

Évaluation de l'impact de la qualité microbiologique des soupes distribuées aux truies sur l'apparition des diarrhées néonatales : une étude cas-témoin

Romane GRANDIN (1,2,3), Céline CHEVANCE (1,4), Justine JEUSSELIN (1,4), Charlotte TEIXEIRA COSTA (1), Arnaud LEBRET (1,4), Pauline BERTON (1), Jean LE GUENNEC (5), Pierrick PABOEUF (2), Valérie NORMAND (1,4), Franck BOUCHET (1,4), Mathieu BRISSONNIER (1), Gwenaël BOULBRIA (1,4)

(1) Porc.Spective, ZA de Gohélève, rue Joseph et Étienne Montgolfier, 56920 Noyal-Pontivy, France

(2) Lycée Agricole La Touche, route de Dinan, BP 38, 56801 Ploërmel Cedex, France

(3) École Supérieure d'Agriculture Angers Loire, 55 rue Rabelais, 49007 Angers, France

(4) Rezoolution, ZA de Gohélève, rue Joseph et Étienne Montgolfier, 56920 Noyal-Pontivy, France

(5) Labofarm Finalab, rue Théodore Botrel, 22600 Loudéac, France

g.boulbria@porc.spective.fr

Évaluation de l'impact de la qualité microbiologique des soupes distribuées aux truies sur l'apparition des diarrhées néonatales : une étude cas-témoin.

La composition du microbiote intestinal est importante pour la santé. La colonisation de l'intestin du porcelet commence dès la naissance, en particulier au contact des fèces de la truie. L'objectif de cette étude, réalisée dans 10 élevages témoins et 10 élevages cas, est d'évaluer si des déterminants de la flore microbiologique des soupes distribuées aux truies sont associés à l'apparition de diarrhées néonatales. Dans chaque élevage, une analyse de la soupe distribuée aux truies gestantes dans le dernier tiers de gestation et de celle distribuée aux truies allaitantes dans la première semaine de lactation a été réalisée. Un modèle linéaire généralisé (GLM) a permis d'évaluer l'impact de la flore microbiologique de la soupe sur la probabilité d'apparition des diarrhées néonatales. Pour le pH, ainsi que les dénombrements des coliformes fécaux, des aérobies sulfite-réducteurs de la flore totale et de la flore lactique, il n'y a pas de différence significative entre les élevages cas et les élevages témoins. Cependant, les dénombrements des levures, des coliformes totaux et des entérocoques semblent être des critères pertinents pour juger si la qualité de la soupe distribuée aux truies est à risque. En particulier, plus le dénombrement d'entérocoques augmente, plus la probabilité d'observer des diarrhées néonatales à *Enterococcus hirae* est grande. Ce résultat est intéressant, dans la mesure où dans 70 % des élevages « cas », *E. hirae* semble être l'agent étiologique des diarrhées néonatales (isolement bactériologique et lésions histologiques compatibles).

The impact of microbiological parameters in liquid feed distributed to sows on the occurrence of neonatal diarrhoea in piglets: a case-control study

The gut microbiota profile is important for health. Colonization of the piglet's intestine starts at birth, especially in contact with sow faeces. Piglet microbiota could therefore be influenced by the sow's diet. The objective of this study was to evaluate whether some determinants of the microbiological flora of sow liquid feed are associated with the development of neonatal diarrhoea. The study was performed in 10 control and 10 "case" farms. On each farm, liquid feed in the gestating room during the last third of gestation and in the farrowing room during the first week of lactation were analysed. A generalized linear model was used to study the impact of microbiological flora in liquid feed on the probability of observing neonatal diarrhoea. For thermotolerant coliforms (44°C), sulphite-reducing clostridia (37°C), heterotrophic bacteria (30°C) and lactic acid bacteria (37°C), case and control farms did not differ significantly. However, counts of yeast, total coliforms (37°C) and *Enterococcus* spp. (37°C) appeared as relevant criteria to assess whether liquid sow feed is at risk. In particular, the higher the *Enterococcus* spp. count, the greater was the probability of neonatal diarrhoea. This result is interesting, as in 70% of the case farms, *Enterococcus hirae* seemed to be the etiological agent of neonatal diarrhoea (bacteriological isolation and compatible histological lesions).

