

L'exposition à des courants parasites de moins de 0,5 V dans les abreuvoirs et les nourrisseurs modifie le comportement et le statut oxydant des porcelets en post-sevrage

Théo NICOLAZO (1), Elodie MERLOT (2), Caroline CLOUARD (2), Gwenaél BOULBRIA (1), Arnaud LEBRET (1), Céline CHEVANCE (1), Justine JEUSSELIN (1), Valérie NORMAND (1), Charlotte TEIXEIRA-COSTA (1)

(1) REZOLUTION, Diagnostics et Conseils en Élevage Porcin, Parc d'Activités de Gohélève, 56920 Noyal-Pontivy France

(2) PEGASE, INRAE Institut Agro, Le Clos, 35590 Saint-Gilles France

t.nicolazo@rezolution.fr

Avec la collaboration de Raphaël COMTE (2) et Sophie DARE (2)

L'exposition à des courants parasites de moins de 0,5 V dans les abreuvoirs et les nourrisseurs modifie le comportement et le statut oxydant des porcelets en post-sevrage

Cette étude a pour objet l'évaluation de l'impact de courants parasites de faible tension présents dans le mobilier d'élevage sur des indicateurs comportementaux et physiologiques de bien-être et de santé des porcs. Deux bandes successives de 860 porcs sevrés à 28 jours et répartis dans deux salles, avec 12 cases de 33 à 36 porcelets par salle, ont été incluses dans cette étude. Dans chaque case, la différence de potentiel entre le sol et chaque abreuvoir et nourrisseur a été mesurée toutes les deux semaines. Les porcelets ont été répartis en quatre groupes en fonction du voltage dans les abreuvoirs et les nourrisseurs. Des observations comportementales réalisées *via* la méthode du scan sampling deux fois par semaine pendant sept semaines montrent que les porcelets exposés à des hauts voltages dans les abreuvoirs (HTA > 125 mV) passent moins de temps debout inactifs ($P = 0,05$) et plus de temps à manipuler leurs congénères ($P = 0,003$). Les porcelets exposés à des hauts voltages dans les nourrisseurs (HTN > 50 mV) passent moins de temps à dormir ($P = 0,02$). Les porcelets exposés à des tensions parasites dans les nourrisseurs passent plus de temps à flairer et agresser les congénères, mais cet effet est influencé par le niveau de voltage dans les abreuvoirs ($P = 0,02$ et $P = 0,03$, respectivement). La concentration en hydroperoxydes tend à être supérieure chez les porcelets exposés à des tensions parasites dans les abreuvoirs et les nourrisseurs ($P = 0,06$). Nos résultats suggèrent que la présence de courants parasites influencerait les comportements et le statut oxydatif des porcelets en post-sevrage.

Contact voltages < 0.5 V in feeders and drinkers influence the behaviour and oxidative status of piglets

The aim of this study was to evaluate the impact of stray voltages < 0.5V in pig housing on the behaviour of piglets and health and welfare biomarkers after weaning. For this study, two consecutive batches of 860 pigs weaned at 28 days were divided between two rooms of 12 pens, each with 33-36 piglets. In each pen, the difference in electrical potential between the floor and each drinker and feeder was measured every two weeks. Piglets were divided into four groups as a function of the voltage in drinkers and feeders. Behaviour was observed by scan sampling twice a week for seven weeks. It showed that piglets exposed to high-voltage drinkers (> 125 mV) spent less time standing inactive ($P = 0.05$) and more time orally manipulating pen mates ($P = 0.003$). Piglets exposed to high-voltage feeders (> 50 mV) spent less time sleeping ($P = 0.02$). They also spent more time nosing and being aggressive to pen mates but these effects were influenced by the voltages in drinkers ($P = 0.03$ and 0.02 , respectively). Hydroperoxides concentration tended to be higher in piglets exposed to high voltages in both drinkers and feeders ($P = 0.06$). Our results suggest that the presence of stray currents in housing might influence the behaviour and oxidative status of piglets in post-weaning facilities.

