainsi que les conditions difficiles dans lesquelles les analyses bactériologiques ont été réalisées peuvent être à l'origine de légères différences dans les résultats obtenus qui sont à prendre comme des ordres de grandeur plutôt que comme des résultats précis.

Durant notre étude, la colonisation par les BMR (EPC et SARM) a été négative pour toutes les chamelles dans les trois types de prélèvements (lait cru, écouvillonnages nasaux et rectaux). Cela ne signifie nullement l'absence de ces BMR dans les élevages camelins en Algérie du fait que notre étude a inclus un échantillon faible (56) qui n'est pas représentatif.

La prévalence nulle de SARM obtenue pour l'échantillon de lait cru a été précédemment rapportée par Mahima et Alka (2016) en Inde, Teshome et collaborateurs (2016) en Ethiopie, Al-Juboori et collaborateurs (2013) en Jordanie et Alqurashi et collaborateurs (2013) au Soudan. Le niveau de contamination du lait avec des souches de SARM peut varier selon l'emplacement géographique et la saison de prélèvement ainsi que la végétation sur laquelle la population de chameaux en zone désertique est alimentée (Mahima et Alka, 2016).

L'absence de portage rectal de SARM donné par Al-Thani et Al-Ali (2012) est similaire au résultat de notre étude. Tandis que Mai-siyama et *al* (2014) ont rapporté un taux de portage nasal de 1,9% au moment où le notre est négatif.

## *Discussion et conclusion*

D'une manière générale, chez les animaux de compagnie qui impliquent beaucoup plus de contact avec l'Homme, l'acquisition des souches de SARM est principalement d'origine humaine. Tandis que l'élevage d'animaux traditionnels, y compris les chameaux implique beaucoup moins de contact avec les animaux que le bétail d'élevage intensif (Marina, 2008).

*S.aureus* a été classé comme le microorganisme le plus fréquent ou le deuxième plus fréquemment isolé des infections des pis chez les chameaux (Abdel Gadir et al., 2005). Au cours de notre étude nous avons obtenu un taux de 1,8% de *S.aureus* dans le lait cru qui est proche à celui rapporté par Ebrahim et collaborateurs en 2013 (3,3%, 1/30) sur des chammelles en bonne santé. Alors qu'il est relativement faible par rapport à ceux rapportés par plusieurs auteurs : Mahima et Alka (8%, 5/62), Teshome et collaborateurs (6,5%, 4/62), et Valerie (5,4%, 9/162). Cependant ces taux peuvent être plus élevés chez les chammelles présentant une mammite, comme cela a été rapporté par plusieurs auteurs : Al-Juboori et al., 2013(14,2%, 23/162) et Alqurashi et al., 2013 (36%, 9/25).

La présence de *S.aureus* dans le lait camelin cru permet de révéler de la suspicion d'une mammite subclinique. Ce qui peut présenter un risque potentiel pour la santé du consommateur en particulier en cas de présence des souches enterotoxiques (Zarei et al., 2014). Alors que peu d'informations sont disponibles sur l'occurrence et la toxicité potentielle de cette espèce bactérienne dans le lait de chameau (Rahimi et Alian, 2013).

Un taux de portage de *S.aureus* 1,9% (1/53) a été obtenu dans chacun des deux sites nasal et rectal. Le portage nasal est plus faible que celui signalé par Mai-siyama et al., 2014 (17,6%) alors que le portage fécal est supérieur à celui rapporté par Al-Thani and Al-Ali, 2012 (0%). Ce portage peut constituer un risque potentiel de transmission aux personnes qui sont en contact avec ces animaux.

Concernant la prévalence nulle des souches d'EPC que nous avons obtenue dans le lait cru et dans les prélèvements fécaux, nous n'avons pas pu faire la comparaison car aucun article n'a été trouvé dans la littérature.

La prévalence des entérobactéries obtenue dans le lait est aussi nulle. Ce résultat est en accord avec celui obtenu par Valerie (2007) et Alamin et collaborateurs (2013).