INTRODUCTION

Le microbiote intestinal joue probablement un rôle important dans la santé et le métabolisme de l'hôte. L'intestin du porcelet nouveau-né, stérile à la naissance, acquiert rapidement sa flore par contact avec sa mère et son environnement. Le facteur le plus important qui influence la flore de l'environnement est la truie (Demecková *et al.*, 2002). La composition du microbiote intestinal de la truie peut être affectée par les régimes nutritionnels (Pluske *et al.*, 2018). Par conséquent, si la flore que la truie introduit dans l'environnement par les fèces peut être modifiée par la qualité microbiologique des aliments liquides, cela pourrait exercer un effet bénéfique ou néfaste sur la colonisation de l'intestin du porcelet, et donc sur l'apparition de diarrhées néonatales. La diarrhée néonatale affecte les porcelets dès la première semaine de vie et augmente considérablement la mortalité avant sevrage et le retard de croissance. L'origine des diarrhées néonatales est l'infection par un ou plusieurs agents pathogènes ou une dysbiose provoquée par la modification du microbiote intestinal (Thomson et Friendship, 2012). *Escherichia coli* entérotoxigène (ETEC), *Clostridium perfringens* type C et type A, *C. difficile*, rotavirus et coronavirus sont les germes le plus fréquemment impliqués dans les diarrhées des porcelets nouveau-nés (Larsson *et al.*, 2015). Au cours des dix dernières années, *Enterococcus hirae* a également été suspecté d'être responsable de diarrhées néonatales (Larsson *et al.*, 2015; Kongsted *et al.*, 2018; Larsson *et al.*, 2014). L'objectif de cette étude cas-témoins est de décrire les paramètres microbiologiques des soupes distribuées aux truies et de déterminer si la qualité microbiologique des soupes peut impacter la survenue des diarrhées néonatales.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Sélection des élevages

Pour cette étude, 10 élevages cas ont été sélectionnés. Au moins 20 % des portées au sein d'une bande devaient être atteintes de diarrhées néonatales et cela sur au moins deux bandes consécutives. 10 élevages témoins ont également été sélectionnés, avec moins de 5 % de portées présentant de la diarrhée. Dans ces 20 élevages, les truies en gestation et en lactation étaient alimentées avec un système de distribution de soupe. Ces 20 élevages étaient répartis sur l'ensemble des départements bretons.

1.2. Collecte et analyse des échantillons

Dans chacun de ces 20 élevages, un prélèvement de soupe à l'extrémité de la descente de soupe, au niveau d'une vanne gestante dans le dernier tiers de gestation et un second prélèvement au niveau d'une vanne de maternité dans la première semaine de lactation ont été réalisés. Ces échantillons ont été acheminés sous couvert du froid dans les 4 heures suivant le prélèvement au laboratoire Labofarm de Loudéac.

Pour chacun des échantillons, une bactériologie a été effectuée dans les 8 heures qui ont suivi le prélèvement. Les dénombrements de la flore lactique à 37°C (**Flac**), de la flore totale à 30°C (**Ftot**), des coliformes totaux à 37°C (**ColiT**), des coliformes fécaux à 44°C (**ColiF**), des anaérobies sulfito-

réducteurs (**ASR**) à 37°C, des entérocoques à 37°C (**ETC**) et des levures à 37°C (**LEV**) ont été réalisés. Le pH de chaque échantillon a également été mesuré.

Dans les 10 élevages cas, deux porcelets issus de deux portées différentes, avec des signes de diarrhées néonatales, ne présentant pas d'autre signe d'atteinte clinique (taille dans la moyenne de la bande, absence d'arthrite, absence d'omphalite par exemple), ont été sélectionnés afin de préciser le (ou les) agent(s) pathogène(s) à l'origine des diarrhées. Aucune des truies ni aucun des porcelets ne devait être traité, en particulier aucun traitement antibiotique ne devait avoir été administré aux porcelets ou aux truies avant les prélèvements (par voie orale ou injectable). Pour chacun des porcelets, une bactériologie digestive au niveau du duodénum, du jéjunum et de l'iléon, une recherche de rotavirus au niveau du colon par ELISA et une histologie de chaque section intestinale ont été réalisées.

1.3. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel R Studio (version 4.0.2). Le ratio des dénombrements de la flore lactique sur les coliformes totaux (**Flac/ColiT**) a été calculé pour chaque prélèvement afin de décrire l'équilibre entre ces deux populations bactériennes. Une analyse descriptive a d'abord été réalisée. Dans un second temps, les valeurs des dénombrements de populations bactériennes ont été transformées en logarithme décimal. Les corrélations entre les paramètres bactériologiques, le dénombrement de levures et le pH ont été évaluées à l'aide d'une analyse en composante principale (ACP) et leur significativité statistique a été vérifiée à l'aide d'un test de corrélation de Pearson. Un modèle linéaire généralisé (GLM) a permis, à partir de l'ensemble des échantillons, de déterminer l'impact des paramètres bactériologiques et du pH sur la probabilité d'observer des diarrhées néonatales. Une différence significative est observée si $p \leq 0,05$.

