



Quels sont les facteurs associés aux niveaux de parasitisme interne chez les porcs dans les systèmes d'élevage alternatifs ?

Maxime DELSART (1), Nicolas ROSE (2), Barbara DUFOUR (1), Jean-Michel RÉPÉRANT (3), Radu BLAGA (4), Chantal BENOIT (3), Amandine BLAIZOT (4), Édouard BOUDIN (2), Jean-François DA-COSTA (1), Virginie DORENLOR (2), Florent EONO (2), Éric EVENO (2), Stéphane KERPHÉRIQUE (2), Gilles POULAIN (2), Marie SOUQUIÈRE (2), Martine THOMAS-HÉNAFF (3), Sandra THOUMIRE (4), Françoise POL (5), Christelle FABLET (2)

(1) Anses, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Laboratoire de Santé Animale USC EPIMAI, 94700 Maisons-Alfort, France

(2) Anses Ploufragan-Plouzané-Niort, Unité EPISABE, 22440 Ploufragan, France

(3) Anses Ploufragan-Plouzané-Niort, Unité VIPAC, 22440 Ploufragan, France

(4) Anses, INRAE, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Laboratoire de Santé Animale, BIPAR, 94700 Maisons-Alfort, France

(5) ONIRIS, 101 Rte de Gachet, 44300 Nantes, France

maxime.delsart@vet-alfort.fr

Quels sont les facteurs associés aux niveaux de parasitisme interne chez les porcs dans les systèmes d'élevage alternatifs ?

Une étude a été menée dans 112 élevages porcins alternatifs français (sur litière ou avec accès à l'extérieur) où des échantillons fécaux et sanguins ont été prélevés sur 10 truies, 10 porcs de 10-12 semaines d'âge et/ou 10 porcs en fin d'engraissement pour une analyse coprologique ainsi que pour des recherches d'anticorps dirigés contre *Ascaris suum* et *Toxoplasma gondii*. Des informations concernant la structure et la conduite de l'élevage ont été collectées lors de la visite de l'exploitation et ont fait l'objet d'analyses multidimensionnelles afin de déterminer des profils d'élevages au regard de l'infestation parasitaire et les caractéristiques de l'exploitation qui leur sont associés. Des oocystes de coccidies ont été observés dans les fèces de porcs dans la majorité des élevages (84 %), suivis par des œufs de strongles (55 %), *Trichuris suis* (32 %) et *A. suum* (16 %). Les taux d'élevages séropositifs pour *A. suum* et *T. gondii* étaient respectivement de 80 % et 56 %. L'hygiène et notamment la décontamination des installations sont des facteurs associés à un faible niveau de parasitisme. À l'inverse, l'élevage en plein air ou sur litière, un entretien médiocre des bâtiments, les élevages de petite taille ainsi que la saison (été) sont des paramètres associés à des niveaux élevés de parasitisme. L'utilisation de traitements anthelminthiques multiples sur les porcs en croissance était associée à une faible excrétion d'œufs de *T. suis* mais à des niveaux élevés de séroprévalence pour *A. suum*. Même si certains facteurs ne sont pas sous le contrôle des éleveurs (e.g. saison), des marges d'amélioration existent concernant l'hygiène et l'utilisation appropriée de traitements antiparasitaires.

What factors are associated with levels of internal parasitism in pigs in alternative rearing systems?

A study was carried out on 112 French alternative pig farms (on litter or with access to the outdoors) where faecal and blood samples were taken from 10 sows, 10 pigs aged 10-12 weeks and/or 10 pigs at the end of fattening for faecal and serological analysis (targeting *Ascaris suum* and *Toxoplasma gondii*). Information about the farm structure and management was collected during the on-farm visit, and was analysed multidimensionally to identify groups of farm profiles with a similar level of parasitic infestation and associated farm characteristics. Coccidia oocysts were observed in pig faeces on most farms (84 %), followed by strongyles eggs (55 %), *Trichuris suis* (32 %) and *A. suum* (16 %). At least two *A. suum* seropositive finisher pigs were found on 80 % of the farms, and at least one *T. gondii* seropositive finisher pig or sow on 56 % of the farms. Hygiene and, in particular, decontamination of facilities were associated with low levels of parasitism. Conversely, free-range or litter rearing, poor building maintenance, low pig numbers and the season (summer) were associated with high levels of parasitism. The use of multiple anthelmintic treatments on growing pigs was associated with low *T. suis* egg excretion but with high levels of *A. suum* seroprevalence. Although some factors are beyond the control of farmers (e.g. season), there is room for improving hygiene and the use of antiparasitic treatments.