## ***Discussion et conclusion***

Cependant, dans plusieurs enquêtes sur le lait de chameaux, les prévalences des entérobactéries rapportées sont contradictoires : Abera et collaborateurs (2016) ont rapporté un taux de 25%, Al-Juboori et collaborateurs (2013) ont rapporté un taux de 5,6% et Saleh et Faye (2011) ont rapporté un taux de 30%. Malgré cette prévalence nulle, la présence des entérobactéries dans le lait cru pourrait être due à une contamination croisée avec des microorganismes pathogènes soit par contamination fécale, soit par excrétion directe du pis dans le lait (El-Ziney et Al-Turki, 2007).

Le taux de potage fécal d'entérobactéries obtenu est d'environ 17%. Cette valeur est similaire à celle rapportée par Al-Thani et Al-Ali en 2012. Cette présence peut constituer un risque potentiel pour les consommateurs de lait et peut être à l'origine de mammite chez les chamelles.

Parallèlement, selon Van et collaborateurs (2005), le lait de dromadaire contient un système inhibiteur naturel qui empêche la croissance bactérienne pendant les 2 à 3 premières heures. Si le lait est refroidi dans ce délai à 4 ° C, il maintient presque sa qualité d'origine. Mais sa qualité dépend de la nutrition et de la santé de l'animal (Abera et *al.*, 2016).

D'autre part, Barbour et *al* (1984) et Rahem (2016) ont mis en évidence l'inhibition des bactéries pathogènes par le lait camelin qui est caractérisé par son activité antimicrobienne due à la présence de protéines protectrices (Lysozyme, lactopéroxydase, lactoferrine et autres).

Des études montrent que les modèles de sensibilité des souches de *S.aureus* isolées du lait camelin à l'agent antimicrobien sont variables dans le monde entier ; mais les isolats étaient généralement sensibles à la kanamycine, ciprofloxacine, vancomycine, et gentamicine (Teshome et *al.*, 2016). La souche de *S.aureus* isolée du lait dans la présente étude a montré une grande sensibilité aux antibiotiques testés. Cette sensibilité est comparable aux résultats obtenus dans une étude similaire réalisée par Teshome et collaborateurs (2016).

Les souches d'entérobactéries ont également montré une grande sensibilité aux antibiotiques testés.

Cette sensibilité aux antibiotiques de ces souches peut être due à l'utilisation moins fréquente de ces antibiotiques dans les services vétérinaires des zones d'étude.

## *Discussion et conclusion*

Cela permet de suggérer que ces antibiotiques pourraient être utilisés comme traitement de la mammité dans les élevages de chameaux dans les zones d'études.

Sur la base des résultats de cette étude, nous pouvons affirmer que la prévalence des souches de SARM et d'EPC chez les cheptels camelins peut être considérée comme relativement nulle ou très faible pour les zones géographiques étudiées. Cependant une surveillance continue est nécessaire pour lutter contre ce phénomène de multirésistance.

En perspectives, ces résultats restent préliminaires et nécessitent d'être approfondis par :

- Un échantillonnage plus large et sur une période plus importante,
- Une enquête préliminaire suffisante incluant les antibiotiques utilisés dans les élevages camelins,
- Une détection rapide de ces souches BMR afin de prendre plus vite les mesures préventives et thérapeutiques appropriées vis à vis de cet élevage.