2. RESULTATS

2.1. Etiologie des diarrhées néonatales dans les 10 élevages cas

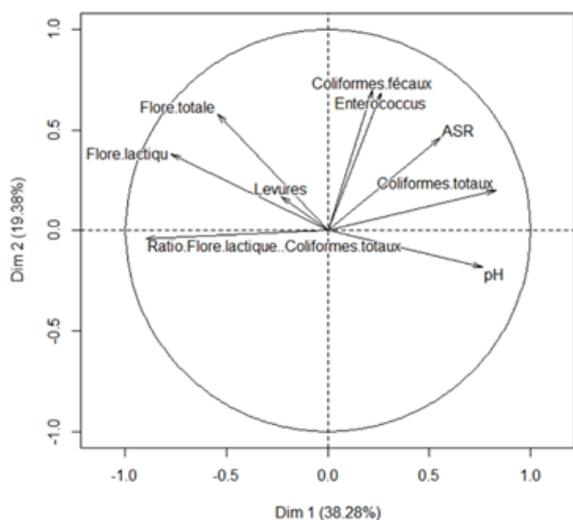
Les résultats de bactériologie et de virologie ont systématiquement été confrontés aux lésions histologiques observées afin de conclure quant au(x) germe(s) responsable(s) de diarrhées néonatales dans les 10 élevages cas. Au terme de cette étude, *E. hirae*, *C. perfringens* et le rotavirus ont été identifiés comme les germes impliqués dans les diarrhées observées dans 7, 4 et 3 élevages respectivement.

2.2. Description des paramètres bactériologiques et du pH des soupes de truies analysées dans cette étude

L'ACP montre qu'il n'y a pas de différence entre les résultats d'analyse de soupe qu'elles soient prélevées en fin de gestation ou en début de lactation. Les dénombrements moyens des différents paramètres bactériologiques et la mesure moyenne du pH dans les élevages cas et témoins est résumée dans le tableau 1.

Tableau 1 – Description des paramètres bactériologiques (en UFC/ml) et du pH entre les élevages cas et témoins.

	pH	Paramètres bactériologiques							
		Flac	Ftot	ColiT	ColiF	ASR	ETC	LEV	Flac / ColiT
Élevages témoins									
Moyenne	5,08	1,5x10 ⁸	2,4x10 ⁸	2,1x10 ⁵	3,7x10 ²	6,7x10 ²	9,7x10 ⁴	9,7x10 ³	1,0x10 ⁵
Médiane	4,96	7,2x10 ⁷	1,3x10 ⁸	5,1x10 ⁴	30	55	6,5x10 ²	5,0x10 ³	6,9x10 ²
Écart-type	0,75	2,8x10 ⁸	3,7x10 ⁸	4,1x10 ⁵	1,1x10 ³	1,3x10 ³	4,2x10 ⁵	1,2x10 ⁴	4,0x10 ⁵
Élevages cas									
Moyenne	5,18	9,5x10 ⁷	1,9x10 ⁸	2,9x10 ⁵	1,3x10 ⁴	3,5x10 ³	2,0x10 ⁴	7,7x10 ⁴	1,3x10 ⁴
Médiane	5,02	4,0x10 ⁷	1,4x10 ⁸	1,3x10 ⁵	50	2,2x10 ²	5,5x10 ³	1,8x10 ⁴	4,2x10 ²
Écart-type	0,68	1,5x10 ⁸	1,9x10 ⁸	4,2x10 ⁵	5,4x10 ⁴	1,0x10 ⁴	3,3x10 ⁴	1,6x10 ⁵	5,1x10 ⁴

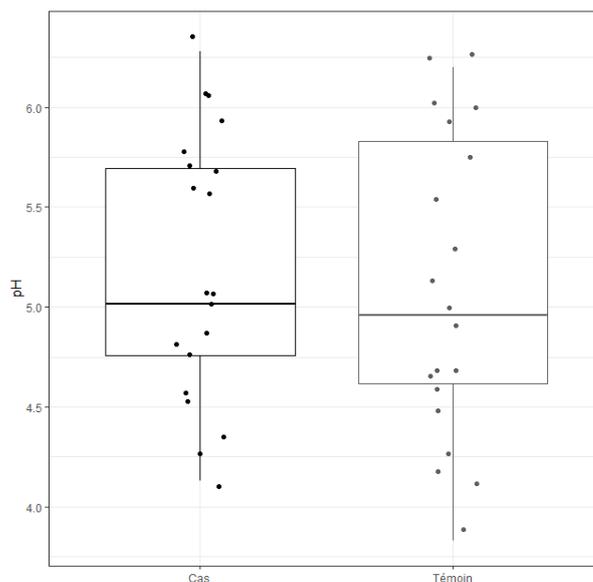
**Figure 1** – Représentation des paramètres analysés en laboratoire dans l'ACP

L'ACP (Figure 1) met en évidence une corrélation négative entre le pH et le dénombrement de la flore lactique (test de Pearson, $p < 0,05$), ainsi qu'entre le pH et le ratio des dénombrements de flore lactique et de coliformes totaux (**Flac/ColiT**) (test de Pearson, $p < 0,05$). Les corrélations entre les autres paramètres analysés ne sont pas significatives.

