I.Entérobactéries

1. Définition

Les entérobactéries constituent une famille bactérienne hétérogène regroupant un grand nombre d'espèces au niveau phénotypique, ce sont des bacilles à Gram négatif (BGN), de diamètre 0,5 µm sur 3 µm, droits, mobiles par ciliature péritriche chez la majorité des Entérobactéries courantes (*Escherichia, Proteus, Salmonella*) ou immobiles (*Klebsiella, Shigella* spp, *Yersinia*), non sporulés, aéro-anaérobies, fermentent le glucose avec ou sans production de gaz et réduisent le nitrate en nitrite (sauf quelques *Erwinia*) **[1] [4].**

2. Habitat

Le nom d'entérobactéries a été donné parce que ces bactéries sont en général des hôtes normaux ou pathologiques, suivant les espèces microbiennes, du tube digestif de l'homme et des animaux. Mais ce caractère écologique n'est pas exclusif des Entérobactéries pouvant proliférer en abondance dans l'environnement (sols et eaux) et participer aux grands cycles de dégradation des matières organiques **[2].**

3. Taxonomie

Les entérobactéries constituent un grand groupe de bactéries. La création de ce groupe a été proposée par Rahn en 1937 qu'il dénomma *Enterobacteriaceae.* Actuellement, les entérobactéries sont classées sur la base du séquençage des ARNr 5S et 16 S selon le **tableau 01.**

Tableau 01 : Ordre taxonomique des entérobactéries.

Domaine	Phylum XII	Classe	Ordre	Famille
Enterobacteria	*Proteobacteria*	*Gamma proteobacteria*	*Enterobacteriales*	*Enterobacteriaceae*

On dénombre 53 genres et plus de 170 espèces; certains genres comme *Citrobacter, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella, Proteus, Shigella et Yersinia* sont plus fréquemment isolés en bactériologie clinique **[5].**

Tableau 02 : Classification d'espèces d'entérobactéries courantes et rares [6].

	Genres	Espèces
Entérobactéries Courantes	*Escherichia*	Six espèces: *Escherichia coli...*
	Salmonella	*Salmonella bongori, S. enterica, S. subterranean...*
	Shigella	Quatre espèces : *Shigella dysenteriae, S. flexneri, S. sonnei, S. boydii.*
	Citrobacter	Douze espèces : *Citrobacter freundii, C. youngae, C. braakii, C. koseri...*
	Klebsiella	Quatre espèces : *Klebsiella pneumoniae, K. pneumoniae subsp. ozaenae...*
	Enterobacter	Quatorze espèces : *Enterobacter aerogenes, E. cloacae, E. sakazakii...*
	Hafnia	Espèce unique *: Hafnia alvei*
	Serratia	Onze espèces *: Serratia marcescens subsp. marcescens, S. odorifera, S. rubidaea...*
	Proteus	Six espèces : *Proteus vulgaris, P. mirabilis, P. penneri...*
	Morganella	Une espèce : *Morganella morganii subsp. Morganii*
	Providencia	Cinq espèces : *Providencia alcalifaciens, P. stuartii, P. rettgeri...*
	Yersinia	*Onze espèces : Yersinia pestis, Y. enterocolitica subsp. enterocolitica, Y. pseudotuberculosis...*
	Erwinia	Onze espèces
Entérobactéries rare ou récemment décrites	*Cedecea*	
	Ewingella	
	Pantoea	
	Rahnella	
	Budvicia	
	Buttiauxella	
	Kluyvera	
	Leclercia	
	Moellerella	
	Trabulsiella	
	Yokenella	
	Edwardsiella	
	Leminorella	
	Obesumbacterium	
	Pragia	
	Photorhabdus	
	Tatumella	
	Xenorhabdus	

4. Paroi

La paroi est composée de la membrane externe et de l'espace périplasmique **(Figure 1)**; ce dernier est constitué d'un élément majeur, le peptidoglycane; on y trouve également les PLP (protéines liant les pénicillines), cibles des antibiotiques comme les β-lactamines.

Cette paroi donne sa forme aux bactéries; elle constitue une interface d'échanges avec le milieu extérieur et surtout les protègent contre toutes agressions extérieures.