INTRODUCTION

Dans les bâtiments d'élevage, les systèmes de mise à la terre doivent être correctement installés pour assurer la sécurité électrique, sans quoi les animaux peuvent être exposés à des tensions parasites. Les tensions de contact sont des courants parasites de faible tension, inférieure à 10 V, mesurées entre deux points qui peuvent être mis en contact simultanément par un animal (USDA-ARS Publication 696, 1991). Ce sont des courants qui circulent dans le mobilier d'élevage, qui génèrent des différences de tension, par exemple entre le sol et l'abreuvoir ou entre le sol et le nourrisseur. Ils ne sont pas ressentis par l'homme mais des conséquences ont été décrites sur les animaux, le plus souvent chez les vaches laitières. La présence de tensions parasites dans l'environnement des animaux est généralement mise en évidence par des changements de comportements, une baisse de production et/ou d'autres réponses physiologiques (Hillman *et al.*, 2013). Chez les porcs, les publications scientifiques sur les conséquences des tensions de contact sont rares et les rapports sont plutôt anciens. Néanmoins, certaines études de terrain ont mentionné une réticence des porcs à boire aux abreuvoirs, une réduction de l'appétit, une augmentation des comportements agressifs, de l'agitation, de la nervosité, des écrasements de porcelets par les truies, une altération de la croissance et divers autres problèmes de santé, comme la nécrose d'oreilles (Stetson *et al.*, 1981 ; Gillespie, 1984 ; Wright *et al.*, 1985 ; Berton *et al.*, 2018). Gustafson *et al.* (1985) ont rapporté que le temps passé à boire et le volume de consommation d'eau étaient diminués chez les porcs d'engraissement exposés à 3,6 V par rapport à ceux exposés à 2,8 V. Une autre étude a rapporté qu'une source continue ou transitoire de courant parasite inférieur à 8 V n'avait pas d'effet délétère pour les porcs d'engraissement (Robert *et al.*, 1992). En particulier, les performances zootechniques (croissance et indice de consommation) n'étaient pas affectées. Dans une autre étude, Robert *et al.* (1991) n'ont pas observé de modification des postures, ni d'augmentation des comportements agressifs, mais une augmentation du temps passé à l'abreuvoir en présence de courants parasites. Ces études ont été réalisées dans des conditions contrôlées en stations expérimentales en Amérique du Nord sur des animaux exposés à une tension sinusoïdale à courant alternatif de 60 Hertz. Des courants de fréquence plus élevée sont souvent présents dans les fermes, comme décrit dans les fermes laitières (Hillman *et al.*, 2013). L'objectif de notre étude était d'évaluer les effets de l'exposition à une tension de contact naturelle inférieure à 1 V sur le comportement, le statut inflammatoire et la sécrétion de cortisol de porcelets en post-sevrage.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Déclaration éthique

Les procédures mises en œuvre dans cette étude ont été approuvées par le comité d'éthique de la recherche vétérinaire d'Oniris (École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation, Nantes, France) (N° CERVO-2021-17-V).

1.2. Dispositif expérimental

Cette étude a été réalisée entre mai et septembre 2021 dans un élevage post-sevrage-engraisseur situé en France. Deux bandes consécutives de 860 porcelets de 28 jours environ (Large White x Landrace x Tai Zumu x Piétrain) ont été inclus dans cette

étude. J0 correspond à l'arrivée en post-sevrage. Les porcelets ont été répartis au hasard dans deux salles identiques, avec 12 cases de 33 à 36 porcelets par salle. Le sol était entièrement en caillebotis plastiques avec un nourrisseur à sec et deux abreuvoirs en acier inoxydable, et deux objets d'enrichissement par case (une chaîne et un jouet en bois). Cet élevage était indemne du virus du Syndrome Dysgénésique et Respiratoire Porcin. Les porcelets ont été vaccinés lors de l'inclusion contre le circovirus porcin de type 2 (PCV-2) et *Mycoplasma hyopneumoniae*.

1.3. Dispositif expérimental

Dans cet élevage, les porcs étaient soumis à un courant électrique naturel incontrôlé de basse tension (< 0,5 V), qui avait déjà été mis en évidence avant l'étude. Au cours de l'essai, la différence de potentiel entre le sol et chaque abreuvoir et nourrisseur a été mesurée dans chaque case, avec un voltmètre (Multimètre C.A 5273 Portable 1000V c.a. 10A c.a., Chauvin Arnoux, Asnières-sur-Seine, France), toutes les deux semaines (J9, J23, J37 et J50) (Tableau 1). Afin de créer du contraste, dans une salle tous les abreuvoirs et les nourrisseurs étaient reliés à la terre, tandis que dans l'autre aucun ne l'était. Pour la seconde bande, les salles reliées à la terre ou non ont été inversées. Ce dispositif a permis de générer de la variabilité inter et intra-salle dans les courants et de classer les cases selon leur degré d'exposition. Les abreuvoirs ayant une tension de contact moyenne supérieure à 125 mV ont été catégorisés « abreuvoirs haute tension » (HTA), tandis que les autres abreuvoirs ont été identifiés « abreuvoirs basse tension » (BTA). De même, les nourrisseurs dont la tension de contact moyenne était supérieure à 50 mV étaient considérés comme des « nourrisseurs haute tension » (HTN), tandis que les autres nourrisseurs étaient considérés comme des « nourrisseurs basse tension » (BTN). Les seuils de tension ont été choisis en s'approchant autant que possible de la médiane des mesures de tension au cours de l'essai. Enfin, la température et l'humidité dans les pièces ont été enregistrées en continu.

1.4. Mesures, prélèvements et analyses de laboratoire

1.4.1. Observations comportementales

Lors de l'inclusion, deux ou trois porcs focaux par case ont été sélectionnés au hasard et identifiés avec une boucle supplémentaire et un spray de couleur sur leur dos. Après une période d'habituation de 8 jours à la présence de l'observateur, les activités comportementales (inactivité, exploration, interactions sociales locomotion et maintenance) des porcs focaux ont été notées en direct par un observateur unique toutes les 5 minutes par *scan sampling* (Altmann, 1974) pendant deux séances de 1 h/jour (matin et après-midi) pendant 12 jours répartis entre J9 à J48 (tous les mardis et vendredis), ce qui représente au total 288 scans par animal.