2.3. Impact des critères bactériologiques sur l'observation de diarrhées néonatales

Pour chaque critère bactériologique et pour le pH, la dispersion des données analysées est représentée dans les figures 2 et 3, respectivement. Dans notre étude, le dénombrement de flore lactique (**Flac**) est en moyenne supérieur à 10^8 UFC/ml dans les élevages cas comparativement aux élevages témoins. Cependant, il n'y a pas de différence statistique significative entre les deux groupes. Le dénombrement de flore totale (**Ftot**) est également en moyenne supérieur à 10^8 UFC/ml dans les élevages cas, mais comme précédemment, il n'y a pas de différence statistique significative entre les élevages cas et témoins. Plus de la moitié des soupes de truies prélevées dans les élevages cas ont un dénombrement de coliformes totaux (**ColiT**) supérieur à 10^5 UFC/ml, alors que, au contraire, plus de la moitié des soupes prélevées dans les élevages témoins ont un dénombrement de coliformes totaux inférieur à 10^5 UFC/ml. La différence entre les deux groupes est significative ($p < 0,05$).

Cette différence n'est en revanche pas observée pour le critère coliformes fécaux (**ColiF**), bien que la dispersion des dénombrements de coliformes fécaux soit plus importante dans les élevages cas. Pour le critère anaérobies sulfito-réducteurs (**ASR**), plus de la moitié des soupes de truies prélevées dans les élevages cas ont un dénombrement supérieur à 10^2 UFC/ml, alors que, au contraire, plus de la moitié des soupes prélevées dans les élevages témoins ont un dénombrement inférieur à 10^2 UFC/ml. La différence entre les deux groupes n'est cependant pas significative. Les dénombrements de *Enterococcus* spp. (**ETC**) dans les soupes de truies sont statistiquement différents entre les deux groupes ($p < 0,05$). Enfin pour le dénombrement des levures (**LEV**), plus de la moitié des soupes de truies prélevées dans les élevages cas ont un dénombrement supérieur à 10^4 UFC/ml, alors que, au contraire, plus de la moitié des soupes prélevées dans les élevages témoins ont un dénombrement inférieur à 10^4 UFC/ml. Cette différence entre les élevages cas et témoins est statistiquement significative ($p < 0,05$).

Figure 2 – Répartition des pH mesurés dans les soupes des élevages cas et des élevages témoins