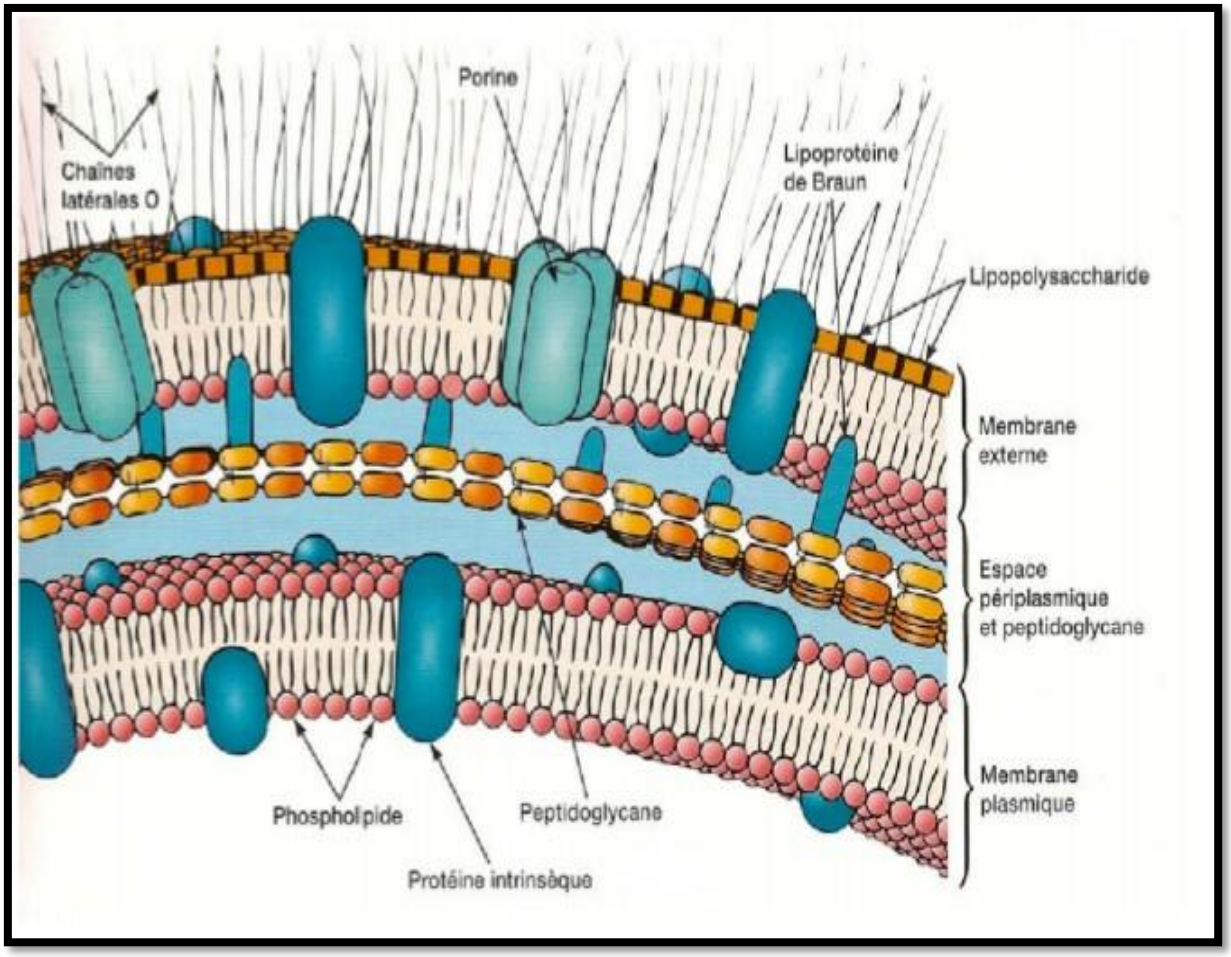


Figure 01 : Paroi des bactéries à Gram négatif [7].

4.1. Espace périplasmique

Il correspond à la zone située entre la membrane externe et la membrane plasmique. Il comprend notamment le peptidoglycane et les PLP.

- **Peptidoglycane**

Contrairement aux bactéries Gram positif, les BGN comme les Entérobactéries possèdent une couche mince de peptidoglycane, qui représente 5 à 10 % du poids de la paroi.

- **Protéines liant les pénicillines**

Ce sont des enzymes (transpeptidases et carboxypeptidases) associées à la face externe de la membrane cytoplasmique, leur rôle est d'assurer la synthèse du peptidoglycane. Ces enzymes sont la cible des antibiotiques comme les ß- lactamines.

4.2. Membrane externe

La membrane externe est la couche externe de l'enveloppe bactérienne. Elle sert de barrière de protection contre les antibiotiques et d'autres substances toxiques susceptibles de lyser ou d'endommager la bactérie et elle empêche la perte des constituants comme les enzymes périplasmiques.

- **Porines**

Elles représentent l'un des constituants de la membrane externe. Elles sont constituées par l'assemblage de 3 protéines qui s'insèrent au sein de la membrane, formant ainsi des canaux étroits au sein desquels pourront traverser de nombreux antibiotiques actifs sur les entérobactéries.