1.4.2. Paramètres physiologiques

Des prélèvements de sang sur tubes héparinés ont été effectués à J9, J30 et J50 sur 84 porcelets également répartis dans les deux salles, aléatoirement choisis et identifiés avec une boucle supplémentaire. Les échantillons de sang ont été immédiatement conservés dans des conditions de froid positif et centrifugés dans les quatre heures suivant le prélèvement à 3000 g pendant 15 minutes. Le plasma a été stocké à -20°C jusqu'aux analyses. La concentration plasmatique d'haptoglobine a été déterminée à l'aide d'une méthode colorimétrique automatisée (phase Haptoglobine Assay T801 ;

Tridelta Ltd, Maynooth, Irlande) et mesurée par un automate (Konelab 20XT Multichannel Analyzer ; Thermo Scientific, Courtaboeuf, France). La concentration en espèces réactives à l'oxygène a été mesurée par spectrophotométrie à l'aide d'un kit commercial (test dROM, Diacron, Grosseto, Italie). Ce test mesure la concentration d'hydroperoxydes (HPO) générés par la peroxydation des lipides, des protéines ou des acides nucléiques (Buchet *et al.*, 2017). Les résultats de l'essai sont exprimés en CARRU (unité Carratelli, 1 CARRU = 0,08 mg H₂O₂/100 ml d'échantillon). Les antioxydants ont été mesurés en déterminant le potentiel oxydant du sang (BAP) (test BAP, Diacron, Grosseto, Italie). Le BAP résulte des effets combinés de nombreux antioxydants tels que l'acide urique, l'acide ascorbique, les protéines, l'alpha-tocophérol ou la bilirubine. Les résultats sont exprimés en µmol/L équivalent vitamine C. Ces deux tests ont été réalisés sur l'analyseur automatisé Konelab 20. Enfin, un indice de stress oxydatif (OSI) a été calculé en faisant le rapport entre les HPO et le BAP (CARRU/µmol/L de Vit C) (Sharma *et al.*, 1999).

Un second échantillon de 68 porcelets a été tondu dans la région dorso-lombaire à J0 et J50 et identifié avec une boucle supplémentaire. Une fois échantillonnées, les soies ont été congelées à -20 °C jusqu'à l'analyse. L'extraction du cortisol à partir d'échantillons de soies s'est faite en suivant la méthode de Casal *et al.* (2017). Enfin, des prélèvements de fluides oraux collectifs ont été réalisés à J9, J23, J37, J50 en suspendant pendant 30 minutes deux cordes en coton dans chaque case afin de mesurer la concentration en cortisol salivaire. Le cortisol pileaire et salivaire a ensuite été dosé à l'aide d'un kit de dosage immunologique par luminescence (IBL International GmbH, Hambourg, Allemagne)

1.5. Analyse statistique

La gestion des données a été effectuée avec Excel 2019 (Microsoft Corporation, Redmond, États-Unis) et les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de R Studio (R Core Team, 2020). Les porcs ont été répartis en quatre groupes en fonction du niveau moyen de tensions de contact mesuré au niveau des abreuvoirs et nourrisseurs pendant l'étude : BTA/HTN, BTA/HTN, HTA/HTN et HTA/HTN. Au sein de chaque groupe, les porcs sont l'unité expérimentale. Une différence significative est observée si $P \leq 0,05$. De même, une tendance est observée si $0,05 < P \leq 0,10$.

1.5.1. Observations comportementales

Les données comportementales ont été moyennées par jour et sont exprimées en proportion du total de scans. Si les résidus n'avaient pas une distribution suivant la loi normale, la transformation racine carrée ou logarithme, suivant le cas, a été appliquée aux variables avant l'analyse statistique. Aucun effet significatif de la semaine d'observation n'a été mis en évidence sur les observations comportementales dans un premier modèle. De ce fait, les effets fixes de la tension dans les abreuvoirs, dans les nourrisseurs et leur interaction ont été analysés à l'aide d'un modèle linéaire mixte, avec la case et la bande comme effets aléatoires.

1.5.2. Biomarqueurs

Les concentrations salivaires et pileaires de cortisol, et plasmatiques d'haptoglobine, de BAP, d'HPO et l'OSI ont été présentées sous forme de moyennes et d'erreurs types. Si les résidus n'avaient pas une distribution suivant la loi normale, les analyses statistiques étaient effectuées sur des données transformées logarithmiquement. Les effets fixes de la tension

dans les abreuvoirs, dans les nourrisseurs et leur interaction ont été analysés à l'aide d'un modèle mixte, avec le porc, la case et la bande sous forme d'effets aléatoires.

2. RESULTATS

2.1. Paramètres environnementaux

Au cours de l'essai, les mesures ont indiqué des courants parasites de basse tension dans tous les abreuvoirs et nourrisseurs en acier inoxydable. Les tensions variaient de 20 mV à 290 mV dans les abreuvoirs et de 20 mV à 180 mV dans les nourrisseurs. Ceci a permis de classer 12 cases dans la catégorie HTA/HTN, 15 cases dans la catégorie HTA/HTN, 8 cases dans la catégorie BTA/HTN et 13 cases dans la catégorie BTA/HTN. Les quatre catégories de cases en résultant étaient réparties de façon relativement équilibrée entre les deux salles à chaque répétition. Dans les deux salles, les températures ambiantes et l'humidité relative sont restées stables tout au long de l'essai.

