

Antibiorésistance des Souches d'Escherichia Coli Isolées d'Agneaux Sevrés et Evaluation in Vitro de l'Activité du Complément Alimentaire Algo-Bio® sur les Souches Virulentes

Koné Tadiogo Naty Amine^{1*}, Koné Adama², Benié Comoé Koffi Donatien³, Guessennd Nathalie⁴ et Dadié Adjéhi¹

¹Département des Sciences et Technologies des Aliments (STA), Laboratoire de Microbiologie et Biotechnologie des Aliments, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire.

²Département de Biologie, Laboratoire de Nutrition, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire.

³Département de Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.

⁴Département de Bactériologie-Virologie, Institut Pasteur, Côte d'Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire



Résumé – Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'efficacité d'un complément alimentaire (Algo-bio®) in vitro sur les souches d'Escherichia coli résistantes et virulentes isolées chez des agneaux sevrés. 80 souches d'Escherichia coli ont été utilisées. Un antibiogramme a été réalisé sur ces souches par la méthode de diffusion en milieu gélosé sur Mueller-Hinton. Des concentrations de 100%, 50% et 25% de l'Algo-Bio® ont été préparées dans de l'eau distillée stérile. Elles ont été introduites dans des puits réalisés sur les géloses préalablement ensemencées avec un inoculum des souches d'Escherichia coli. Une incubation a été réalisée à 37°C pendant 24 heures et les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés. Les antibiogrammes ont présenté des résistances relativement élevées à l'amoxicilline associé à l'acide clavulanique, la tétracycline, l'amoxicilline, et la streptomycine avec des taux respectifs de 62,5%, de 96,2%, de 77,5% et de 52,5%. Les phénotypes sauvages (22,5%), PASEHN (51,2%), RCFQ (10%) et BLSE (27,5%) ont été observés. Par ailleurs, la meilleure activité in vitro de l'Algo-bio® a été observée avec les souches sauvages avec des diamètres d'inhibition de 32,8mm, 29,2 mm et 24 mm respectivement avec les concentrations C1 (100%), C2 (50%) et C3 (25%). En ce qui concerne les souches d'Escherichia coli virulentes, la meilleure activité du complément alimentaire a été observée avec les souches EPEC aux concentration C1, C2 et C3 avec des diamètres respectifs de 36 mm, 29,9 mm et 22 mm. L'efficacité observée de l'Algo-bio® sur les souches d'Escherichia coli pourrait faire de ce complément alimentaire un alternatif prometteur en élevage.

Mots clés – Virulence, Agneaux, Escherichia Coli, Résistance, Algo-Bio®, Efficacité

Abstract – This study aimed to evaluate the effect of a food supplement based on algae (Algo-bio®) in vitro on resistant and virulent Escherichia coli strains isolated from weaned lambs. 80 strains of Escherichia coli were used. An antibiogram was carried out on the Escherichia coli strains by the diffusion method in Mueller-Hinton agar medium. Concentrations of 100%, 50% and 25% of Algo-Bio® were prepared in sterile distilled water. They were introduced into wells made on Mueller Hinton agar, previously inoculated by swabbing with an inoculum of Escherichia coli strains. Incubation was carried out at 37°C for 24 hours and the diameters of the inhibition zones were measured using a caliper. The antibiograms presented relatively high resistance to amoxicillin associated with clavulanic acid, tetracycline, amoxicillin, and streptomycin with respective rates of 62.5%, 96.2%, 77.5% and 52.5%. The wild (22.5%), PASEHN (51.2%), RCFQ (10%) and ESBL (27.5%) phenotypes were observed. Furthermore, the best in vitro activity of Algo-bio® on Escherichia coli strains was observed with wild strains with inhibition diameters of 32.8 mm, 29.2 mm and 24 mm respectively with C1 (100%), C2 (50%) and C3 (25%) concentrations. Regarding the virulent Escherichia coli strains, the best activity of the food supplement was observed with the EPEC strains at concentrations C1, C2 and C3 with respective diameters of 36 mm, 29.9 mm and 22 mm. The observed in vitro effectiveness of Algo-bio® on resistant and virulent strains of Escherichia coli could make this food supplement a promising alternative in sheep breeding.