INTRODUCTION

Les endoparasitoses sont des maladies courantes chez les porcs dans le monde entier (Brewer et Greve, 2019). Parmi les parasites internes les plus fréquemment isolés dans la production porcine des pays tempérés, figurent des protozoaires, comme des coccidies, ou encore des helminthes, comme *Ascaris suum*, *Oesophagostomum* spp., *Hyostrongylus rubidus* ou *Trichuris suis*. L'infestation par ces parasites internes peut entraîner des pertes économiques importantes, dues principalement à la dégradation des performances de croissance et de conversion alimentaire (Ózsvári, 2018). Elle peut aussi constituer un facteur de risque pour d'autres maladies du tube digestif, comme l'infection par *Lawsonia intracellularis* (Pearce, 1999) ou le portage intestinal de *Salmonella* (Steenhard et al., 2002). Enfin, elle peut interférer avec la prise vaccinale, comme cela a été montré pour *A. suum* et la vaccination contre *Mycoplasma hyopneumoniae* (Steenhard et al., 2009).

La présence de parasites internes ainsi que l'intensité des infestations sont fortement influencées par le système de production. Alors qu'une diminution du nombre d'espèces de parasites et de la pression d'infestation est constatée dans les élevages en bâtiment sur caillebotis (Nansen et Roepstorff, 1999), le parasitisme interne reste une préoccupation majeure dans les élevages sur litière et/ou ayant un accès plein-air (Yaeger et al., 2009 ; Rousing, 2011 ; Früh et al., 2018 ; Delsart et al., 2020). Ces conditions d'élevage sont plus favorables au développement et à la survie des différents stades des parasites dans l'environnement (Salajpal et al., 2013). En effet, contrairement au système d'élevage conventionnel où il est possible de supprimer ou diminuer la plupart des agents infectieux dans l'environnement, cette démarche est beaucoup plus compliquée dans les systèmes sur paille, et presque impossible à l'extérieur (Delsart et al., 2020).

Le terme d'élevage alternatif peut recouvrir plusieurs acceptions. Dans la suite de cet article, nous définissons comme « alternatif » tout système d'élevage n'élevant pas l'intégralité des porcs en bâtiments fermés et sur sols en caillebotis et/ou en béton c'est-à-dire différent des structures contemporaines prédominantes (Guy et Edwards, 2006). Il existe une grande diversité de systèmes de production alternatifs. On retrouve à la fois des élevages en plein-air, permettant aux porcs d'avoir un accès à l'extérieur et d'être en contact avec le sol et les plantes en croissance (Honeyman et al., 2001), mais aussi des élevages sur litière (paille, sciure, foin...).

Les objectifs de la présente étude étaient (i) d'estimer la fréquence des infestations par les endoparasites les plus courants (strongles, *A. suum*, *T. suis*, coccidies, *Toxoplasma gondii*) chez des porcs de différents stades (truies, porcs en croissance et porcs en fin d'engraissement) dans un échantillon d'élevages alternatifs français et (ii) de définir une typologie des élevages en fonction du niveau de parasitisme, des caractéristiques de l'élevage et de sa conduite. Il s'agit ici d'une étude descriptive.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Échantillon de l'étude et sélection des troupeaux

La population cible des élevages pouvant être inclus dans cette étude était constituée de l'ensemble des élevages de porcs situés en France continentale qui disposaient de logement sur

litière et/ou avec accès à l'extérieur (courette extérieure, parcours, plein-air). Si l'élevage comprenait une partie naissance (naiseur-engraisseur ou naisseur), un minimum de 20 truies était requis. S'il comprenait une partie engraissement (naiseur-engraisseur ou post-sevrage-engraisseur) un minimum de 100 porcs charcutiers était nécessaire. Tout ou partie de l'élevage devait proposer aux animaux un système d'élevage alternatif. Dans le cas des naisseurs-engraisseurs, le système alternatif devait concerner à la fois tout ou partie des truies et au moins un stade de croissance (post-sevrage et/ou engraissement). Pour être inclus, l'élevage devait en outre produire des porcs en système alternatif depuis au moins 18 mois.