2.2. Données zootechniques

Tous les porcelets ont été individuellement pesés à l'inclusion (J0) et à la fin de l'essai (J50). Le gain moyen quotidien au cours de l'essai était de 520 g. Il n'y avait pas de différence significative entre les gains moyens quotidiens des quatre groupes ($P = 0,67$).

2.3. Observations comportementales

Au total, 25 HTA/HTN porcs, 26 HTA/HTN porcs, 17 BTA/HTN porcs et 25 BTA/HTN porcs ont été observés. Les autres porcs focaux ont été exclus au cours de l'essai (pour maladie ou mortalité). Les activités comportementales sont présentées en proportion (moyenne \pm erreur type de la moyenne (SEM)) du total de scans (i.e., total d'observations) (Tableau 1). Dans l'ensemble, le temps passé inactif (debout ou couché) représentait 53 % du temps total d'observation, réparti en inactif debout ou couché avec les yeux ouverts (34 %) et inactif couché avec les yeux fermés (13 %). Les porcs passaient moins de temps debout inactifs lorsque la tension dans les abreuvoirs était supérieure à 125 mV ($P = 0,05$). Les porcs exposés à des tensions élevées dans les abreuvoirs passaient aussi plus de temps couchés inactifs les yeux ouverts que ceux exposés à des tensions basses, mais cela dépendait de la tension dans les nourrisseurs (interaction, $P = 0,002$). Les porcs exposés à des tensions hautes dans les nourrisseurs passaient moins de temps couchés les yeux fermés ($P = 0,02$).

Les comportements sociaux représentaient 16,9 % du temps total d'observation, avec 13,7 % de flairage, 2,1 % de manipulation orale des congénères et 1,1 % d'agressions. La proportion de temps passé à flairer et à agresser leurs congénères a été influencée par l'interaction des tensions dans les abreuvoirs et les nourrisseurs ($P = 0,02$ et $P = 0,03$, respectivement). Les porcs exposés à de hautes tensions dans les nourrisseurs ont passé plus de temps à agresser leurs congénères que ceux exposés à des tensions basses, mais la différence était plus marquée avec des tensions basses dans les abreuvoirs. A contrario, les porcs exposés à de hautes tensions dans les abreuvoirs passaient moins de temps à flairer les congénères que ceux exposés à des tensions basses, mais cela dépendait de la tension dans les nourrisseurs. Les porcs exposés à une tension élevée dans les nourrisseurs ont passé plus de temps à manipuler leurs congénères que ceux exposés à une tension basse ($P = 0,03$).

Les comportements exploratoires non-sociaux représentaient 15 % du temps total d'observation, avec 12,2 % du temps à explorer la case et 2,8 % de temps à manipuler les objets d'enrichissement. La proportion du temps passé à manipuler les objets d'enrichissement tendait à être affectée par l'interaction abreuvoirs x nourrisseurs ($P = 0,05$), les porcs exposés à une tension haute dans les nourrisseurs et les abreuvoirs tendant à passer plus de temps à manipuler les objets par rapport aux autres groupes. La proportion du temps passé à explorer la case était affectée par l'interaction entre les abreuvoirs et les

nourrisseurs ($P = 0,03$). Les animaux exposés à une tension haute dans l'abreuvoir passaient moins de temps à explorer la case que ceux exposés à une tension basse, mais seulement lorsque la tension était basse dans le nourrisseur ($P = 0,04$). Le temps passé à marcher ou à être engagé dans des comportements liés à l'ingestion et à la maintenance (manger, boire, éliminer) n'ont pas été affectés ni par la tension dans les abreuvoirs, ni par la tension dans les nourrisseurs, ni par leur interaction.