Keywords – Virulence, Lambs, Escherichia Coli, Resistance, Algo-Bio®, Effectiveness.

I. INTRODUCTION

Le sevrage est l'une des phases de l'élevage les plus critiques sur le plan sanitaire au cours de laquelle les animaux sont soumis à un ensemble de perturbations qui fragilisent la santé digestive et les rend sensibles aux maladies digestives, et en particulier aux diarrhées d'origine infectieuse [1]. En effet, les animaux deviennent très sensibles aux pathologies digestives à cause de l'équilibre fragile entre la flore dite bénéfique et les bactéries pathogènes après le retrait du lait maternel [2]. Parmi ces bactéries responsables de pathologies digestives on peut citer les souches d'*Escherichia coli* entéropathogènes, responsables de colibacillose post sevrage. Ces bactéries appartiennent à la famille des enterobacteriaceae et leur niche écologique est le tractus intestinal des animaux et de l'homme [3] [4]. Plusieurs souches d'*Escherichia coli* peuvent acquérir des éléments génétiques leur permettant de produire des facteurs de virulence, de s'adapter à de nouvelles niches et ainsi causer des diarrhées. La colibacillose post-sevrage ou entérite colibacillaire de post sevrage, est une maladie bactérienne qui se manifeste par une diarrhée aqueuse survenant généralement quelques jours après sevrage. Elle entraîne une déshydratation rapide et la mortalité. Cette pathologie transmissible est provoquée essentiellement par des souches d'*Escherichia coli* appartenant à la classe des ETEC (Enterotoxigenic *Escherichia coli*) [5]. On retrouve la colibacillose dans tous les types d'élevage, y compris dans les élevages à haut niveau sanitaire [6]. Le sevrage induit donc du fait de la fragilité de la santé des animaux, l'utilisation d'antibiotiques à titre préventif afin d'éviter les troubles digestifs. De plus, les entérites colibacillaires de post sevrage représentent la première cause de traitement antibiotique dans les élevages [7], entraînant l'émergence d'entérobactéries résistantes aux antibiotiques les plus couramment utilisés [8]. En effet, l'antibiothérapie préventive des agneaux sevrés favorise la pression de sélection de souches multi résistantes. Pour améliorer les performances de ces animaux en élevage biologique, il faut trouver des alternatives aux antibiotiques. Les consommateurs demandent des produits naturels et les producteurs doivent toujours maintenir de hauts standards de qualité. Il s'avère donc nécessaire d'élaborer de nouvelles solutions alternatives naturelles à l'antibiothérapie favorisant la santé et la performance de croissance des agneaux sevrés. L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet d'un complément alimentaire à base d'algue (Algo-bio®) commercialisé et administré en élevage sur les souches d'*Escherichia coli* résistantes et virulentes isolées chez des agneaux sevrés.

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé au cours de cette étude était constitué de 80 souches d'*Escherichia coli* et d'une souche de référence ATCC 25922. Ces souches proviennent de travaux antérieurs réalisées à l'unité ASSURMI (Unité des Antibiotiques, des Substances Naturelles et de la Surveillance des Microorganismes aux Anti-Infectieux, du Département de Bactériologie et Virologie) de l'institut Pasteur de Côte d'Ivoire, site d'Adiopodoumé. Elles ont été prélevées des selles d'agneaux et stockées à la bio banque de cet institut.

2.2. Etude de la sensibilité des souches d'Escherichia coli

Les antibiogrammes ont été réalisés par la méthode de diffusion sur gélose MH (Mueller-Hinton) selon les recommandations du Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie [9]. Puis, la lecture des diamètres des zones d'inhibition autour des disques d'antibiotiques a été faite à l'aide d'un pied à coulisse et interprétée en sensible, intermédiaires et résistant, en comparaison avec les tableaux des concentrations critiques pour l'interprétation des diamètres des zones d'inhibition pour les entérobactéries. Vingt-quatre (24) disques d'antibiotiques ont été utilisés au cours de cette étude: amoxicilline (20 µg) ; amoxicilline/acide clavulanique (20 µg) ; pipéracilline (30 µg) ; pipéracilline/tazobactam (30 µg) ; ticarcilline (75 µg) ; ticarcilline/acide clavulanique (75 µg) ; streptomycine(10 µg) ; céfépime (30 µg) ; céfotaxime (5 µg) ; ceftazidime (10 µg) ; cefoxitine (30 µg) ; imipénème (10 µg) ; aztréonam (30 µg) ; ciprofloxacine (5 µg) ; acide nalidixique (30 µg) ; amikacine (30 µg) ; gentamicine (10 µg) ; nétilmicine (10 µg) ; tigécycline (15 µg) ; tétracycline(30 µg) ; chloramphénicol (30 µg) ;fosfomycine (20 µg) ; triméthoprime-sulfaméthoxazole (1,25-23,75 µg) ; colistine (50 µg).