1.2. Recueil des données et prélèvements des échantillons dans les élevages

Une étude transversale a été menée dans 112 élevages, en France continentale, de juin 2020 à février 2022. Chaque élevage a fait l'objet d'une visite unique, durant laquelle des questions concernant la description, la conduite technique et sanitaire de l'élevage ainsi que l'utilisation d'anthelminthiques étaient posées à l'éleveur. En parallèle, des observations et des mesures concernant l'élevage et les animaux étaient réalisées dans l'élevage, ainsi que des prélèvements sur les animaux. Dans chaque élevage, et selon les catégories d'animaux présents, 10 truies, 10 porcelets de 10 à 12 semaines et 10 porcs de plus de 22 semaines d'âge étaient sélectionnés aléatoirement. Des échantillons fécaux frais étaient prélevés au hasard, si possible sur les animaux sélectionnés, ou directement au sol immédiatement après la défécation, afin de limiter les risques de prélever plusieurs fois le même animal. Dix échantillons étaient réalisés sur chacune des catégories d'animaux. Ces échantillons étaient placés individuellement dans des pots (180 ml, polypropylène) pour coprologie. Un échantillon de sang était prélevé sur chacun des porcs de plus de 22 semaines d'âge et sur chacune des truies, par ponction de la veine jugulaire, en utilisant des tubes sous vide (Vacuette, Dutscher SAS, Brumath, France) sans anti-coagulant. Les échantillons étaient identifiés individuellement et acheminés au laboratoire pour traitement. Les déjections étaient transportées entre l'élevage et le laboratoire à une température comprise entre +4°C et +6°C. Le sérum était obtenu par centrifugation pendant 10 min à 3500 x g et conservé à -20°C jusqu'à l'analyse ultérieure.

1.3. Analyses de laboratoire

1.3.1. Coprologie

Les échantillons fécaux, réfrigérés jusqu'au moment de l'examen (à 5°C), ont été analysés individuellement. Après homogénéisation avec une spatule, trois grammes de chaque échantillon ont été mélangés durant 5 minutes avec 42 ml d'eau saturée en chlorure de sodium. Une fois la suspension tamisée, la chambre d'une cellule de McMaster a été ensuite remplie avec le surnageant. Après 10 minutes, le contenu de la chambre de la cellule de McMaster était observé au grossissement X 100. En cas d'incertitude sur les éléments observés, un grossissement X 200 était utilisé, notamment pour les oocystes de coccidies. En cas de détection, l'identification et le comptage par espèce du nombre d'oocystes de coccidies ou d'œufs de strongles, de *T. suis* ou d'*A. suum* étaient réalisés par espèce dans la chambre de la cellule de McMaster. Le nombre d'oocystes ou d'œufs par gramme de fèces était obtenu en multipliant par 100 le nombre d'oocystes ou d'œufs comptabilisés dans une chambre de la cellule de McMaster.

Si les œufs ou les oocystes étaient trop nombreux pour un comptage correct, une seconde dilution au 1/10 était réalisée, en ajoutant 9 ml de solution saline à 1 ml du 1^{er} mélange. Le nombre d'oocystes ou d'œufs par gramme de fèces était alors obtenu en multipliant par 1000 le nombre d'oocystes ou d'œufs comptabilisés dans une chambre de la cellule de McMaster.

1.3.2. Sérologie

Une analyse sérologique pour la recherche d'anticorps dirigés contre *A. suum* a été réalisée de façon individuelle, sur tous les prélèvements sanguins effectués sur les porcs en fin de croissance. Après centrifugation des prélèvements, les sérums ont été envoyés à l'Université de Ghent pour la détection des anticorps IgG dirigés contre *A. suum* à l'aide du test ELISA SERASCA®, selon les modalités décrites par Vlamincx *et al.* (2012), en utilisant l'antigène hémoglobine purifié d'*A. suum* ; le seuil de positivité était défini par un ratio de densité optique supérieur à 0,5. En ce qui concerne *T. gondii*, une analyse sérologique a été réalisée sur chacun des prélèvements sanguins effectués sur les truies et les porcs en fin d'engraissement. Les sérums des porcs ont été analysés par le test d'agglutination modifié (MAT) pour la détection de l'immunoglobuline (IgG) spécifique de *T. gondii* en utilisant un antigène préparé à partir de tachyzoïtes RH entiers fixés dans du formol, comme décrit par Dubey et Desmonts (1987) fourni par le Centre national de référence pour la toxoplasmose à Reims, France (Villena *et al.*, 2012). Les échantillons de sérum ont été dilués deux fois en commençant par une dilution 1:6 jusqu'à une dilution 1:12 288. Le seuil de dilution était de 1:6.

