

1.4. Analyses statistiques

La diversité a été analysée en terme d'OTU (*Operational Taxonomic Units*) et une analyse d' « abondance différentielle » a été réalisée pour caractériser l'abondance relative des taxons au moyen d'un modèle de mélange dit « zero-inflated log-normal model ». Les valeurs de *P* ont été ajustées à l'aide du taux de fausses découvertes (False Discovery Rate, FDR) à l'aide du package « metagenomeseq » du logiciel R (RStudio v.3.5.1).

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Performances de croissance

Les sources de cuivre n'ont pas affecté la consommation d'aliment (moyenne de 454 g/j/porc). Ces résultats ne corroborent pas ceux observés par Bikker *et al.* (2016), qui ont noté que la supplémentation de cuivre à haute dose (160 mg/kg) augmentait la consommation du sevrage jusqu'à 40 jours de PS.

Cependant, une augmentation de 8,6 % du poids vif final a été observée chez les porcelets ayant reçu le Cu₂O par rapport à ceux qui ont consommé le CuSO₄. Ces résultats vont de pair avec une diminution de l'indice de consommation (IC) sur la période 15-35 jours. Des études précédentes ont montré que, comparé au sulfate, la source d'oxyde de dicuivre tendait à augmenter le GMQ et le poids vif (Roméo *et al.*, 2018).

2.2. Microbiote intestinal

L'exposition au Cu a diminué la diversité alpha dans la portion distale par rapport à la proximale de l'intestin. L'indice Shannon a été de 1,98 dans la portion distale et de 2,58 dans la portion proximale. Dans la portion proximale, la diversité bactérienne et la richesse d'espèces, déterminées par l'indice Shannon, ont été plus élevées (*P* < 0.05) chez les porcelets recevant Cu₂O (3,06) que chez ceux ayant consommé CuSO₄ (2,20).

Les porcelets qui ont consommé le CuSO₄ ont montré une abondance relative plus élevée (FDR ≤ 0.2) des Enterobacteriaceae (1551,5) et *Clostridium* (85,3) ainsi qu'une moindre abondance relative des Bifidobacteriaceae (< 0,01) comparativement au traitement avec le Cu₂O (307, 42,6 et 23,8, respectivement ; **Figure 1**). Parmi les bactéries qui font partie de la famille des Enterobacteriaceae, certaines souches d'*Escherichia coli*, ont été associées aux diarrhées post-sevrage du porcelet (Luppi, 2017) ; certaines espèces de *Clostridium*, comme *C. difficile*, sont responsables de l'entérite néonatal chez le porcelet (Hopman *et al.*, 2011).

Des résultats similaires ont été obtenus par Ambrosio *et al.* (2018), rapportant que le Cu₂O à haute dose a réduit significativement la présence de *E. coli* dans l'iléum comparativement au CuSO₄. L'effet du Cu sur les bactéries peut être lié à son état redox : le Cu(I), la forme « cuivreux » réduite, a montré un effet antibactérien plus fort en conditions anaérobies que le Cu(II), la forme « cuprique » oxydée. Dans notre étude, la diminution de ces bactéries pourrait donc être associée à une meilleure santé intestinale et, par conséquent, au poids final plus élevé des porcelets du groupe Cu₂O.

Dans la portion distale, il n'y a pas eu de différence d'abondance relative pour les Coliformes (*Enterobacter*, *Klebsiella* et *Escherichia*) ni pour les Lactobacillus (moyenne de 16244,7 OTU).

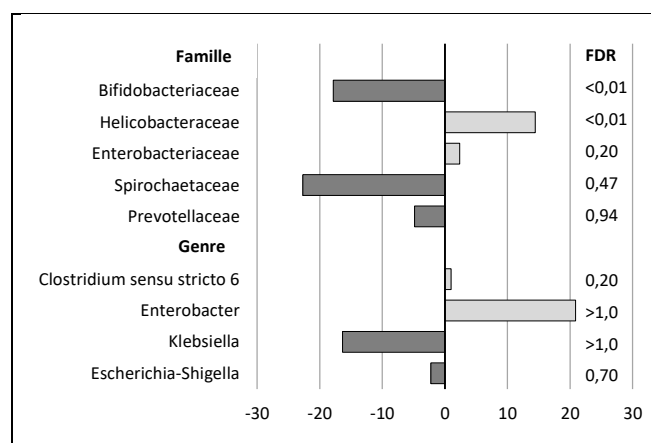


Figure 1 – Différence entre Cu₂O et CuSO₄ aux niveaux de famille et genre dans la portion proximale de l'intestin. Valeurs positives (■) et négatives (■) indiquant une abondance plus ou moins élevée respectivement, pour le CuSO₄ par rapport au Cu₂O.

CONCLUSION

Pour conclure, un plus grand index de diversité bactérienne et une réduction de l'abondance des Enterobacteriaceae et des *Clostridium* dans la portion proximale pourraient expliquer l'amélioration de poids vif chez les porcelets qui ont reçu Cu₂O.

REMERCIEMENTS

Ce projet (www.suminapp.eu) a été financé par Eurostars, avec co-financement du BPI en France et du CDTI en Espagne, dans le cadre d'Horizon 2020 de l'Union européenne.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ambrosio C.S., Smidt H., van Baal J., Roméo A., Bikker P., 2018. Differential effects of dietary copper sulphate and copper(I)oxide on gut microbiota of weaned piglets. 14th International Symposium on Digestive Physiology of Pigs (DPP2018), 141.
- Bikker P., Jongbloed A.W., van Baal J., 2016. Dose-dependent effects of copper supplementation of nursery diets on growth performance and fecal consistency in weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 94, 181-186.
- Hopman N.E.M., Keessen E.C., Harmanus C., Sanders I.M.J.G., van Leengoed L.A.M.G., Kuijper E.J., Lipman L.J.A., 2011. Acquisition of *Clostridium difficile* by piglets. *Vet. Microbiol.*, 149, 186-192.
- Luppi, A., 2017. Swine enteric colibacillosis: diagnosis, therapy and antimicrobial resistance. *Porcine Health Management*, 3:16.
- Roméo A., Durosoy S., van Baal J., Bikker P., 2018. Effet de deux sources de cuivre sur les performances et le statut en cuivre de porcelets sevrés. *Journées Rech. Porcine*, 50, 131-136.
- Zhang F., Zheng W., Guo R., Yao W., 2017. Effect of dietary copper level on the gut microbiota and its correlation with serum inflammatory cytokines in Sprague-Dawley rats. *J. Microbiol.*, 55, 694-702.