## *Références bibliographiques*

- **Abdel Gadir A E, Hildebrandt G, Kleer J N, Molla B, Kyule M et Baumann M.** (2005). Prevalence and risk factors of camel (*Camelus dromedarius*) mastitis based on bacteriological examinations in selected regions of Ethiopia. *J Camel Pract Res.* **12**, 33-36.
- **Abera T, Yoseph L, Behar M et Befekadu U.** (2016). Bacteriological quality of raw camel milk along the market value chain in Fafen zone, Ethiopian Somali regional state. *BMC Res Notes.* **9**, 1-6.
- **Alamin A, Alqurashi A, Elsheikh A et Yasin T.** (2013). Mastitis incidence and bacterial causative agents isolated from lactating she-camel (*Camelus dromedaries*). *IOSR J Agri Vet Sci.* **2**, 7-10.
- **Al-Juboori A.A, Kamat N.K et Sindhu J.I.** (2013). Prevalence of some mastitis causes in dromedary camels in Abu Dhabi, United Arab Emirates. *Iraq J Vet Sci.* **27**, 9-14.
- **Alqurashi, A. M, Alamin M. A, Elsheikh A. S et Yasin T. E.** (2013). Sensitivity of bacterial isolates from mastitic She-camel (*Camelus dromedaries*) to antibiotics. *J Am Sci.* **9**, 47-52.
- **Al-Thani R. F et Al-Ali F.** (2012). Incidences and antimicrobial susceptibility profile of *Staphylococcus* species isolated from animals in different Qatari farms. *Afri J Microbiol Res.* **6**, 7454-7458.
- **Arumugam G, Periasamy H et Maneesh P.** (2017). *Staphylococcus aureus*: Overview of Bacteriology, Clinical Diseases, Epidemiology, Antibiotic Resistance and Therapeutic Approach. Chapter from the book *Frontiers in Staphylococcus aureus*. In Tech Open. **10**, 1-28.
- **Barbour E.K., Nabbut N.H., Frerichs W.N. et AL nakhli H.M.** (1984). Inhibition of pathogenic bacteria by camel's milk; relation to whey lysozyme and stage of lactation. *J Food Protect.* **47**, 838-840.
- **Bashir M. E.A .A.** (2014). Studies on Clinical, Aetiological and Antibiotic Susceptibility of Mastitis in She-camel (*Camelus dromedarius*) in Butana area, Sudan. Sudan University of Science and Technology. Thesis master of Veterinary Medicine. 100.
- **Ben aissa M.** (1989). Le dromadaire en Algérie. Options Méditerranéennes – Série Séminaires. **2**, 19-28.
- **Bengoumi M et Faye B.** (2015). Production laitière cameline au Maghreb. *CIHEAM.* 1-4.

## *Références bibliographiques*

- **Carmeli Y, Akova M et Cornaglia G.** (2010) Controlling the spread of carbapenemase-producing Gram-negatives: therapeutic approach and infection control. *Clin Microbiol Infect.* **16**,102-111.
- **Chardon H et Brugere H.** (2014). Usages des antibiotiques en élevage et filières viandes. *Cen Inf Viand.* 36.
- **Dautzenberg MJ, Ossewaarde JM, Kraker ME, van der Zee A, van Burgh S, de Greeff SC, Bilmer HA, Grundmann H, Cohen Stuart JW, Fluit AC, Troelstra A et Bonten MJ.** (2014). Successful control of a hospital-wide outbreak of OXA-48 producing Enterobacteriaceae in the Netherlands, 2009 to 2011. *Euro Surveill.* **19**, 20-723.
- **Doi. Y et Paterson D.L.** (2015). Carbapenemase-Producing Enterobacteriaceae. *Semin Respir Crit Care Med.***36**, 74–84.
- **Dortet L. POIREL L et NORDMANN P.** (2013). Épidémiologie, détection et identification des entérobactéries productrices de carbapénèmases. *feuilles de Biologie* **312**, 1-12.
- **Gomez E.S.** (2014). *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pseudintermedius* in animals: molecular epidemiology, antimicrobial resistance, virulence and zoonotic potential. Thesis doctoral con Mention international Logrono. 402.
- **El-Ziney M. G et Al-Turki A. I.** (2007). Microbiological Quality and Safety Assessment of Camel Milk (*Camelus Dromedaries*) In Saudi Arabia (Qassim Region) .*Applied Eco Env Res.* **5**, 115-122.
- **European Committee for Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) of the European Society of Clinical Microbiology and Infection Disease (ESCMID).** (2017).Dermination of minimum inhibitory concentration (MICs) of antibacterial agents by agar dilution. *Clin Microbiol Infect.* **6**, 509-15.
- **European Food Safety Authority (EFSA) and European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC).** (2014). The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic agents and Food-borne Outbreaks in 2012. *EFSA J.* **12**, 336.
- **European Food Safety Authority (EFSA).** (2008). Report from the Task Force on Zoonoses Data Collection including guidance for harmonized monitoring and reporting of antimicrobial resistance in commensal *Escherichia coli* and *Enterococcus spp.* from food animals. *EFSA J.* **141**, 1-44.