- **Lipopolysaccaharides**

Ils constituent un élément majeur de la membrane externe. Ils sont constitués par trois éléments: le lipide A, les polysaccharides centraux et la chaine latérale O **[7].**

5. Caractères culturaux

Les Entérobactéries se développent rapidement sur des milieux ordinaires, en particulier le milieu de Mac Conkey ou BCP (pourpre de bromocrésol) et la gélose SS (*Salmonella- Shigella*) ; dont le temps de division moyen varie de 20 à 40 min. Elles sont facilement cultivables sur de milieux de culture à pH neutre, dans un intervalle de (18-24 h) **[8].**

La température optimale de croissance est de 35 à 37 °C, à l'exception des *Yersinia* (30-37°C), des *Erwinia* (27-30°C) mais la culture est possible entre 20 et 40 °C **[7] [9].**

Sur gélose, on peut obtenir différentes formes :

- Les formes S (smooth) : les colonies sont lisses, bombées, brillantes et humides, elles ont 2 à 4 mm de diamètre.
- Les formes R (rough) : les colonies sont rugueuses, sèches, à contours irréguliers et de teint mate, elles s'observent surtout avec les souches ayant subi plusieurs repiquages **[10].**

6. Caractères biochimiques

Les principaux genres d'entérobactéries peuvent être distingués par certains caractères biochimiques **(tableau 03) [11].**

Tableau 03 : Caractères distinctifs biochimiques des entérobactéries les plus fréquemment rencontrées [11].

	Escherichia	*Citrobacter*	*Enterobacter*	*Klebsiella*	*Serratia*	*Salmonella*	*Shigella*	*Proteus*	*Providencia*	*Yersinia*
Lactose	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
ONPG	+	+	+	+	+	-	+/-	-	-	+
Indole	+	-	-	+/-	-	-	+/-	+/-	+	+/-
VP (Acétoïne)	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+*
Citrate	-	+	+	+	+	+/-	-	+/-	+	-
Mobilité	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+*
Urée	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+
PDA	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
H_2S	-	+/-	-	-	-	+	-	+/-	-	-

* à 20°C seulement

ONPG : Ortho **N**itro **P**hényl **G**alactopyranoside, **VP : V**oges **P**roskauer, **PDA: P**hénylalanine **D**ésaminase

7. Caractères antigéniques

Les entérobactéries possèdent différents antigènes; on distingue surtout les antigènes (Ag) O, H et plus rarement K.

- **Antigènes O ou somatiques:** Ag de paroi toujours présents, correspondent aux polyosides fixés sur les lipopolysaccharides (LPS), très toxiques, ils sont thermostable**s** (résistants 2 heures à un chauffage à 100 °C) et à l'alcool **[9] [12].**
- **Antigènes H ou flagellaires:** constitués de protéine spécifique dénommée flagelline, ils sont thermolabiles **[9],** détruits par l'alcool à 50 % et par les enzymes protéolytiques, ils n'existent que chez les souches mobiles **[13].**
- **Antigènes K ou capsulaires:** généralement constitués d'une couche externe de polysaccharides, thermolabiles qui entourent la paroi de certaines entérobactéries **[14] [15] [16].**

- **Antigéne de kunin** : Ag commun dénommé ECA (*Enterobacterial* common Antigen). Il n'existe que chez les entérobactéries et, de ce fait, a un intérêt taxonomique. Sa présence chez les *Yersinia* a permis d'inclure ce genre dans la famille des entérobactéries **[17].**