Tableau 1 - Activité comportementale des porcelets observés de J9 à J48¹

| Abreuvoirs | BTA | | HTA | | <i>P-values</i> | | |
|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|--------------|--------------|
| | BTN | HTN | BTN | HTN | A | N | A x N |
| Comportements inactifs | | | | | | | |
| Couché inactif (yeux ouverts) | 0,32 ^a ± 0,01 | 0,32 ^a ± 0,01 | 0,39 ^b ± 0,01 | 0,37 ^{ab} ± 0,01 | 0,002 | 0,40 | 0,002 |
| Couché inactif (yeux fermés) | 0,14 ± 0,01 | 0,12 ± 0,012 | 0,13 ± 0,009 | 0,10 ± 0,01 | 0,41 | 0,02 | 0,54 |
| Debout inactif | 0,061 ± 0,004 | 0,069 ± 0,005 | 0,043 ± 0,003 | 0,043 ± 0,003 | 0,051 | 0,77 | 0,18 |
| Comportements sociaux | | | | | | | |
| Flairage des congénères | 0,12 ^{ab} ± 0,005 | 0,14 ^b ± 0,007 | 0,10 ^a ± 0,004 | 0,11 ^{ab} ± 0,005 | 0,04 | 0,002 | 0,02 |
| Agression des congénères | 0,007 ^a ± 0,001 | 0,014 ^b ± 0,002 | 0,010 ^{ab} ± 0,001 | 0,014 ^{ab} ± 0,002 | 0,83 | 0,008 | 0,03 |
| Manipulation orale des congénères | 0,018 ± 0,002 | 0,017 ± 0,003 | 0,023 ± 0,002 | 0,024 ± 0,003 | 0,003 | 0,50 | 0,23 |
| Comportements d'exploration | | | | | | | |
| Exploration des objets d'enrichissement | 0,029 ± 0,003 | 0,029 ± 0,004 | 0,027 ± 0,003 | 0,034 ± 0,004 | 0,60 | 0,91 | 0,053 |
| Exploration de la case | 0,13 ^a ± 0,006 | 0,12 ^{ab} ± 0,007 | 0,11 ^b ± 0,005 | 0,13 ^{ab} ± 0,006 | 0,92 | 0,51 | 0,03 |
| Comportements de locomotion | | | | | | | |
| Déplacement | 0,005 ± 0,001 | 0,006 ± 0,001 | 0,004 ± 0,001 | 0,006 ± 0,001 | 0,82 | 0,54 | 0,27 |
| Comportements de maintenance | | | | | | | |
| Alimentation | 0,11 ± 0,006 | 0,10 ± 0,008 | 0,11 ± 0,006 | 0,11 ± 0,007 | 0,72 | 0,30 | 0,83 |
| Abreuvement | 0,031 ± 0,002 | 0,029 ± 0,003 | 0,029 ± 0,002 | 0,024 ± 0,002 | 0,43 | 0,40 | 0,20 |
| Élimination | 0,007 ± 0,001 | 0,005 ± 0,001 | 0,010 ± 0,002 | 0,009 ± 0,002 | 0,26 | 0,78 | 0,58 |

¹Les données sont présentées comme les proportions du total de scans (moyenne ± erreur type de la moyenne (SEM)). A : abreuvoirs ; N : nourrisseurs. Les effets significatifs sont indiqués en **gras** ($P < 0,05$) et les tendances sont indiquées en **gras italique** ($0,05 < P < 0,10$). Pour chaque variable, les valeurs ne présentant aucune lettre commune diffèrent significativement entre elle ($P < 0,05$).

2.4. Cortisol

La concentration de cortisol salivaire a augmenté de manière significative au cours de l'essai ; cependant la concentration de cortisol salivaire ne différait pas significativement entre les groupes. Des tendances ont été observées pour l'influence des tensions dans les nourrisseurs ($P = 0,07$) et l'interaction entre les abreuvoirs et les nourrisseurs ($P = 0,07$). La concentration de cortisol salivaire avait tendance à être plus basse dans le groupe avec une haute tension des nourrisseurs. La concentration de cortisol dans les soies tendait à être supérieure en présence de courants parasites dans les nourrisseurs ($P = 0,09$) (Tableau 2).

2.5. Paramètres sanguins

Les résultats présentés des paramètres sanguins sont issus de 19 porcs, 26 porcs, 15 porcs et 24 porcs des groupes HTA/HTN, HTA/BTN, BTA/HTN et BTA/BTN respectivement. Les résultats moyens ($\pm\sigma$) au cours de l'essai sont présentés dans le tableau 2 et par jour de prélèvement dans la figure 1. La concentration plasmatique moyenne d'haptoglobine était respectivement de 1,75 g/L, 1,90 g/L, 1,92 g/L et 2,23 g/L dans les groupes HTA/HTN, HTA/BTN, BTA/HTN et BTA/BTN. Cependant, elle n'a pas été affectée par la tension de contact dans les abreuvoirs ni dans les nourrisseurs ni par leur interaction, quel que soit le jour de l'étude ($P = 0,15$) (Figure 1.a). La concentration moyenne d'HPO était respectivement de 1215,1 CARRU, 1204,5 CARRU,