## *Références bibliographiques*

- **Faye B, Hassani M, Sageed A et El-Rouili H.** (2014). Camel milk value chain in Northern Saudi Arabia. *Emir J Food Agric.* **26**, 359-365.
- **Ghazi K et Niar A.** (2011). Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la Wilaya de Tiaret (Algérie). Institut des Sciences Vétérinaires, Université Ibn –Khaldoun de Tiaret. **4**, 193-196.
- **Habib F, Kamboh K. K. M. A, Rind R et Burrero R.** (2015). Antimicrobial Susceptibility Profile of *Staphylococcus aureus* Isolates Recovered from Various Animal Species. *J Anim Health Prod.* **3**,99-103.
- **Hawkey P.M et Livermore D.M.** (2012). Carbapenem antibiotics for serious infections. *BJM.* **344**,1-7.
- **Keenan A. L, Joan A, Geoghegan R M et Loughlin M.** (2016). The Role of *Staphylococcus aureus* Virulence factors in Skin Infection and Their Potential as vaccine Antigens. *Pathogens.* **5**, 1-17.
- **Lee K, Kim CK, Young D,Jeong SH, Yum JH, Seo YH, Docquier JD et Chong Y.** (2010). Improved performance of the modified Hodge test with Mac conkey agar for screening carbapénèmases producing Gram-negative bacilli. *J Microbiol Methods.* **83**, 149-152.
- **Livermore DM, Canton R, Gniadkowski M, Nordmann P, Rossolini GM, Arlet G, Ayala J, Coque TM, KernZdanowicz I, Luzzaro F, Poirel L et Woodford N.** (2007). CTXM: changing the face of ESBLs in Europe. *J Antimicrob Chem.* **59**, 165-74.
- **Lozano C, Haythem G, Karim B. S, Myriam Z et Carmen T.** (2016). *Staphylococcus aureus* in Animals and Food: Methicillin Resistance, Prevalence and Population Structure. A Review in the African Continent. *Microorganisms.* **4**, 1-19.
- **Mahima Verma et Alka Prakash.** (2016) Incidence of Coagulase positive *Staphylococcus* in raw camel milk from different regions of India: A possible threat to Diabetic Consumers. *Adv. Appl. Sci. Res. Pelagia Res Library.* **7**, 121-126.
- **Mai-siyama I.B, Okon K.O, Adamu N.B, Askira U.M, Isyaka T.M, Adamu S.G et Mohammed A.** (2014). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) colonization rate among ruminant animals slaughtered for human consumption and contact persons in Maiduguri, Nigeria. *Afr J Microbiol. Res* **8**, 2643-2649.

## *Références bibliographiques*

- **Marina M.** (2008). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and animals: zoonosis or humanosis? *J. Antimicrob Chemother.* **62**, 1181-1187.
- **Marshall B. M et Levy S. B.** (2011). Food animals and antimicrobials: impacts on human health. *Clin. Microbiol Rev.* **24**, 718-733.
- **Mesfin Z.** (2015). Hygienic practices, bacteriological quality of cow milk and its public health importance along the dairy value chain in sidama high lands of southern Ethiopia. A Thesis submitted to the College of Veterinary Medicine and Agriculture of Addis Ababa University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Veterinary Public Health. 81.
- **Nordmann P, Girlich D et Poirel L.** (2012). Detection of carbapenemase producers in *Enterobacteriaceae* using a novel screening medium. *J Clinical Microbiol.* **50**, 2761-2766.
- **Pal M.** (2012). Public health hazards due to consumption of raw milk. *The Ethiopian Herald March.* **14**, 10-17.
- **Pantosti A.** (2012). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* associated with animals and its relevance to human health. *Frontiers in microbial.* **3**, 1-12.
- **Paterson G. K., Harrison E. M et Holmes M. A.** (2014). The emergence of *mecC* methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Trends. Microbiol.* **22**, 42-47.
- **Petinaki E et Spiliopoulou I.** (2012). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among companion and food-chain animals: impact of human contacts. *Clin Microbiol Infect.* **18**, 626-634.
- **Rahem E et AL-Zaiadi.** (2016). In vitro Evaluation of Antimicrobial Activities of the Filtrate product of milk of the camel. *MRVSA 5 (Special issue) 1st Iraqi colloquium on camel diseases and management.* **5**, 39-47.
- **Rahimi E et Alian F.** (2013). Presence of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in cow, camel, sheep, goat, and buffalo bulk tank milk. *Vet Arch.* **83**, 23-30.
- **Réseau d'épidémiologie-surveillance de l'antibiorésistance de bactéries pathogènes animales (Réspath).** (2013). évolution du réseau et des résistances depuis dix ans. *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation.* **53**, 16-19.