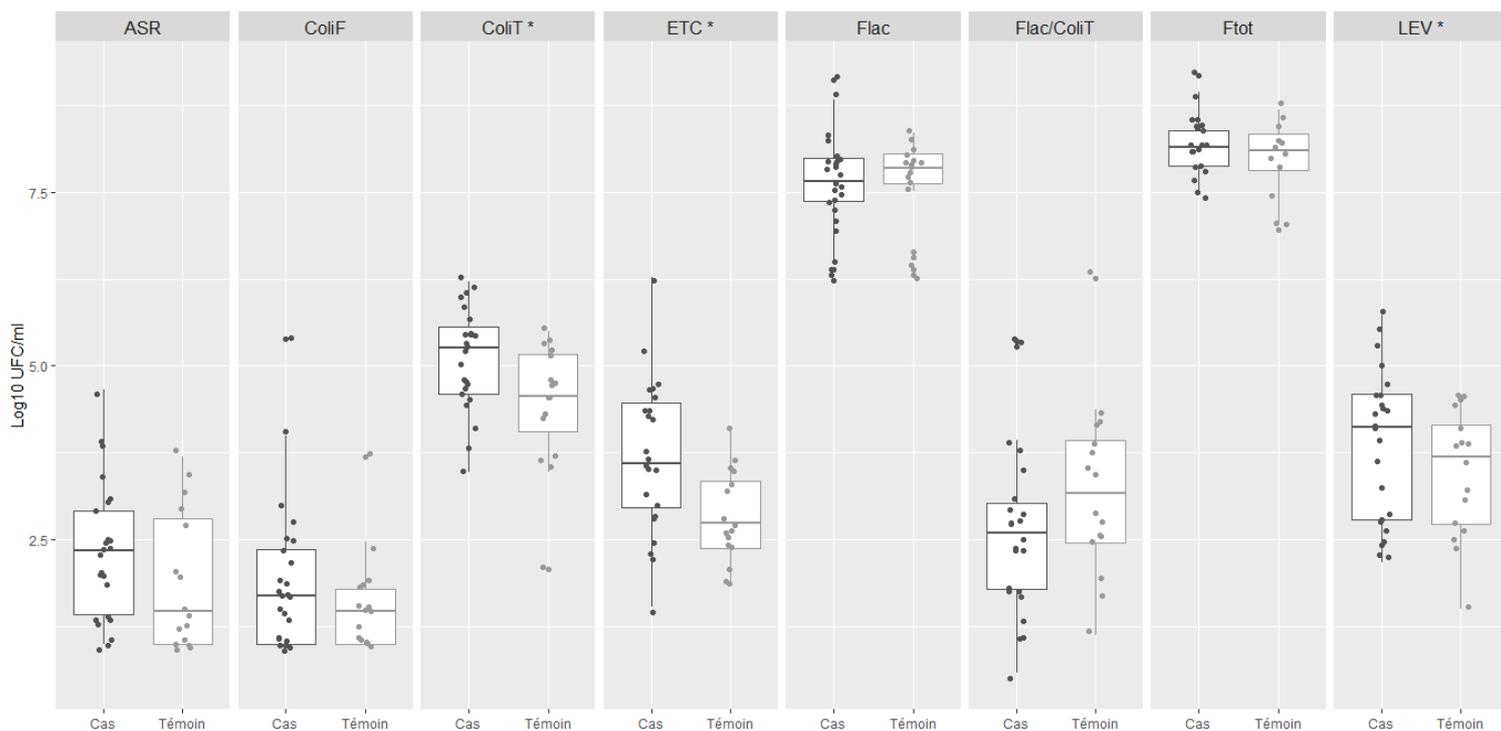


Figure 3 - Dispersion des critères microbiologiques des soupes prélevées dans les élevages cas et dans les élevages témoins (une différence significative entre les élevages cas et témoins est indiquée par * : p-value < 0,05)

2.4. Cas particulier des entérocoques

Le modèle linéaire généralisé a permis de mettre en évidence des critères de l'analyse microbiologique des soupes distribuées aux truies propices à l'observation de diarrhées néonatales : les dénombrements de coliformes totaux, d'entérocoques et de levures. Dans notre étude, plus ces critères sont élevés, plus le risque d'observer des diarrhées néonatales est élevé. En ajustant ce modèle (Figure 4), nous avons pu remarquer que la probabilité d'observer des diarrhées néonatales augmente avec l'augmentation du dénombrement d'entérocoques. Dans notre étude, au-delà de 10^4 UFC/ml de *Enterococcus* spp., la probabilité d'observer des diarrhées néonatales est supérieure à 50 %.

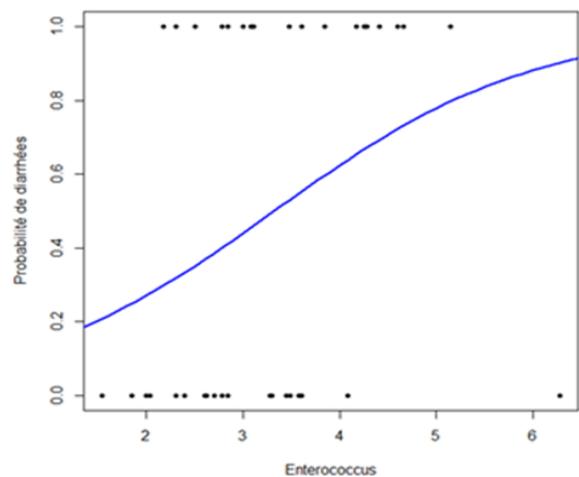


Figure 4 - Probabilité d'observer des diarrhées néonatales selon le dénombrement de *Enterococcus* spp (UFC/ml)

3. DISCUSSION

Les diarrhées néonatales sont un problème fréquemment rencontré en élevage de porc et entraînent des pertes économiques importantes dues à une morbidité et une mortalité accrues, à une baisse de croissance et au recours aux traitements symptomatiques et antibiotiques (Hermann-Bank *et al.*, 2015). Au cours des dix dernières années, les diarrhées néonatales dont l'étiologie est inconnue ont fait l'objet d'une attention croissante. Dans ces cas, les protocoles de diagnostic de routine montrent qu'elle n'est pas causée par un agent pathogène identifié comme étant à l'origine de diarrhées néonatales, comme le rotavirus, les souches hémolytiques d'*E. coli*, *C. difficile*, *C. perfringens* de type A ou de type C et les parasites (Hermann-Bank *et al.*, 2015).

La composition du microbiote intestinal a un impact majeur sur la santé de son hôte. En particulier, le microbiote aide à la maturation du système immunitaire gastro-intestinal et protège contre la colonisation d'agents pathogènes (Bauer *et al.*, 2006). La colonisation de l'intestin du porcelet commence immédiatement après la naissance, et il a été décrit dans des études antérieures que sa composition serait principalement influencée par celui de la truie (Katouli *et al.*, 1997). Le contact avec les fèces et la peau de la truie, ainsi que l'environnement de la case de mise bas contiennent une grande quantité de microbes susceptibles d'être la source du microbiote intestinal des porcelets (Thompson *et al.*, 2008). En particulier, il a été démontré que les porcelets ingèrent de grandes quantités de fèces de truie (Sansom et Gleed, 1981).