1.4. Analyses statistiques

1.4.1. Description du parasitisme

Le statut de chaque élevage (infesté ou non infesté) pour les helminthes (strongles, *A. suum*, *T. suis*) et pour les coccidies a été déterminé à partir de l'examen des échantillons fécaux. Un élevage a été considéré comme infesté si au moins un œuf d'helminthe ou un oocyste de coccidie avait été observé. De la même manière, le statut de chaque catégorie d'animaux (truies, porcelets, porcs en fin d'engraissement) a été défini et les pourcentages d'animaux infestés ont été calculés pour chaque élevage. Un élevage était considéré positif en sérologie vis-à-vis d'*A. suum* si au moins deux prélèvements sur les 10 réalisés étaient positifs. Ce seuil a été défini suite à l'estimation bayésienne de la sensibilité et de la spécificité des diagnostics coprologiques et sérologiques pour *A. suum* (Delsart, 2023). Un élevage était considéré comme positif en sérologie vis-à-vis de *T. gondii* si le taux de positivité était strictement supérieur à zéro après prise en compte de la sensibilité (82,9 %) et de la spécificité (90,3 %) de la MAT. Dans le cas de *T. gondii*, la positivité a été définie au niveau de l'élevage, mais aussi par catégorie d'animaux (truies et porcs en fin d'engraissement). L'analyse descriptive des résultats a été réalisée avec le logiciel R (R Development Core Team, 2008).

1.4.2. Relation entre les parasites

Les associations entre les pourcentages d'animaux infestés par au moins un œuf de strongles, d'*A. suum*, de *T. suis*, par au moins un oocyste de coccidie dans chaque catégorie d'animaux de chaque élevage et le taux de séropositivité pour *T. gondii* et *A. suum* ont été étudiées par analyse en composantes principales (ACP) (Rstudio®, packages FactoMineR et Factoshiny). La diversité des types d'élevages nous a poussé à réaliser ce travail successivement sur trois sous populations : étude des relations (i) parmi les élevages disposant de

reproducteurs (92 élevages naisseurs et naisseurs engraisseurs), (ii) parmi les élevages disposant de porcs sevrés en croissance (100 élevages post-sevrés engraisseurs et naisseurs engraisseurs) et enfin (iii) parmi les élevages disposant à la fois de reproducteurs et de porcs sevrés en croissance (80 élevages naisseurs engraisseurs exclusivement).

1.4.3. Relation entre le parasitisme, les caractéristiques et la conduite d'élevage

Six classifications ascendantes hiérarchiques (CAH) (Rstudio®, packages FactoMineR et Factoshiny) ont été réalisées afin de regrouper en clusters les élevages disposant à la fois de truies et de porcs sevrés en croissance en fonction de leur statut vis-à-vis (i) du parasitisme en général, (ii) des strongles, (iii) de *T. suis*, (iv) d'*A. suum*, (v) des coccidies ou (vi) de *T. gondii*. L'association entre les niveaux de parasitisme définis par les clusters et les variables qualitatives décrivant le type d'élevage (sept variables), les modalités de logement (27 variables), la conduite des animaux (deux variables), la conduite sanitaire (huit variables) et la conduite antiparasitaire (10 variables), ainsi que la saison durant laquelle l'élevage a été visité, a été testée par analyse univariée (test du Chi² ou test exact de Fisher si les conditions d'application du test du Chi² n'étaient pas respectées). Les variables dont la valeur-p à ce test était inférieure à 25 % étaient conservées pour une analyse multivariée. La colinéarité entre les variables sélectionnées a ensuite été testée ($p < 0,05$, test du Chi² ou test exact de Fisher si les conditions d'application du test du Chi² n'étaient pas respectées). Lorsque les variables étaient trop redondantes, nous avons retenu celles qui décrivaient le mieux l'ensemble des variables concernées. Les relations entre les éléments conservés et les statuts parasitaires étaient ensuite étudiées par analyse des correspondances multiples (ACM) (Rstudio®, packages FactoMineR et Factoshiny). Cette analyse a été réalisée sur les 80 élevages naisseurs-engraisseurs afin de disposer de l'ensemble des données descriptives des élevages. La variable décrivant le niveau de parasitisme a été incluse dans l'ACM en variable supplémentaire. Dans un premier temps, l'étude a été réalisée en tenant compte du niveau de parasitisme général des élevages. Afin d'identifier des facteurs spécifiques à chaque type de parasite au-delà des facteurs communs à tous, des analyses ont ensuite été réalisées pour chacun des helminthes, les coccidies et *T. gondii* de façon séparée. Le principe a été de faire des ACM successives en retirant les variables les moins contributrices à la construction des axes sur lesquels les groupes d'élevages (clusters de parasitisme) étaient principalement représentés.