## *Références bibliographiques*

- **Sabouni F, Mahmoudi S, Bahador A, Pourakbari B ,Reihaneh H. S. R, Taghi H. A. M, Nikmanesh B et Amishi S.** (2014) .Virulence Factors of *Staphylococcus aureus* Isolates in an Iranian Referral Children's Hospital. *Osong public Health Res Perspect.* **5**, 96-100.
- **Sakarikou C , Ciotti M, Dolfa C, Angeletti S et Favalli C.** (2017). Rapid detection of carbapénèmases-producing *Klebsiella pneumonia* strains derived from blood cultures by Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) *BMC Microbiology.* **17**, 46-54.
- **Saleh S et Faye B.** (2011) Detection of subclinical mastitis in dromedary camels (camelus dromedaries) using somatic cell counts, California mastitis test and udder pathogen. *Emir J Food Agric.* **23**, 48-58.
- **Sharma Deepansh Sharma, Pradeep Kumar Sharma et Anjali Malik.** (2011). Prevalence and Antimicrobial Susceptibility of Drug Resistant *Staphylococcus aureus* in Raw Milk of Dairy Cattle. **14.** 466-470.
- **SIBOUKEUR O.** (2007). Etude du lait camelin collecte localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation, thèse de doctorat, institut national agronomique El-Harrach-Algérie. 135.
- **Stéphanie N, Sophie R, Argudín M. A, Freddy H et Patrick B.** (2013) Characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from healthy carrier chickens, *Avian Pathology.* **42**, 342-346.
- **Teshome B. T, Genene T, Bizuayehu B et Abebe M.** (2016). Prevalence and antimicrobial susceptibility pattern of *Staphylococcus aureus* from raw camel and goat milk from somali region of Ethiopia. *Ethiopian Biodiversity Institute. Afric. J. Microbiol. Res.* **10**, 1066-1071.
- **Toleman M.A et Walsh T.R.** (2011). Combinatorial events of insertion sequences and ICE in Gram-negative bacteria. *FEMS Microbiol Rev.* **35**, 912-935.
- **Touati A, Mairi A, Baloul Y, Lalaoui R, Bakour S ,Thighilt L, Gharout A et Rolian J-M .**(2017).First detection of *Klebsiella pneumonia* producing OXA-48 in fresh vegetable from Bejaia city, Algeria *J Glob Antimicrob Resist.* **9**, 17-18.
- **Valérie E.** (2007). Hygienic status of camel milk in Dubai (United Arab Emirates) under two different milking management systems. Thesis doctoral.

## *Références bibliographiques*

Veterinary Faculty Ludwig-Maximilians-Universität München. Cen Vet Rese Labo. 101.