La composition du microbiote intestinal de la truie peut être affectée par son alimentation (Pluske *et al.*, 2018). Pour cette étude, nous avons donc cherché à étudier si la qualité bactériologique et mycologique des soupes distribuées aux

truis pouvait favoriser l'apparition de diarrhées néonatales. En effet, il a été démontré que les régimes nutritionnels qui influencent le microbiote intestinal de la truie sont également susceptibles d'influencer celle du nouveau-né (Demecková *et al.*, 2002). Des altérations remarquables du microbiote fécal ont été signalées chez des porcelets nouveaux nés atteints de diarrhée d'étiologie inconnue (Kongsted *et al.*, 2018; Hermann-Bank *et al.*, 2015).

E. hirae fait partie de la flore intestinale normale des porcs. Des publications suédoises et danoises ont suggéré un lien possible avec l'apparition de diarrhées néonatales (Kongsted *et al.*, 2018; Larsson *et al.*, 2014). En particulier, il a été rapporté que le genre *Enterococcus* était 24 fois plus abondant dans le microbiote de porcelets diarrhéiques que chez les porcelets sains (Hermann-Bank *et al.*, 2015). Dans notre étude, *E. hirae* serait l'agent pathogène à l'origine des diarrhées néonatales dans 7 élevages cas sur 10. *E. hirae* a été isolé en bactériologie avec, en parallèle, une observation de cocci entéro-adhérents chez 72 des 165 porcelets soumis vivants aux laboratoires pour diarrhée néonatale à Porc.Spective entre 2017 et 2019. C'est pourquoi, dans cette étude, nous avons décidé de quantifier le genre *Enterococcus* dans les analyses de soupe. Dans cette étude, des échantillons ont été prélevés à l'extrémité des descentes de soupe, au plus près de l'auge, qui est le segment du système de distribution de soupe présentant le niveau le plus élevé de contamination microbiologique (Royer *et al.*, 2004). Certaines études publiées précédemment ont caractérisé la flore microbiologique des soupes distribuées aux porcs en croissance dans l'aliment, mais il existe peu d'études sur la qualité microbiologique des soupes distribuées aux truies. La quantité d'*Enterococcus* spp. était en moyenne de 10^4 UFC/ml dans cette étude et nous avons observé une différence statistiquement significative entre les élevages cas et les élevages témoins. Cette observation est intéressante mais devra être confirmée par d'autres études, en particulier l'identification des entérocoques mis en évidence devra être précisée.

L'hygiène de la soupière et du système de distribution de soupe est également importante à prendre en compte. Deux critères microbiologiques ont été précédemment décrits pour évaluer la contamination microbiologique globale de la machine à soupe : les coliformes totaux (également appelés entérobactéries) et la flore totale (Royer *et al.*, 2002). La quantification de coliformes totaux dans un échantillon de soupe doit être inférieure à 10^4 UFC/ml (Kamphues *et al.*, 2004). Dans notre étude, cette valeur était en moyenne autour de $2,5 \cdot 10^5$ UFC/ml. Ceci est un peu supérieur aux valeurs présentées dans les études précédentes qui ont dénombré entre 10^2 et 10^5 coliformes totaux/ml (Royer *et al.*, 2004) et environ 10^4 coliformes totaux/ml (Brunon *et al.*, 2020) dans les soupes distribuées aux porcs en engraissement. Dans notre étude, les dénombrements de coliformes totaux dans les échantillons de soupe distribuée aux truies étaient significativement plus élevés dans les élevages cas. Ce résultat a confirmé l'importance de l'hygiène de la machine à soupe dans les élevages. D'autre part, la flore totale était en moyenne de 10^8 UFC/ml, ce qui est en accord avec une étude précédente (Royer *et al.*, 2004), mais nous n'avons observé aucune différence statistique entre élevages cas et les élevages témoins.

Les publications sur le rôle de la levure dans l'alimentation des porcs sont rares, la plupart du temps dédiées aux porcs en engraissement et parfois contradictoires. Certaines études ont décrit la multiplication des levures comme un facteur de risque