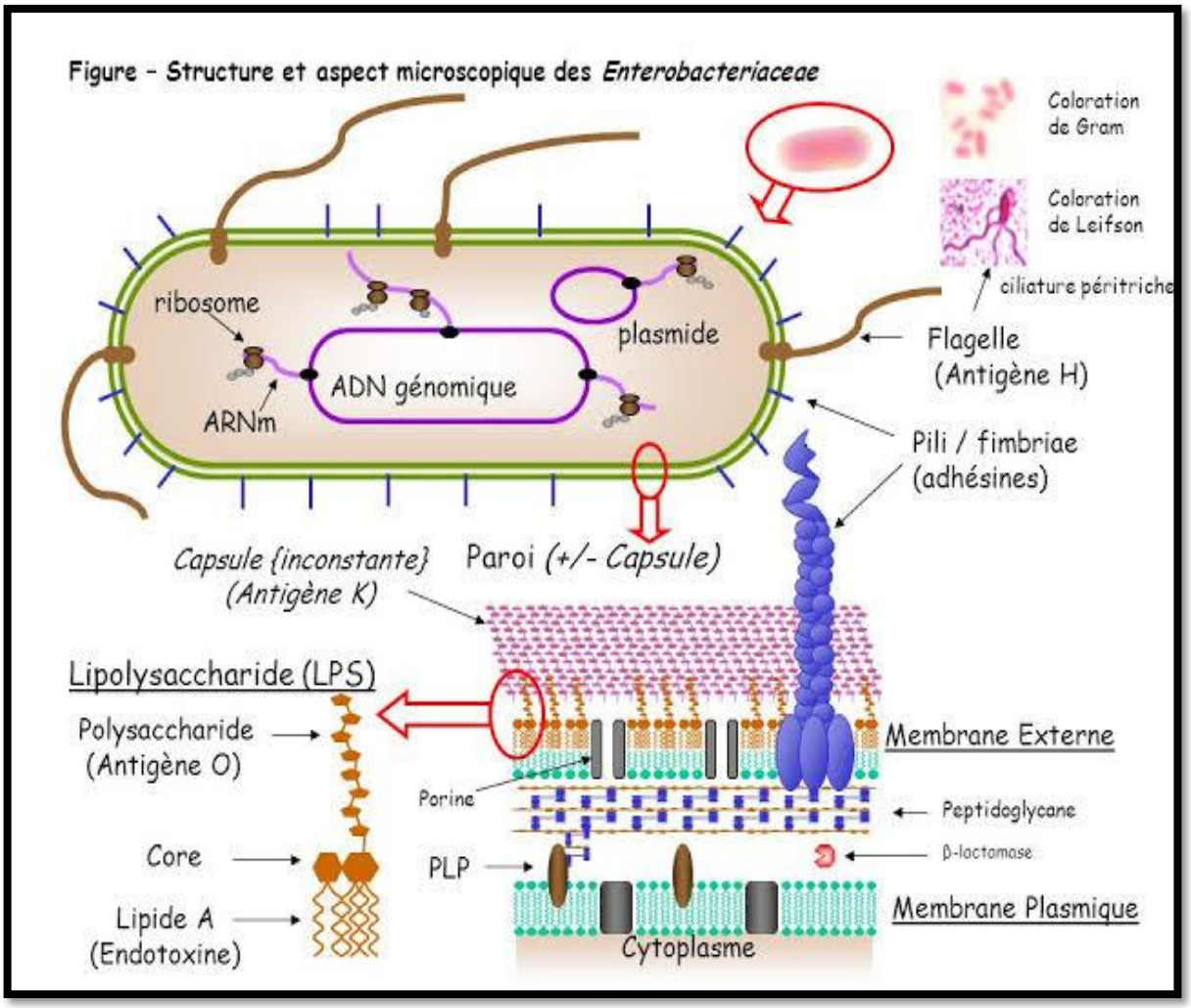


Figure 02 : Structure et aspect microscopique des *Entérobacteriaceae* et différents types d'antigènes [18].

8. Principaux genres

8.1. *Escherichia*

Il comprend 5 espèces: l'espèce type est *E. coli* qui représente la quasi-totalité des isolats humains **[18].** C'est une bactérie assez grande (1-1,5 sur 2-6 µm), isolée par Escherich en 1885**[19].**

- **Habitat**

E .coli fait partie de la microflore intestinale de tous les animaux, y compris les humains. C'est un commensal de l'intestin; il représente 80% de la flore intestinale aérobie.

Il se trouve en abondance dans les matières fécales à raison de 10^8 germe / g de fèces. De là, il se répand dans la nature: sol et eaux. Sa présence dans le milieu environnant signe toujours une contamination fécale **[20].**

- **Pouvoir pathogène**

Chez l'homme, la colonisation par *E .coli* peut être responsable d'un nombre varié de pathologies comme les infections urinaires, les infections digestives (diarrhée, infections hépatobiliaires), les méningites néonatales et les septicémies **[21].**

8.2. *Klebsiella*

Le nom *Klebsiella* provient du nom du bactériologiste Klebs en 1877 **[22].** Il s'agit d'un bacille immobile, de 0,3 à 1,0 µm de diamètre sur 0,6 à 6 µm de longueur, d'aspect muqueux des colonies.