2.3. Détermination de l'impact de l'Algo-Bio® in vitro sur les souches virulentes d'Escherichia coli

2.3.1. Test de stérilité de l'Algo-Bio®

Avant d'effectuer les tests d'efficacité in vitro de l'Algo-Bio®, une épreuve de stérilité a été réalisée sur le complément alimentaire afin de vérifier que la substance ne comporte aucun germe. Un écouvillon a été introduit dans un tube à hémolyse contenant l'Algo-Bio® et l'ensemencement a été réalisé par stries sur des géloses MH et Sabouraud. Les boîtes de Pétri ont été

incubées à 37°C pendant 24 h pour la gélose MH et à 30°C pendant 72 h pour la gélose Sabouraud. La substance a été déclarée stérile, si aucun germe n'est visible sur les différentes géloses.

2.3.2. Préparation de l'inoculum bactérien

Les différentes souches ont étéensemencées par stries sur gélose ordinaire. Après 24 h d'incubation à 37°C, une colonie de chaque souche a été prélevée et introduite dans un tube contenant 2 mL d'eau physiologique (NaCl 85%) puis le tout a été homogénéisé. La densité du mélange a été ensuite ajustée à 0,5 McFarland (~ 108 UFC/mL).

2.3.3. Test d'efficacité

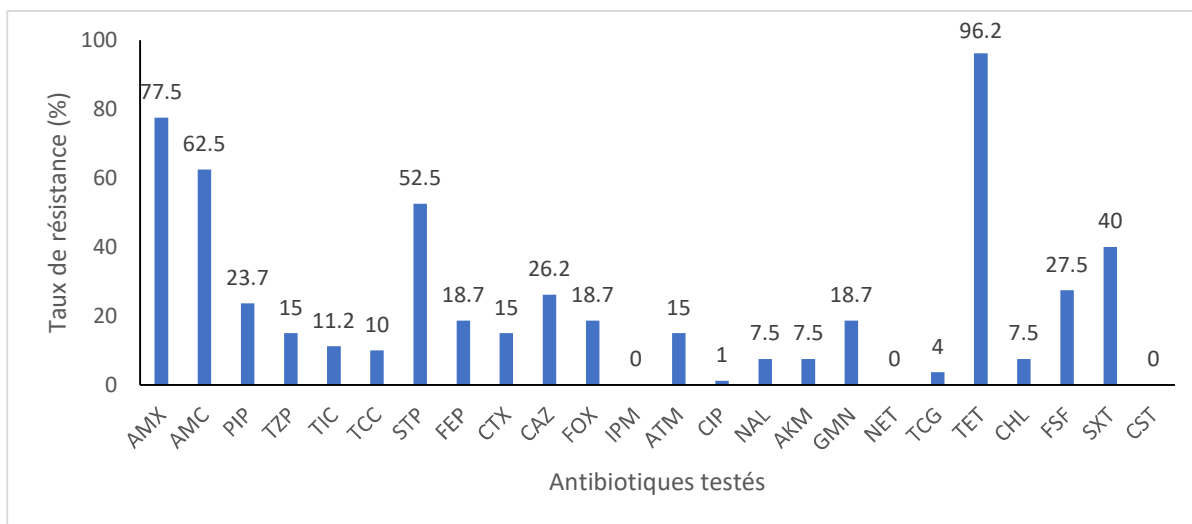
Des concentrations de 100%, 50% et 25% de l'Algo-Bio® ont été préparées dans de l'eau distillée stérile. Elles ont été introduites dans des puits réalisés sur géloses Mueller Hinton, préalablementensemencées par écouvillonnage avec l'inoculum. Une solution à volume égal d'eau stérile a été introduite dans un autre puits et a servi de témoin négatif. Des disques d'antibiotiques (amoxicilline, céfotaxime, céfépime, tétracycline) ont été utilisés comme témoins positifs. Puis, les boîtes de Pétri ont été incubées à 37°C pendant 24 h. Le diamètre des disques d'inhibition autour de chaque cupule a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse. L'appréciation de l'efficacité des extraits a été faite selon le critère de Poncé et al. [10]. Ainsi, une substance est dite inefficace si le diamètre d'inhibition est inférieur à 8 mm alors qu'elle est dite efficace si le diamètre est compris entre 9 et 14 mm. Par contre, elle est jugée très efficace lorsque le diamètre est compris entre 15 et 19 mm puis extrêmement efficace si le diamètre est supérieur à 20 mm.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats

3.1.1. Antibiogramme des souches d'Escherichia coli

Les résultats de l'antibiogramme réalisés sur les souches des selles des agneaux ont présenté des résistances relativement élevées pour la tétracycline (96,2%), l'amoxicilline (77,5%), l'amoxicilline associée à l'acide clavulanique (62,5) et la streptomycine (52,5%). Cependant, aucune résistance n'a été observée avec l'imipénem, la netilmicine et la colistine. Pour les autres antibiotiques testés, les résultats étaient en dessous de 50%. La Figure 1 présente les proportions de résistance aux antibiotiques des souches d'Escherichia coli isolées chez les agneaux. Les taux de résistance des souches testées par famille d'antibiotiques présentaient les taux les plus élevés avec les familles des pénicillines (33,3%) et des tétracyclines (50,1%) (Figure 2).



Amoxicilline/Acide clavulanique (AMC) ; Pipéracilline (PIP) ; Pipéracilline/Tazobactam (TZP) ; Ticarcilline (TIC) ; Ticarcilline/Acide clavulanique (TCC) ; Streptomycine (STP) ; Céfépime (FEP) ; Céfotaxime (CTX) ; Ceftazidime (CAZ) ; Céfoxitine (FOX) ; Imipénème (IPM) ; Aztréonam (ATM) ; Ciprofloxacine (CIP) ; Acide nalidixique (NAL) ; Amikacine (AKM) ; Gentamicine (GMN) ; Nétilmicine (NET) ; Tigécycline (TCG) ; Tétracycline (TET) ; Chloramphénicol (CHL) ; Fosfomycine (FSF) ; Triméthoprime-sulfaméthoxazole (SXT) ; Colistine (CST).