1216,1 CARRU et 1333,4 CARRU dans les groupes HTA/HTN, HTA/BTN, BTA/HTN et BTA/BTN. La concentration de HPO était affectée par la tension des abreuvoirs ($P = 0,03$) et avait tendance à être affectée par la tension des nourrisseurs ($P = 0,06$) et leur interaction ($P = 0,06$). L'HPO plasmatique est restée stable entre J9 et J30 et a augmenté de manière significative à J50 ($P = 0,008$) (Figure 1.b). A J9, la concentration plasmatique moyenne d'HPO avait tendance à être plus élevée dans le groupe HTA/HTN que dans le groupe BTA/BTN ($P = 0,097$) (Figure 1.b). A J50, la concentration plasmatique moyenne de HPO était significativement plus élevée dans le groupe HTA/HTN que dans le groupe HTA/BTN ($P = 0,02$) et avait tendance à être plus élevée que dans les groupes BTA/HTN et BTA/BTN ($P = 0,08$ et $P = 0,052$ respectivement) (Figure 1.b). La concentration plasmatique de BAP était respectivement de 2726,02 $\mu\text{mol/l}$ eq Vit C, 2770,05 $\mu\text{mol/l}$ eq Vit C, 2776,26 $\mu\text{mol/l}$ eq Vit C et 2783,06 $\mu\text{mol/l}$ eq Vit C dans les groupes HTA/HTN, HTA/BTN, BTA/HTN et BTA/BTN. La concentration de BAP avait tendance à augmenter avec l'augmentation de la tension de contact des abreuvoirs ($P = 0,10$) (Tableau 2). La concentration plasmatique de BAP a augmenté de manière significative entre J0+9 et J30 ($P < 0,0001$) et aucune différence n'a été observée entre les quatre groupes (Figure 1.c). Enfin, l'OSI était également significativement plus élevé dans le groupe HTA/HTN que dans les groupes HTA/BTN et BTA/HTN et avait tendance à être plus élevé que dans le groupe BTA/BTN (Tableau 2). A J9, aucune différence significative n'a été

observée entre les quatre groupes. A J50, l'OSI du groupe HTA/HTN était significativement plus élevé que pour le groupe HTA/BTN ($P = 0,04$) et avait tendance à être plus élevé que pour

les groupes BTA/HTN et BTA/BTN ($P = 0,09$ et $P = 0,095$ respectivement) (Figure 1.d).

Tableau 2. - Concentration plasmatique d'haptoglobine, d'hydroperoxydes (HPO), de capacité antioxydante sanguine (BAP) et d'indice de stress oxydatif (OSI), concentration salivaire et pileaire de cortisol au cours de l'essai¹

| Abreuvoirs | BTA | | HTA | | P-values | | |
|--|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | BTN | HTN | BTN | HTN | A | N | AxN |
| Cortisol | | | | | | | |
| Cortisol salivaire (ng/mL) | 3,0 ± 1,1 | 2,6 ± 0,8 | 2,9 ± 1,2 | 2,6 ± 0,7 | 0,31 | 0,07 | 0,07 |
| Cortisol pileaire (ng/g) | 12,7 ± 2,1 | 12,8 ± 2,6 | 12,4 ± 2,8 | 13,6 ± 3,1 | 0,77 | 0,09 | 0,18 |
| Paramètres sanguins | | | | | | | |
| Haptoglobine (g/L) | 1,8 ± 1,5 | 1,9 ± 1,5 | 1,9 ± 1,5 | 2,2 ± 1,7 | 0,29 | 0,16 | 0,38 |
| HPO (CARRU) | 1215,1 ± 225 ^a | 1204,5 ± 218,1 ^a | 1216,1 ± 238,8 ^a | 1333,4 ± 250,8 ^b | 0,03 | 0,06 | 0,06 |
| BAP (µmol/L eq Vit C) | 2726,0 ± 267,3 | 2770,1 ± 263,8 | 2776,3 ± 273,4 | 2783,1 ± 289,7 | 0,10 | 0,73 | 0,45 |
| OSI (CARRU.µmol ⁻¹ .L eq Vit C) | 0,45 ± 0,1 ^{ab} | 0,44 ± 0,1 ^a | 0,44 ± 0,1 ^a | 0,48 ± 0,1 ^b | 0,14 | 0,09 | 0,08 |

¹Les données sont présentées comme la moyenne ± écarts types pour chaque paramètre. A : abreuvoirs ; N : nourrisseurs. Les principaux effets significatifs sont indiqués en **gras** ($p \leq 0,05$) et la tendance est indiquée en **italique gras** ($0,05 < P \leq 0,10$). Pour chaque variable, les valeurs ne présentant aucune lettre commune diffèrent significativement entre elle ($P < 0,05$). HTA = haute tension dans les abreuvoirs (> 125 mV) ; BTA = basse tension dans les abreuvoirs (≤ 125 mV) ; HTN = haute tension dans le nourrisseur (> 50 mV) ; BTN = basse tension dans le nourrisseur (≤ 50 mV).