important pour la santé intestinale des porcs (Grahofer *et al.*, 2017; Häni *et al.*, 1993), surtout lorsque la quantité de levures est supérieure à 10^6 UFC/g (Drochner *et al.*, 1983). Une valeur de référence pour la levure a été proposée : dans les soupes distribuées aux porcs en engraissement, la quantité de levure doit être inférieure à 10^5 UFC/ml (Kamphues *et al.*, 2004). Mais d'autres études n'ont révélé aucune différence entre les exploitations porcines classées à risque ou non pour les maladies intestinales (Royer *et al.*, 2005). Dans notre étude, 10^4 UFC/ml de levures ont été dénombrées en moyenne dans les soupes de truies. Ce résultat est proche de la moyenne décrite dans l'étude précédente (Geary, 1997), mais inférieur à la moyenne observée en France dans les aliments liquides distribués aux porcs en croissance, qui était d'environ 10^6 UFC/ml (Brunon *et al.*, 2020). Toutefois, dans notre étude, les quantités de levure dans les soupes distribuées aux truies sont statistiquement différentes entre les élevages cas et témoins. Cette étude semble confirmer qu'une contamination excessive de la soupe par des levures est un facteur de risque d'apparition de troubles digestifs. Les résultats parfois contradictoires entre les études peuvent s'expliquer par le type de levures qui se développe dans la soupe. Mais, à notre connaissance, il n'y a pas aujourd'hui d'étude qui ait été jusqu'à leur identification dans les prélèvements.

D'autres critères bactériologiques ont été évalués dans cette étude, mais les différences n'étaient pas significatives entre les élevages touchés ou non par des diarrhées néonatales pour ces critères. Les bactéries lactiques sont la flore dominante dans les échantillons de soupe analysés dans cette étude. Il est recommandé de créer des conditions favorables à l'implantation et au développement des bactéries lactiques dans les machines à soupe (Royer *et al.*, 2004). En effet, ces bactéries produisent des acides lactiques et acétiques, qui ont un effet barrière pour la flore pathogène. L'effet des bactéries lactiques pour inhiber la croissance de diverses bactéries gram-négatives, en particulier les *E. coli* pathogènes, est bien documenté (Demecková *et al.*, 2002). Il a été démontré que la truie représente une source de flore lactique pour les porcelets (Demecková *et al.*, 2002). Dans cette étude, le nombre moyen de bactéries lactiques dans les échantillons de soupe était de 10^7 UFC/ml dans les élevages de cas et de 10^8 UFC/ml dans les élevages témoins, mais cette différence n'était pas significative. Ces données sont en accord avec les résultats décrits précédemment dans les soupes distribuées aux porcs en croissance. En effet, ils se situaient entre 10^6 et 10^8 UFC/ml dans une première étude (Royer *et al.*, 2004) et 10^9 UFC/ml en moyenne dans une seconde étude (Brunon *et al.*, 2020). Le rapport bactéries lactiques : coliformes totaux est proposé pour caractériser l'équilibre entre ces deux populations (Brunon *et al.*, 2020), et pour décrire si cet équilibre est favorable ou non dans le microbiote intestinal (Demecková *et al.*, 2002). Un rapport Flac/ColiT plus élevé dans les fèces est généralement associé à une flore bactérienne qui contribue à l'amélioration des performances des porcs. Dans notre étude, nous n'avons pas observé de différence statistique entre les élevages cas et témoins en ce qui concerne le rapport Flac/ColiT dans les échantillons de soupe distribuées aux truies. Cette étude confirme que la modulation du pH de la soupe est intéressante pour réguler le niveau de bactéries lactiques et le ratio Flac/ColiT.

Enfin, en ce qui concerne les ASR, le dénombrement moyen dans les échantillons était d'environ 10^4 UFC/ml dans notre étude. Ces populations bactériennes ont été détectées dans tous les échantillons d'aliments liquides. Une étude précédente

a décrit la détection de ces populations bactériennes dans seulement 8 % des échantillons (résultats basés sur 120 échantillons de soupe) (Royer *et al.*, 2004). Mais, dans notre étude, la charge bactérienne était inférieure à 10 UFC/ml dans six élevages témoins et seulement dans deux élevages cas. Cependant, aucune différence statistique n'a été observée. *C. perfringens* est suspecté d'être l'agent étiologique responsable de la diarrhée néonatale dans 4 exploitations sur 10 dans cette étude.

CONCLUSION

Cette étude cas-témoin a permis de mettre en évidence trois critères, deux critères bactériologiques et un critère mycologique, intéressants à considérer dans les élevages alimentant les truies avec un système soupe pour la prévention ou la gestion des diarrhées néonatales : le niveau de