Fig. 1. Taux de résistance aux antibiotiques des souches d'Escherichia coli

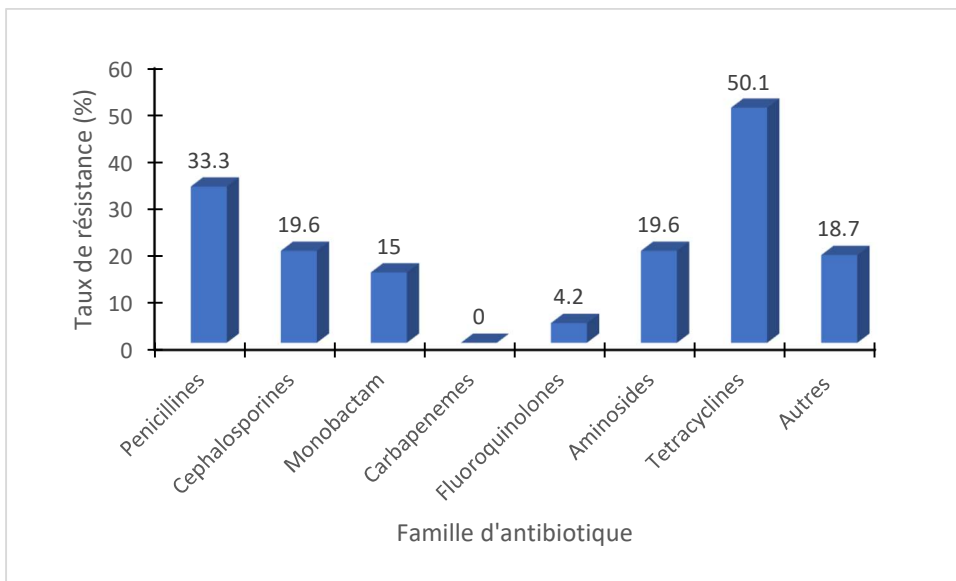
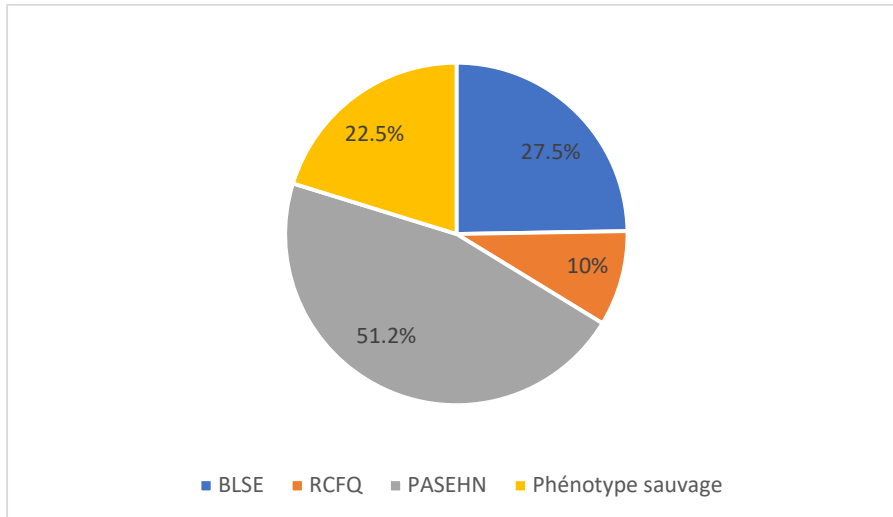


Fig. 2. Taux de résistance aux antibiotiques des souches d'Escherichia coli par famille d'antibiotiques

3.1.2 Phénotypes de résistance

Les phénotypes de résistance observés au cours de cette étude étaient les Béta Lactamase a Spectre Elargi (BLSE), la résistance croisée aux fluoroquinones (RCFQ), la Penicillinase de haut niveau de résistance (PASEHN) et le phénotype sauvage. Les proportions de ces phénotypes étaient respectivement de 22,5% pour les souches sauvages, de 51,2% pour les PASEHN, de 10% pour les RCFQ et de 27,5% pour les BLSE. La figure 3 présente les Proportions des phénotypes de résistance des souches d'Escherichia coli



BLSE: Béta Lactamase a Spectre Elargi; RCFQ : résistance croisée aux fluoroquinones; PASEHN : Penicillinase de haut niveau de résistance et le phénotype sauvage

Fig. 3. Proportions des phénotypes de résistance des souches d'Escherichia coli

3.1.3 Impact de l'Algo-Bio® in vitro sur les souches résistantes d'*Escherichia coli*

Les souches d'*Escherichia coli* (EC22, EC57, EC44 et EC6) testées ont présenté une sensibilité aux concentrations C1 (100%), C2 (50%) et C3 (25%) de l'Algo-Bio®. Les souches EC57, EC44 et EC6 ont été extrêmement sensibles à la concentration C1 du complément alimentaire avec des diamètres d'inhibition variant de 21,7 mm à 32,8 mm. A la concentration C2, l'Algo-bio® a été efficace sur les souches EC22 et EC57 alors qu'à C3 le complément alimentaire a été efficace sur EC57. Par ailleurs à la concentration C3, l'Algo-bio® a demeuré extrêmement efficace sur les souches EC44 et EC6. La meilleure activité in vitro de l'Algo-bio® sur ces souches a été observée avec les souches sauvages (32,8 mm à C1, 29,2 mm à C2 et 24 mm à C3) (Tableau 1).