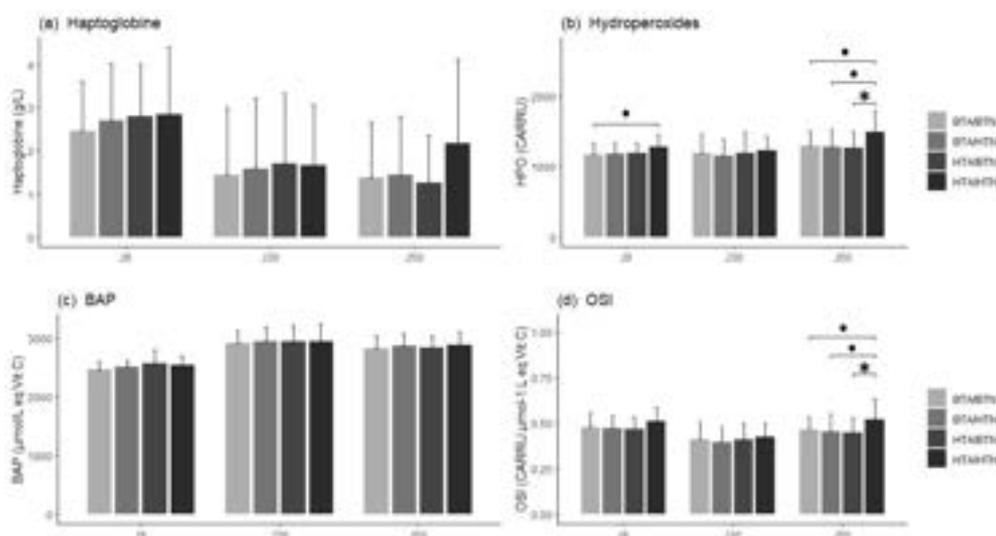


Figure 1. Concentration plasmatique d'haptoglobine (a), d'hydroperoxydes (b), de capacité antioxydante sanguine (BAP) (c) et indice de stress oxydatif (OSI) (d) aux jours 9, 30 et 50 de l'étude¹.

¹Toutes les données sont présentées comme la moyenne ($\pm \sigma$) des résultats obtenus pour chaque groupe. • : $0,1 > P > 0,05$. * : $0,05 \geq P \geq 0,01$. HTA = haute tension dans les abreuvoirs (> 125 mV) ; BTA = basse tension dans les abreuvoirs (≤ 125 mV) ; HTN = haute tension dans le nourrisseur (> 50 mV) ; BTN = basse tension dans le nourrisseur (≤ 50 mV)

3. DISCUSSION

L'objectif de cette étude menée sur le terrain était d'étudier les effets des courants de contact de basse tension dans l'environnement sur le comportement et les biomarqueurs physiologiques liés à la santé des porcelets en post-sevrage.

Il faut lire nos résultats avec prudence car il s'agit d'un sujet très controversé. Les auteurs partagent dans cet article les résultats de leurs travaux dans lesquels ils ont essayé d'être aussi rigoureux que possible avec d'autres facteurs environnementaux, qui auraient pu affecter les paramètres enregistrés. Cet article est une preuve de concept et la première étape pour des prochaines études.

Nos résultats suggèrent que la présence de courants parasites dans l'environnement pourrait modifier durablement les

comportements des porcelets en post-sevrage. Les porcelets exposés à des courants parasites > 50 mV dans les nourrisseurs passaient moins de temps couchés les yeux fermés, ce qui peut suggérer que dans ce contexte les porcelets sont moins détendus et plus stressés. De même, ils passaient plus de temps à agresser leurs congénères, bien que cet effet dépendait de la tension dans les abreuvoirs. Les comportements agressifs apparaissent immédiatement après la mise en groupe lors de la mise en place de la hiérarchie (Bolhuis *et al.*, 2005). Mais, si elles se poursuivent dans le temps, ces agressions entre porcelets suggèrent des situations d'inconfort, d'irritabilité, d'ennui ou de frustration (Ruis *et al.*, 2002). Nos observations comportementales ont débuté 8 jours après la mise en groupe ; nous pouvons supposer que la hiérarchie était alors établie et que la présence de courants parasites dans l'environnement aboutit à une telle situation. La présence de courants parasites dans l'environnement semble également modifier l'occurrence

des flairages entre porcelets. En particulier, nous avons observé moins de flairages en présence de courants parasites > 125 mV dans les abreuvoirs, bien que cet effet dépendait de la tension dans les nourrisseurs. Les flairages entre congénères sont considérés comme socio-positifs car ils semblent impliqués dans la cohésion du groupe et les mécanismes de reconnaissance sociales (Camerlink et Turner, 2013). Les porcelets exposés à des courants parasites > 125 mV dans les abreuvoirs passaient aussi plus de temps à manipuler leurs congénères. Ce comportement peut refléter une augmentation du stress ou de la frustration et peut générer des blessures (en particulier des lésions cutanées). Globalement, nous avons observé une augmentation des comportements sociaux-négatifs et une diminution des comportements socio-positifs avec des tensions parasites dans l'environnement supérieures à 125 mV et 50 mV dans les abreuvoirs et les nourrisseurs respectivement. Ces changements peuvent refléter une altération du bien-être. Enfin, la présence de courants parasites influençait le temps passé à explorer le milieu et les objets d'enrichissement. L'exploration du milieu est un comportement important pour le porc car il passe autour de 70 % de son temps actif à exprimer ce comportement dans des conditions optimales de bien-être. Ainsi, bien que des études complémentaires devront être mises en œuvre pour consolider nos hypothèses, ces résultats préliminaires suggèrent un potentiel effet délétère des courants parasites sur le bien-être des porcs en élevage.

Les résultats de l'analyse de la concentration de cortisol salivaire indiquent que les courants parasites détectés dans cette étude n'ont pas influencé la sécrétion de cortisol, ce qui

est en accord avec des études menées chez les bovins (Rigalma *et al.*, 2011). Ce résultat suggère que, même s'il a été en mesure de modifier le comportement des porcs, le stress engendré par les courants parasites a dû rester à un niveau modéré.