- **Habitat**

C'est une bactérie ubiquitaire, fréquemment isolée de l'environnement (eau usées, sol) et de la flore commensale du tube digestif et des voies respiratoires supérieures **[19].**

- **Pouvoir pathogène**

Chez l'homme *K. oxytoca* et *K. pneumoniae subsp. pneumoniae* sont responsables d'infections diverses: infections suppuratives, infections biliaires, infections hépatiques, infections intra-abdominales. Certaines souches de *K. pneumoniae subsp. pneumoniae* sont responsable des diarrhées chez le jeune enfant **[23]** et des infections respiratoires, urinaires au deuxième rang après *E. coli* **[12].**

8.3. *Enterobacter*

Selon le manuel de Bergy's, le genre *Enterobacter* proposé par Hormaeche et Edward en 1960. Les espèces du genre *Enterobacter* sont des bacilles droits de 0,6 à 1 µm de diamètre sur 1,2 à 3 µm de longueur, ils se présentent de manière isolée, groupée ou en courtes chainettes **[24].**

- **Habitat**

Les espèces du genre *Enterobacter* peuvent être trouvées dans l'environnement naturel tel que le sol, l'eau et la végétation, également dans une vaste gamme de produits alimentaire (viande, poissons, œufs, produits laitiers et confiseries) **[3]** ou commensales du tube digestif de l'homme et des animaux **[25].**

- **Pouvoir pathogène**

Enterobacter est un pathogène opportuniste responsable en milieu hospitalier surtout, d'infections urinaires, de bactériémies, de méningites ou de suppurations diverses **[25]** et des infections respiratoires, des endocardites et des infections intra abdominales **[26].**

8.4.*Salmonella*

Le premier bacille de *Salmonella* agent de la fièvre typhoïde fut observé en 1880 par Eberth dans des coupes de rate et de ganglion lymphatique. La culture in vitro de cette bactérie fut mise au point par Gaffky en 1884. Cette bactérie est de2 à 5 µm de longueur et de 0,7 à 1,5 µm de largeur,elle est mésophile et mobile grâce à des flagellespéritriches.Les colonies sont généralement rondes, lisses et ont un diamètre de 2 à 3 mm**[28] [29].**

- **Habitat**

Le réservoir naturel est constitué par le tube digestif des espèces contaminées: mammifères (y compris l'homme), volailles, reptiles, escargots, grenouilles, animaux de compagnie (chiens et chats)… etc. Les déjections de ces espèces peuvent contaminer le sol et/ou l'eau **[1].**

- **Pouvoir pathogène**

Les salmonelles peuvent donner lieu à trois types de manifestations cliniques :

- Des formes bactériémiques, strictement humaines, qui sont les fièvres typhoïde et paratyphoïde dues à *Salmonella Typhi* et *Salmonella Paratyphi* (A, B et C). Ces maladies sont à déclaration obligatoire **[30].**
- Des toxi-infections alimentaires donnant lieu à des gastro-entérites dues à tous les autres sérovars mais également à *Salmonella Paratyphi* B et C.
- Des manifestations extra-digestives **[31].**

8.5.*Shigella*

Ces bactéries furent décrites la première fois par Chantemesse et Widal en 1888, qui les avaient isolé des sels de malade présentant un syndrome dysentérique**[1].** Ce genre nommé *Shigella* en l'honneur du bactériologiste japonais Kijoshi SHIGA qui a découvert le bacille de la dysenterie en 1897 **[32].** Ce sont des bactéries immobiles et non capsulées, elles sont très prochesd'*E.coli***[33] [34].**

- **Habitat**

Les shigelles sont des bactéries strictement humaines, elles ne font pas partie de la flore intestinale normale; on ne les retrouve que chez les malades, les convalescents et les rares porteurs sains. Elles peuvent survivre relativement longtemps dans les milieux externes: 10-11 jours dans les matières fécales, 8 jours sur les vêtements des malades et 2-3 jours dans l'eau **[35].**

- **Pouvoir pathogène**

Les shigelles provoquent chez l'adulte des colites infectieuses et chez l'enfant de gastro-entérites sévères avec diarrhée mucopurulente et sanglante, fièvre et déshydratation **[5].** Les moins rares maladies sont des infections urinaires, des formes bactériémiques, des arthrites et des méningites **[36].**

8.6.*Citrobacter*

Ce sont des entérobactéries ayant en commun la capacité d'utiliser le citrate comme seule source de carbone

- **Habitat**

Les *citrobacter* sont des commensaux du tube digestif de l'homme et des animaux qu'on peut isoler des urines et des sécrétions respiratoires.

- **Pouvoir pathogène**

Les *Citrobacter* sont des pathogènes opportunistes, qu'on peut isoler au cours d'infections urinaires ou pulmonaires. Elles ont été signalées comme responsables de méningo-encéphalites néonatales. Mais elles sont rarement responsables d'infections sauf chez les sujets immunodéprimés **[9].**

8.7.*Yersinia*

Anciennement appelées *Pasteurella,* les *Yersinia* ont été incluses dans la famille des entérobactéries en 1974 **[9].** Ces bactéries ont une croissance plus lente que celle des autres entérobactéries, elles ont toutes un tropisme pour les tissus lymphoïdes, ce genre comprend 3 espèces pathogènes pour l'homme **[37] [38].**

- **Habitat**

Yersinia est une bactérie ubiquitaire, qu'on peut trouver dans l'environnement (eau, sol) ou chez les animaux (rongeur, porc … etc.).