Tableau I : Diamètres (mm) des zones d'inhibition obtenus avec les souches d'*Escherichia coli* résistantes

Numéro de la souche	Phénotypes	Diamètre d'inhibition (mm)					
		C1 : 100%	C2 : 50%	C3 : 25%	Tm : 0%	FEP	CTX
EC22	BLSE	17,4± 1,2	15,8±0,6	11,6±0.5	6±0	19± 0	21± 0
EC57	RCFQ	21,7±0,3	19±0,1	13,9±0.7	6±0	23± 0	24± 0
EC44	PASEHN	30,6±0,4	28,8±0,4	22,4±0,1	6±0	26± 0	32± 0
EC6	Sauvage	32,8±0,5	29,2±0,8	24±0.3	6±0	41± 0	36± 0

EC : *Escherichia coli* ; BLSE : Béta Lactamase a Spectre Elargi ; RCFQ : résistance croisée aux fluoroquinolones ; PASEHN : Pénicillinase de haut niveau de résistance ; Tm : témoin ; FEP : Céfépime ; CTX : Céfotaxime (CTX)

Les valeurs sont la moyenne ± l'écart type de deux valeurs

3.1.4 Impact de l'Algo-Bio® in vitro sur les souches virulentes d'*Escherichia coli*

En ce qui concerne les souches d'*Escherichia coli* virulentes, la meilleure activité du complément alimentaire a été observée avec les souches EPEC aux concentration C1, C2 et C3 avec des diamètres respectifs de 36 mm, 29,9 mm et 22 mm. Cependant, la plus faible activité a été observée avec les souches STEC aux concentrations C1, C2 et C3. Toutefois, de façon générale, l'Algo-bio® a été efficace sur les souches virulentes d'*Escherichia coli* à C2.

Tableau II : Diamètres (mm) des zones d'inhibition obtenus avec les souches d'*Escherichia coli* virulentes

Numéro de la souche	Références	Diamètre d'inhibition (mm)					
		C1 : 100%	C1 : 50%	C1 : 25%	Tm : 0%	FEP	CTX
EC17	STEC	22,1± 0,7	19,4±0,2	13,8±0,6	6±0	32± 0	35± 0
EC3	EPEC	36±0,8	29,9±0,9	22±0,4	6±0	40± 0	41± 0
EC25	EPEC	29,7±1,2	23,4±0,2	17,5±0,7	6±0	27± 0	30± 0
EC72	EAEC	30,6±0,4	23,1±0,1	14,3±0,2	6±0	31± 0	29± 0

Shiga toxin Producing *Escherichia coli* (STEC), *Escherichia coli* entéropathogène (EPEC), *Escherichia coli* entérotoxigène (ETEC), *Escherichia coli* entéroagréatif (EAEC), FEP : Céfépime; CTX : Céfotaxime (CTX)

Les valeurs sont la moyenne \pm l'écart type de deux valeurs

3.2. Discussion

Les souches isolées des selles d'agneaux ont présenté des proportions relativement élevées avec la tétracycline, l'amoxicilline et l'amoxicilline associée à l'acide clavulanique. Cela pourrait s'expliquer par l'utilisation fréquente des Bétalactamines et de la tétracycline en élevage de moutons. En effet, ces antibiotiques sont utilisés à titre préventifs dans les pâturages dans les épisodes de fragilité des animaux telle que dans la période de sevrage. Il existe plusieurs causes de mortalité chez les agneaux parmi lesquelles figurent les troubles digestifs dont font partie les diarrhées néonatales. En effet, les Pathologies les plus fréquemment rencontrées en élevage d'ovins sont les diarrhées [11]. Selon les travaux réalisés par Condemine [12], les diarrhées néonatales colibacillaires touchent les agneaux de moins de 3 semaines d'âge, surtout entre la naissance et 4 jours d'âge. Il s'agit d'une diarrhée liquide et très contagieuse, avec une déshydratation rapide et très importante. La transmission se fait par voie oro-fécale ; l'agneau s'infecte par voie orale en léchant des souillures sur une mamelle, une toison, de la litière ou du matériel. Les éleveurs ont donc parfois recours à une antibiothérapie préventive contre ces pathologies pour réduire les taux de mortalité. Cependant, l'administration répétée d'antibiotiques entraîne des phénomènes de résistance. La pression de sélection induite par la consommation d'antibiotiques à large spectre d'action est un facteur de risque d'émergence des bactéries productrices de BLSE [13]. Cette pression confère aux bactéries une résistance aux pénicillines et aux céphalosporines.