Le stress oxydant résulte le plus souvent d'une activité métabolique importante, par exemple en réponse à divers stress, lésions tissulaires ou situations d'inflammation (Durand *et al.*, 2022). Nous n'avons pas observé de différence entre les groupes concernant la concentration d'haptoglobine dans le sang. La présence de courant parasite ne semble pas affecter le niveau d'inflammation des porcs dans notre essai. Néanmoins, la présence de courants parasites dans les abreuvoirs a fait augmenter significativement la concentration sanguine en hydroperoxydes. La littérature rapporte que des courants plus élevés, dans diverses espèces, peuvent effectivement générer du stress oxydant (Consales *et al.*, 2012).

CONCLUSION

Nos résultats suggèrent que la présence de courants de contact de basse tension dans les abreuvoirs et/ou dans les nourrisseurs a affecté le comportement des porcs. Des effets ont également été constatés sur le statut oxydatif des porcs, avec notamment une augmentation significative de la concentration en hydroperoxydes dans le sang. Nos résultats suggèrent que la présence de courants parasites pourrait être une source de stress physiologique pour les porcs. A notre connaissance, cette étude est la première à rapporter des effets des courants parasites inférieurs à 0,5 V sur le comportement et la santé des porcs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Altmann J., 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behav.*, 49, 227-267.
- Berton P., Normand V., Lebreton A., Boulbria G., Chevance C., Desson D., Metais J., Bouchet F., 2018 Ear necrosis in growers related to stray voltage? A case report. Proc. Conference "10th European Symposium of Porcine Health Management", Barcelone, Espagne, pp. 266.
- Bolhuis J.E., Schouten W.G.P., Schrama J.W., Wiegant V.M., 2005. Behavioural development of pigs with different coping characteristics in barren and substrate-enriched housing conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 93, 213-228.
- Buchet A., Belloc C., Leblanc-Maridor M., Merlot E., 2017. Effects of age and weaning conditions on blood indicators of oxidative status in pigs. *PLOS ONE*, 12, e0178487.
- Camerlink I., Turner S.P., 2013. The pig's nose and its role in dominance relationships and harmful behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 145, 84-91.
- Casal N., Manteca X., Peña R., Bassols A., Fàbrega E., 2017. Analysis of cortisol in hair samples as an indicator of stress in pigs. *Journ. Vet. Behav.* DOI: 10.1016/j.jveb.2017.01.002
- Consales C., Merla C., Marino C., Benassi B., 2012. Electromagnetic Fields, Oxidative Stress, and Neurodegeneration. *Int. J. Cell Biol.*, 2012, e683897.
- Durand D., Collin A., Merlot E., Baéza E., Gilloteau L.A., 2022. Review: Implication of redox imbalance in animal health and performance at critical periods, insights from different farm species. *Animal*, 16, 100543.
- Gillespie T.G., 1984. Stray electrical voltage. Proc. Conference "Swine Herd Health Programming Conference", University of Minnesota, Saint Paul, USA, pp 260-262.
- Gustafson R.J., Appleman R.D., Brennan T.N. 1986. Electrical current sensitivity of growing-finishing swine for drinking. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 29, 592-596
- Hillman D., Stetzer D., Graham M., Goetze C.L., Mathson K.E., Vanhorn H.H., 2013. Relationship of electric power quality to milk production of dairy herds - field study with literature review. *Sci. Total Environ.*, 447, 500-514.
- R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2020
- Rigalma K., Duvaux-Ponter C., Oliveira A., Martin O., Louyot T., Deschamps F., Roussel S., 2011. Determination of a stray voltage threshold in Holstein heifers, influence of predictability and past experience on behavioural and physiological responses. *Anim. Welfare*, 20, 385-395.
- Robert S., Matte J.J., Bertin-Mahieux J., Martineau G.P., 1991. Effects of continuous stray voltage on health, growth and welfare of fattening pigs. *Can. J. Vet. Res. Rev. Can. Rech. Veterinaire*, 55, 371-376.
- Robert S., Matte J.J., Bertin-Mahieux J., Martineau G.P., 1992. Stray voltage: Its influence on swine production during the fattening period. *Can. J. Anim. Sci.* 72:467-475.
- Ruis M.A.W., te Brake J.H.A., Engel B., Buist W.G., Blokhuis H.J., 2002. Implications of coping characteristics and social status for welfare and production of paired growing gilts. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 75, 207-231.
- Sharma R.K., Pasqualotto F.F., Nelson D.R., Thomas A.J., Agarwal A., 1999. The reactive oxygen species-total antioxidant capacity score is a new measure of oxidative stress to predict male infertility. *Hum. Reprod. Oxf. Engl.*, 14, 2801-2807.
- Stetson L.E., Beccard A.D., DeShazer J.A., 1981. Stray voltage in a farrowing unit. A case study. *Transactions of the ASAE* 24, 1062-1064.
- USDA-ARS Publication 696, 1991. Effects of electrical voltage/current on farm animals: how to detect and remedy problems. Washington D.C. US Gov. Print. Off.
- Wright R.E., Ackerman C.W., Spray R.A., 1985. Stray electricity in swine units. *Anim. Health. Nutri.*, 18-20.