- **Pouvoir pathogène**

Yersinia est responsable d'entérocolite chez le jeune enfant, d'adénite mésentérique chez l'adolescent et l'adulte jeune. Les formes septicémiques sont plus rares et surviennent sur un terrain fragilisé, immunodéprimé et des manifestations cliniques variées ont été décrites (abcès profonds, endocardite, méningite ….) **[1].**

8.8.*Serratia*

Ce sont des bactéries très protéolytiques, liquéfiant la gélatine, et produisent une lipase.On distingue 10 espèces dans ce genre **[38].**

- **Habitat**

D'une manière générale, les espèces du genre *Serratia* sont isolées des plantes (légumes,champignons), on les trouve aussi dans le tube digestif de l'homme, des rongeurs, des insectes, ainsi que dans le sol et l'eau. *Serratia* est capable aussi de se développer sur des aliments tels que le pain, la viande et le lait **[39].**

- **Pouvoir pathogène :**

Les espèces de *Serratia* sont des agents pathogènes opportunistes. Elles sont à l'origine d'une multitude d'infections, dont la bactériémie, la pneumonie, les infections liées aux cathéters intraveineux, l'ostéomyélite, l'endocardite **[40].**

II. Antibiotiques

1. Définition

Les antibiotiques sont des molécules à activité antibactérienne, capable de détruire les microorganismes ou du moins de limiter de manière significative leur multiplication. Ils sont soit d'origine biologique (β-lactamines, aminosides, macrolides, polypetides), semi-synthétiques ou synthétiques (sulfamides, quinolones).

2. Modes d'action

Les ATB agissent spécifiquement sur des cibles moléculaires perturbant une étape essentielle du métabolisme des bactéries (synthèse protéique, synthèse des acides nucléiques, synthèse de la paroi, réplication, transcription, désorganisation de la membrane) **[41]. (Figure 03)[42].**

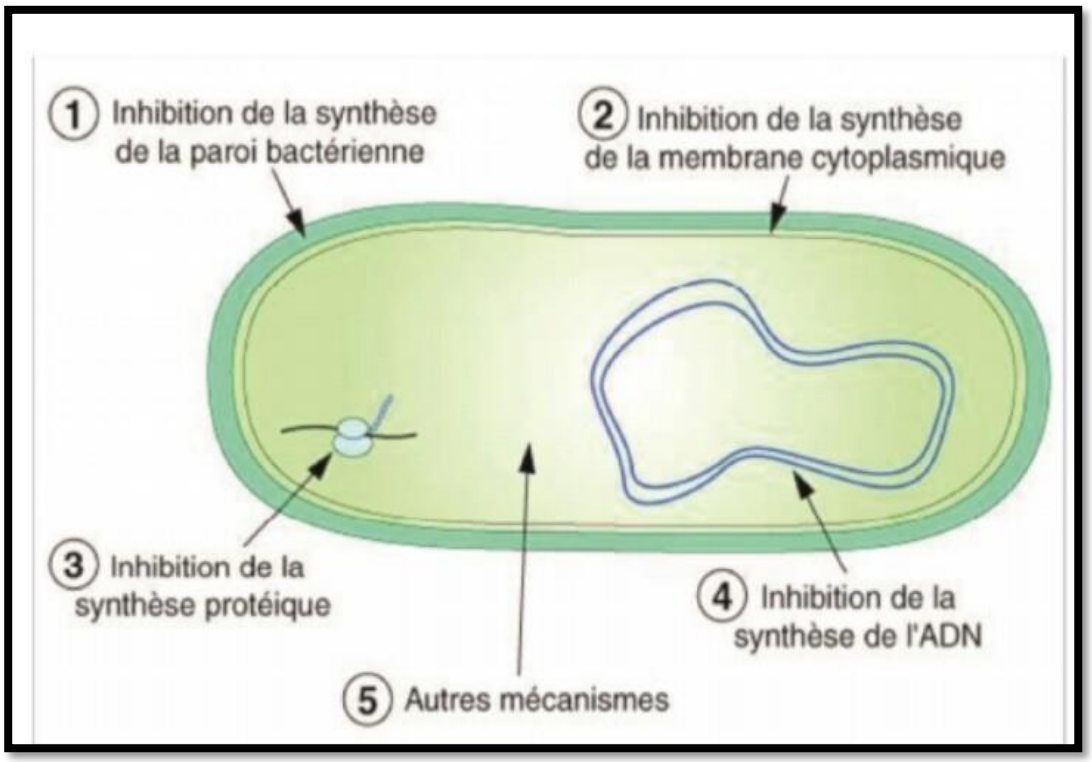


Figure 03: Mode d'action des antibiotiques.