De plus, les souches résistantes provenant des effluents de pâturage constituent un facteur de risque pour l'environnement et l'homme. Une étude réalisée par Toe [14] a montré la présence de souches d'*Escherichia coli* virulentes dans les légumes à Abidjan. Selon cet auteur, les prévalences en *Escherichia coli* virulents étaient de 26,4% dans la laitue, 17,7% dans les concombres et 10,8% dans les tomates.

Les bactéries productrices de BLSE constituent une préoccupation majeure en milieu hospitalier en raison de leur diffusion épidémique et de leur multi résistance aux antibiotiques. En effet, les souches productrices de BLSE sont retrouvées chez une vaste proportion de bacilles à Gram négatif, mais les entérobactéries représentent les germes les plus incriminés [15].

Les tests d'efficacité de l'Algo-Bio® réalisés in vitro sur les souches d'*Escherichia coli* ont montré une activité de l'extrait d'algues à 100%, 50% et 25% sur les souches antibiorésistantes et les souches virulentes d'*Escherichia coli*. Cela pourrait s'expliquer par une action antibactérienne des algues contenues dans le complément alimentaire. Le polysaccharide sulfaté marin (MSP), principal composant de l'Algo-Bio® et isolé de la macroalgue *Ulva americana* exercerait une action bactéricide contre des souches d'*Escherichia coli* [16]. En effet, les parois cellulaires des algues vertes, brunes et rouges contiennent de grandes quantités de polysaccharides sulfatés nommés respectivement ulvan, fucan et carraghénane, et allant de 4 à 76 % du poids sec selon Ferreira et al. [17]. De plus, un examen détaillé des fonctions des macroalgues a révélé de nouvelles gammes d'activités biologiques, notamment des activités anticoagulantes, antivirales, antitumorales, antiprolifératives et immuno modulatrices. Toutes ces activités seraient utiles dans les aliments fonctionnels nutraceutiques à base d'algues [18] [19] [20]. Des résultats similaires ont été observés par Koné et al. (2020) sur des souches d'*Escherichia coli* isolées de porcelets sevrés. Selon ces auteurs, l'Algo-bio® pourrait constituer une alternative aux antibiotiques en élevage porcin.

IV. CONCLUSION

Les souches isolées des selles d'agneaux étaient résistantes aux antibiotiques les plus couramment utilisés en élevage en Côte d'Ivoire, notamment l'amoxicilline, la tétracycline et la streptomycine. L'observation de BLSE dans les selles d'agneaux sevrés constitue un risque aussi bien pour l'homme que pour l'environnement car ces souches sont responsables de multi résistances des souches. L'efficacité in vitro observée de l'Algo-bio® sur les souches résistantes et virulentes d'*Escherichia coli* pourrait faire de ce complément alimentaire un alternatif prometteur en élevage de mouton