contamination des soupes par les coliformes totaux, les entérocoques et les levures. Cette étude a été menée sur un nombre relativement restreint d'élevages et les résultats seront consolidés par de nouveaux résultats progressivement. En particulier, le rôle de *E. hirae* dans les diarrhées néonatales et le lien entre le dénombrement de *Enterococcus spp.* dans les analyses de soupe et l'apparition des diarrhées néonatales à entérocoques devra être approfondi.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les éleveurs pour l'accueil de Romane Grandin dans le cadre de son stage de BTS PA, Maela Kloareg (Kuzulia, Plabennec, France) pour son aide et sa patience pour l'analyse des données ainsi que l'ensemble des équipes de Labofarm (Finalab) pour les analyses des échantillons biologiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bauer E., Williams B.A., Smidt H., Verstegen M.W.A., Mosenthin R., 2006. Influence of the gastrointestinal microbiota on development of the immune system in young animals. *Curr. Issues Intest. Microbiol.*, 7, 35-51.
- Brunon M., Trombani C., Ropars M., Le Roux M., Launay S., 2020. Déterminants de la flore microbiologique de la soupe et ses conséquences sur les porcs charcutiers en engraissement. *Journées Rech. Porcine*, 52, 147-152.
- Demecková V., Kelly D., Coutts A.G.P., Brooks P.H., Campbell A., 2002. The effect of fermented liquid feeding on the faecal microbiology and colostrum quality of farrowing sows. *Int. J. Food Microbiol.*, 79, 85-97.
- Drochner W., Scholz H., Hertrampf B., 1983. Untersuchungen über die Zusammensetzung von Mischfuttermitteln für Ferkel und Mastschweine sowie Einzelfuttermitteln in Problembeständen (ein Erfahrungsbericht). *Dtsch. tierärztl. Wochenschr.*, 121-128.
- Geary T.M., 1997. Improving the performance of weaner pigs through developments in liquid feeding. <https://pearl.plymouth.ac.uk/handle/10026.1/2793>.
- Grahofner A., Gurtner C., Nathues H., 2017. Haemorrhagic bowel syndrome in fattening pigs. *Porc. Health Manag.*, 3, 27.
- Häni H., Zimmermann W., Huber A., Schmidt J., 1993. Das hämorrhagische intestinalsyndrom (HIS) des Schweines: klinische, pathologisch-anatomische und ätiopathogenetische Aspekte. *Schweiz Arch Tierheilkd*, 117-124.
- Hermann-Bank M.L., Skovgaard K., Stockmarr A., Strube M.L., Larsen N., Kongsted H., Ingerslev H.C., Mølbak L. and Boye M., 2015. Characterization of the bacterial gut microbiota of piglets suffering from new neonatal porcine diarrhoea. *BMC Vet. Res.*, 11, 139
- Kamphues J., 2004. Beurteilung v. Futtermitteln. In: Kamphues J., Coenen M., Kienzle E., Pallauf J., Simon O., Zentek J. (Eds). *Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung.*, 137-147.
- Katouli M., Lund A., Wallgren P., Kühn I., Söderlind O., Möllby R., 1997. Metabolic fingerprinting and fermentative capacity of the intestinal flora of pigs during pre- and post-weaning periods. *J. Appl. Microbiol.*, 83, 147-154.
- Kongsted H., Pedersen K., Hjulsager C.K., Larsen L.E., Pedersen K.S., Jorsal S.E., Bækbo P., 2018. Diarrhoea in neonatal piglets: a case control study on microbiological findings. *Porc. Health Manag.*, 4,17.
- Larsson J., Lindberg R., Aspán A., Grandon R., Westergren E., Jacobson M., 2014. Neonatal piglet diarrhoea associated with enteroadherent *Enterococcus hirae*. *J. Comp. Pathol.*, 151, 137-147.
- Larsson J., Aspán A., Lindberg R., Grandon R., Baverud V., Fall N., Jacobson M., 2015. Pathological and bacteriological characterization of neonatal porcine diarrhoea of uncertain aetiology. *J. Med. Microbiol.*, 64, 916-926.
- Pluske J.R., Turpin D.L., Kim J.-C., 2018. Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig. *Anim. Nutr.*, 4, 187-196.
- Royer E., Moundy G., Albar J., Martineau G.P., 2002. Evaluations quantitatives de l'hygiène des différents maillons des machines à soupe. *Proc. Conférence « De la démarche hygiène à la biosécurité »*, 39-53.
- Royer E., Moundy G., Albar J., Martineau G.P., 2004. Analyse descriptive du degré d'hygiène microbiologique de la machine à soupe dans neuf élevages porcins : 1 - Influence des différents maillons du circuit. *Revue Méd. Vét.*, 155, 12, 609-618.
- Royer E., Moundy G., Albar J., 2005. Analyse descriptive du degré d'hygiène microbiologique de la machine à soupe dans neuf élevages porcins : 2 - Influence des soupes résiduelles et des aliments. *Revue Méd. Vét.*, 156, 1, 23-28.
- Sansom B.F., Glead P.T., 1981. The ingestion of sow's faeces by suckling piglets. *Br. J. Nutr.*, 46, 451-456.
- Thompson C.L., Wang B., Holmes A.J., 2008. The immediate environment during postnatal development has long-term impact on gut community structure in pigs. *ISME J.*, 2, 739-748.
- Thomson J.R., Friendship R.M., 2012. Digestive system. In: Zimmermann, J., Karriker, L.A., Ramirez, A., Schwartz, K.J., Stevenson, G.W. (Eds). *Diseases of swine*, 216-8. 10th éd.