3. Résistance aux antibiotiques

D'un point de vue strictement bactériologique, une souche bactérienne devient résistante lorsqu'elle peut croitre en présence d'une concentration d'antibiotique plus élevée que la concentration qui inhibe normalement les souches sensibles de l'espèce **[1]**

4. Types de résistance

Les entérobactéries sont soit naturellement résistantes soit elles ont une résistance acquise :

4.1. Résistance naturelle

Son mécanisme sur le génome bactérien est constant dans un taxon et est généralement chromosomique. Elle correspond à la résistance de toutes les souches d'une même espèce bactérienne à un antibiotique. Elle est due soit à une absence de cible pour l'antibiotique soit à une imperméabilité de la paroi à cet antibiotique.

4.2.Résistance acquise

Le terme de résistance acquise est utilisé pour désigner des processus permettant à des bactéries appartenant à une famille originellement sensible de devenir résistante à un ou plusieurs antibiotiques. Cette résistance est déterminée par des modifications génétiques consistant à des mutations sur des gènes déjà présents chez la bactérie (résistance par mutation chromosomique), ou en l'acquisition de nouveaux gènes de résistance par transfert horizontal (résistance extra-chromosomique) **[43].**

5. Mécanismes de résistance aux antibiotiques

Bien que plusieurs mécanismes soient impliqués dans les résistances acquises de certaines espèces bactériennes à certains antibiotiques, les suivants sont communément décrits:

- **Diminution de la perméabilité**

L'absence de perméabilité de la paroi est un phénomène de résistance naturelle chez certaines espèces mais peut survivre chez des espèces sensibles à la suite d'une mutation chromosomique. L'altération des porines suite à une mutation chromosomique diminue le passage des molécules et réduit la sensibilité des bactéries à certains antibiotiques.

- **Modification du site d'action**

Si la cible d'action d'antibiotique a subit une altération par une mutation, l'antibiotique est incapable de se fixer ou se fixe mal à cette molécule modifiée. Par conséquent son action inhibitrice ou destructrice est limitée ou annulée.

- **Inactivation de l'antibiotique par les enzymes bactériennes**

Elle consiste en la production d'une enzyme spécifique qui détruit ou modifie l'antibiotique en donnant des dérivés inactifs sur la bactérie.

- **Substitution de la cible d'action des antibiotiques :**

Ce système consiste en un développement d'une voie métabolique visant à remplacer la voie bloquée par l'antibiotique **[44].**

III. Viande

1. Définition

Selon l'organisation mondiale de la santé animale, la viande correspond à tous les corps d'animaux comestibles qui n'ont été soumis à aucun traitement. La viande est donc une chair des mammifères et des oiseaux dont l'homme se nourrit **[45].**

2. Composition

La viande, par sa grande valeur nutritive, reste un aliment très prisé. Elle est riche en nutriments, notamment en acides aminés essentiels qui font d'elle un aliment quasi irremplaçable **[46].**

Tableau 04 : Composition de la viande [47].

Compositions	Pourcentage
Eau	75-80 %
Protéines	15-20%
Substances azotées non protéiques	10 %
Lipides	3 %
Glycogène	1 %
Sels minéraux	1 %

3. Viande hachée

C'est la viande qui est soumise à une opération de hachage en fragment ou à un passage dons un hachoir, à laquelle a été éventuellement ajouté un maximum de 1 % de sel. Tout ajout d'eau est un interdit **[45].**

4. Nature des microorganismes des viandes de boucherie

La microflore de contamination des viandes et des produits à base de viande comprend essentiellement les microorganismes saprophytes, les microorganismes tests d'hygiène et éventuellement une flore pathogène responsable des maladies.

- **Microorganismes saprophytes et microorganismes tests d'hygiène**

Les microorganismes saprophytes constituent l'essentiel de la microflore de contamination des viandes et des produits à base de viande. Parmi les bactéries saprophytes isolées des viandes

hachées : P*seudomona*s, *Acinetobacter* et *Micrococcus ;* il y a ensuite, les Entérobactéries et enfin, les *Bacillus*, *Mycobacterium*et *Clostridium.*

Parmi les bactéries saprophytes les hygiénistes font une place à *E .coli*, aux coliformes fécaux et entérocoques en général. Ces bactéries sont considérées comme provenant directement du tube digestif. Cependant *E .coli* demeure actuellement le seul et le plus sûr des microorganismes tests à utiliser en hygiène publique. Son dénombrement est rendu obligatoire pour toutes les entreprises commercialisant la viande Aux USA.