RÉFÉRENCES

- [1] Hémonic A., Chauvin C., Corrége I., Guinaudeau J., Soyer J., Berthelot N., Delzescaux D. and Verliat F. (2013). Mise au point d'un outil de suivi des usages d'antibiotiques dans la filière porcine française. Etude des quantités utilisées et des modalités d'administration à partir du Panel INAPORC. Journées Rech. Porcine, 45, 255-260.
- [2] Lallès J.P., Bosi P., Smidt H. and Stokes C.R. (2007). Nutritional management of gut health in pigs around weaning. *Proc Nutr Soc.* 66(2):260-8.
- [3] Gordon, D. M. and Cowling A. (2003). The distribution and genetic structure of *Escherichia coli* in Australian vertebrates: host and geographic effects. *Microbiology* 149 (12):3575-3586.
- [4] Livrelli V., Boonet R., Joly B. and Darfeuille-Michaud A. (2007). *Escherichia coli* et autres *Escherichia*, *Shigella*. Précis de bactériologie clinique .2007, Edition ESKA; 989-1004.
- [5] Nagy B. and Fekete P.Z. (2005). Enterotoxigenic *Escherichia coli* in veterinary medicine. *International journal of medical microbiology*: IJMM 295, 443-454.
- [6] Gyles C.L. and Fairbrother J.M. (2010). *Escherichia Coli*, Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. Wiley-Blackwell, 267-308.
- Fedorov S.N., Ermakova S.P., Zvyagintseva T.N. and Stonik V.A. (2013). Anticancer and cancer preventive properties of marine polysaccharides: some results and prospects. *Marine Drugs*, 11 (12): 4876-4901.
- [7] Hémonic A., Chauvin C. et Corrége I., 2014. Les utilisations d'antibiotiques en élevage de porcs: motifs et stratégies thérapeutiques associées. *Journées Recherche Porcine*, 46: 135-140.
- [8] Kouadio I.K., Guessennd N.K., Dadié A., Koffi K.E., Ouattara M.B., Tiékoura B.K., Konan F.K., Gbonon C.V. Djé M.K. and Dosso M. (2017). Impact of oral and intramuscular administration amoxicillin on the selection of amoxicillin-resistant Enterobacteriaceae in the digestive flora of piglets. *Journal of Applied Biosciences*, 114: 11404-11409.
- [9] CA-SFM (2021). European committee of antimicrobial susceptibility testing. Comité de l'antibiogramme de la société Française de Microbiologie. Recommandations 2021 V.1.0, 15 p.
- [10] Ponce A.G., Fritz R., Del Alle C. and Roura S.I. (2003). Antimicrobial activity of essential oil on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 36 (7): 679-684.
- [11] Koné A.N.T., Konan F.K., Atobla K., Ouattara M.B., Guessennd N.K. and Dadié A. (2019). Effet de l'administration de la tétracycline et de la colistine sur l'antibiorésistance de *Escherichia coli* microbiote chez des porcelets post-sevrés. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13:2796-2805.
- [12] Condemine A. (2017). Diarrhées des jeunes agneaux : étude descriptive dans vingt élevages ovins laitiers des Pyrénées Atlantiques. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 85 p.
- [13] Vora S. and Auckenthaler R. (2009). Que signifie « bêta-lactamases à spectre élargi » en pratique ? *Revue Médicale Suisse*, 5: 1991-1994.
- Wijsekara I., Pangestuti R. and Kima S.K. (2011). Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae. *Carbohydrate Polymers*, 84 (1): 14-21.
- [14] Toe E. (2018). Evaluation des facteurs de risques de bio contamination par *Salmonella* et *Escherichia coli* virulents de la chaîne alimentaire des légumes à Abidjan (Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat en Microbiologie et Biotechnologie des aliments n° 439, UFR des Sciences et Technologie des Aliments, Université Nangui Abrogoua Abidjan, Côte d'Ivoire, 220 p.
- [15] Anses (2014). Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Risques d'émergence d'antibiorésistance liés aux modes d'utilisation des antibiotiques dans le domaine de la santé animale. Rapport d'expertise collective, saisine «2011-SA-0071», 218 p.

- [16] Berri M., Slugocki M., Olivier M., Holbert S., Helloin E., Jacques I., Salmon C.P.N., Legoff M. and Demais H., (2015). L'activité antibactérienne et immuno modulatrice d'un extrait d'algue verte riche en polysaccharides sulfatés. *Journées Recherche Porcine*, 47: 309-310.
- [17] Ferreira L.G., Nosedá M.D., Gonçalves A.G., Ducatti D.R.B., Fujii M.T. and Duarte M.E.R. (2012). Chemical structure of the complex pyruvylated and sulfated agarans from the red seaweed *Palisada flagellifera* (Ceramiales, Rhodophyta). *Carbohydrate Research*, 347 : 83-94.
- [18] Wijesekara I., Pangestuti R. et Kima S.K., 2011. Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae. *Carbohydrate Polymers*, 84 (1): 14-21.
- [19] Lee J.C., Hou M.F., Huang H.W., Chang F.R., Yeh C.C., Tang J.Y. and Chang H.W. (2013). Marine algal natural products with anti-oxidative, anti-inflammatory, and anti-cancer properties. *Cancer Cell International*, 13 (55): 1-7.
- [20] Kone K.H.C, Coulibaly K. and Konan K.S. (2020). Plantes à usage médicinale en élevage d'ovins à Sinématiali (Nord de la Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences* 41 (1): 6828-6839.