- **Van S, Green, L.E., Guzman D, Esparza H et Tadich N.** (2005): Risk factors for bulk milk somatic cell counts and total bacterial counts in smallholder dairy farms in the 10th region of Chile. *Preventive Vet Med.* **67**, 1-17.
- **Vásquez-J L, Ramírez N. F, Akineden Ö et Fernández-S. J.A.** (2017). Presence of extended-spectrum beta-lactamase (ESBL) producing Enterobacteriaceae in bulk-tank milk of bovine dairy farms in Antioquia, Colombia. *Rev Colomb Cienc Pecu.* **30**, 85-100.
- **Woodford .Neil, David W. Wareham, Beatriz Guerra et Christopher Teale.** (2014). Carbapenemase-producing Enterobacteriaceae and non-Enterobacteriaceae from animals and the environment:an emerging public health risk of our own making? *J Antimicrob Chemother.* **69**,287-291.
- **Yaici L, Haenni M, Saras E, Boudehouche, Touati A et Madec J-Y.** (2016). blaNDM-5-carrying IncX3 plasmid in Echerichia coli ST1284 isolated from raw milk collected in a dairy farm in Algeria. *J Antimicrob Chemother.***71**, 2671-2672
- **Zarei Y.B.A, Khomeiri M, Mahounak A.S et Jafari S.M.** (2014). Hygienic Quality of Camel Milk and Fermented Camel Milk (*Chal*) in Golestan Province, Iran *J Microbiol Res.* **2**, 98-103.
- **Zogg A. L, Zurfluh K, Nüesch-Inderbinen M et Stephan R.** (2016). Characteristics of ESBL-producing Enterobacteriaceae and Methicillinresistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolated from Swiss and imported raw poultry meat collected at retail level. *ASMV.* **6**, 451-456.

## Résumé

L'objectif de notre étude est d'étudier la sensibilité aux antibiotiques de souches de *Staphylococcus aureus* et d'entérobactéries isolées du lait de camelin.

Trois prélèvements (lait cru, écouvillonnage nasal et écouvillonnage rectal) ont été recueillis de 56 chamelles en lactation tirés au hasard de trois régions sahariennes en Algérie pour isoler et identifier les *S.aureus* et les entérobactéries. L'étude de la sensibilité aux antibiotiques a été réalisée par la méthode de diffusion sur gélose Mueller Hinton.

Aucune souche de *Staphylococcus aureus* résistantes à la méthicilline (SARM) ou d'entérobactéries productrices de carbapénèmases (EPC) n'a été isolée. Cependant trois souches de *S.aureus* (1.9%) ont été isolées de trois prélèvements différents. Neuve souches d'entérobactéries (17%) ont été isolées des prélèvements fécaux. Toutes les souches de *S.aureus* sont sensibles aux antibiotiques testés. Les souches d'entérobactéries sont aussi sensibles aux antibiotiques testés sauf une seule souche (11.1%) est résistante à la tétracycline.

Bien que la prévalence des SARM et EPC soit nulle, la présence de ces bactéries dans le lait cru de chamelle peut constituer un risque pour la santé de la population.

**Mots-clés :** antibiorésistance, *S.aureus*, Entérobactéries, lait camelin cru, portage.

## Abstract

The aim of our study is to isolate *S.aureus* and *Enterobacteriaceae* from camel raw milk and to determine their antimicrobial susceptibility pattern.

Raw milk, nasal and fecal samples were collected from 56 randomly selected lactating camels in Algerian livestock producing pastoralists' areas for isolation and identification of *S.aureus* and *Enterobacteriaceae*. Antibiotic susceptibility was performed on the whole *S. aureus* and *Enterobacteriaceae* isolates by disk diffusion method.

Neither methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) nor carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae* (CPE) strains were isolated. However three *S.aureus* strains (1.9%) were isolated, one strain per each sample type. Nine *Enterobacteriaceae* strains (17%) were isolated from the fecal samples. All the isolates of *S.aureus* are sensitive to the tested antibiotics. *Enterobacteriaceae* isolates are sensitive to the tested antibiotics except one strain (11.1%) which is resistant to tetracycline.

Although frequency of MRSA and CPE is negative, the presence of these resistant bacteria in raw camel milk may constitute a public health risk.

**Keywords:** antibiotic resistance, *S.aureus*, *Enterobacteriaceae*, raw camel milk, carriage.