- **Micro-organismes pathogènes**

Les germes pathogènes qui contaminent les viandes et responsables de toxi-infections alimentaires sont en général *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus, Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica, Shigella* et *E .coli* O 157 :H7 **[46].**

5. Sources de contaminations des viandes

Les viandes sont inévitablement polluées à la sortie de l'abattoir et des ateliers de découpe, dans leur profondeur mais surtout à leur surface.

- **Contamination du muscle avant la mort (contamination profonde)**

La contamination ante mortem est toujours limitée. Les animaux malades sont en effet systématiquement éliminés par les services vétérinaires lors des contrôles ante et post mortem. Par contre, il arrive que des animaux apparemment sains hébergent notamment dans leur tube digestif des germes dangereux, en particulier des salmonelles qui lors d'agression (mauvaises conditions d'abattage, accident …etc.) passent dans le muscle.

Le tube digestif ne constitue pas la seule source de contamination ; il semblerait que certaines bactéries puissent pénétrer dans l'organisme d'animaux vivants apparemment sains soit au niveau de lésions, soit au niveau de muqueuses.

- **Contamination post mortem (contaminations profonde et superficielle)**

L'essentiel des microorganismes est apporté au cours de l'abattage et au cours de la préparation des carcasses par: l'environnement, les matières fécales, la peau, les instruments et les manipulateurs.

La contamination profonde est généralement peu importante dans le cas d'animaux sains abattus dans de bonnes conditions, de l'ordre de 1 germe par 10 g et le plus souvent 1 germe par

100 g. Une contamination non négligeable des carcasses par les bactéries intestinales peut prendre place plusieurs heures après la mort lorsque la paroi intestinale fragilisée permet l'entrée de ces bactéries **[48].**

- **Contamination au cours du stockage et de la commercialisation**

Toute variation dans les conditions de stockage et de commercialisation va entrainer la prolifération des microorganismes contaminants. Lors de la commercialisation, des contaminations par l'air, les surfaces, les vendeurs et le personnel de service sont encore possibles.

- **Contamination au cours du transport**

Le transport implique des changements des conditions, sources éventuelles de variation dans les températures et dans l'humidité relative.

- **Contamination lors de la découpe**

On a constaté que les erreurs d'hygiène graves dans les conditions de travail telles que la température trop élevée dans les salles de découpe, le nettoyage insuffisant du matériel et des tenues vestimentaires des travailleurs favorisent la prolifération des bactéries **[46].**

6. Conditions de la multiplication des microorganismes

- **Température**

L'évolution des microorganismes sur les surfaces des viandes dépend d'un certain nombre de paramètres dont le plus important est la température. En règle générale, les germes se multiplient d'autant plus lentement que la température est basse. La majorité des microorganismes prolifèrent à des températures moyennes supérieures ou égale à + 20 °C. La température de croissance des bactéries est indiquée dans le tableau.

Tableau 05 : Température de croissance des bactéries

Groupe	Températureminimale	Températureoptimal	Températuremaximale
Psychrophiles	-15 °C	15 à 20 °C	25 °C
Psychotropes	0 à 5 °C	25 à 35 °C	37°C
Mésophiles	10 à 20 °C	37°C	45°C
Thermophiles	25 à 45 °C	50 à 55°C	65 à 90 °C

- **Activité de l'eau (AW)**

L'eau est indispensable pour le développement des microorganismes. L'exigence en cette eau varie avec les espèces. En général, plus l'AW est élevé, plus la croissance de la microflore est

intense. La plupart des bactéries ont un optimum de croissance autour de 0,990 à 0,995, ce qui correspond bien à l'AW de la viande.

- **PH**

Le PH du muscle décroit progressivement après l'abattage et passe de sa valeur physiologique de 7,0 à 7,2 à une valeur voisine de 5,3 à 5,8 selon l'espèce animale considérée et au sein d'une même espèce, selon le muscle considéré. Les bactéries se développent sur des milieux dont le pH varie de 4,5 à 9 avec un optimum de 6,5 à 7,5. On observe tout de même une forte réduction de la croissance microbienne, pour tout abaissement de ce paramètre.

- **Facteurs nutritionnels**

La plupart des microorganismes se développant sur les viandes car ils y trouvent l'ensemble des nutriments nécessaires pour leur croissance. Les glucides simples et les acides aminés, entrent dans la composition d'un grand nombre d'aliments et sont largement utilisés par une grande variété de micro-organismes comme source de carbone et d'énergie **[48].**

- **Tension d'Oxygène**

La croissance en anaérobiose est plus lente que la croissance en aérobiose. La viande hachée étant une denrée suffisamment aérée, favorise la multiplication des germes aérobies **[45].**