2. RESULTATS

2.1. Analyses coprologiques

Parmi les 112 élevages, seuls six ne présentaient aucun œuf d'helminthes ou oocyste de coccidies. Dans chaque élevage infesté, en moyenne 63 % des truies prélevées présentaient au moins un œuf d'helminthes ou oocyste de coccidies dans leur fèces (médiane = 80 %), 26 % des porcelets de 10-12 semaines d'âge (médiane = 10 %) et 42 % des porcs d'au moins 22 semaines d'âge (médiane = 30 %).

Des oocystes de coccidies ont été observés dans 83,9 % des élevages, des œufs de strongles, *A. suum* et *T. suis* dans respectivement 54,5 %, 16,1 % et 32,1 % des élevages. La proportion d'élevages infestés par parasite et par catégorie d'animaux est détaillée dans la figure 1. Nous n'avons pas été jusqu'à la détermination du genre des coccidies observées.

Toutefois, au regard de la morphologie globale des oocystes observés et surtout de l'âge des animaux prélevés, il est fort probable que les oocystes mis en évidence dans notre étude soient des oocystes d'*Eimeria*. Parmi les autres parasites observés, notons des œufs de *Strongyloides* spp. dans deux élevages (dans les déjections d'une truie pour l'un et dans les fèces d'un porcelet de 10-12 semaines d'âge pour l'autre) et des œufs de parasites non identifiés dans deux autres élevages.

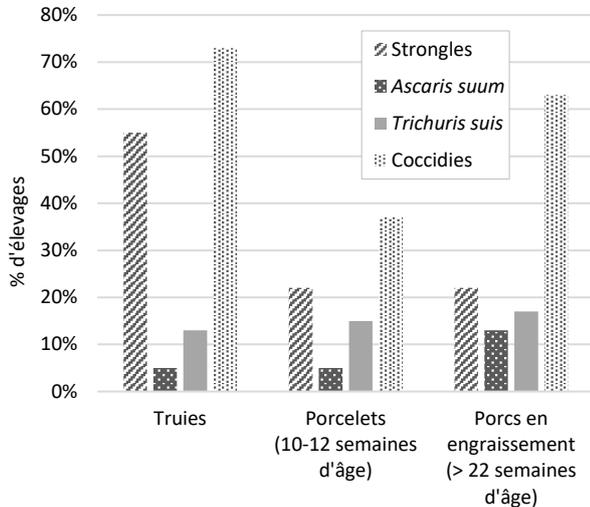


Figure 1 - Proportions d'élevages infestés par parasite et par catégorie d'animaux (112 élevages dont 92 avec des truies et 100 avec des porcs en croissance).

2.2. Analyses sérologiques

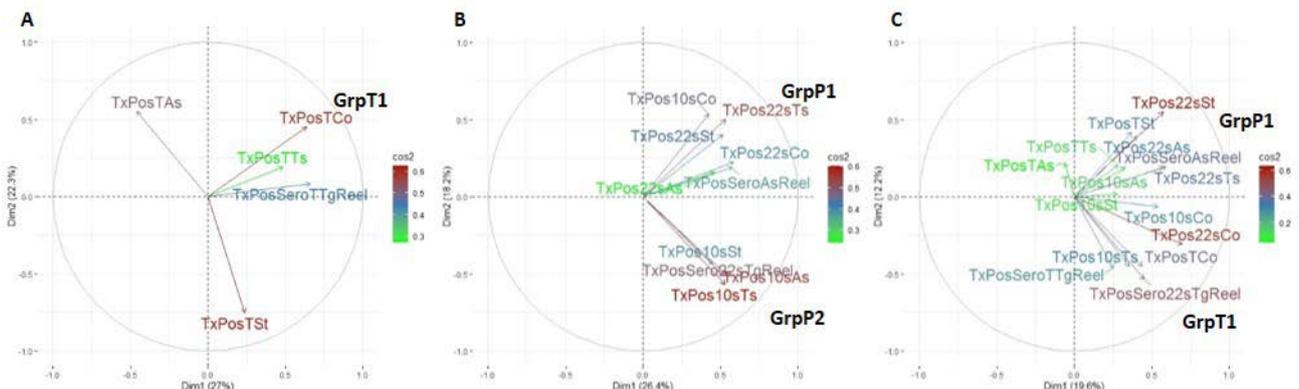
La détection des IgG dirigés contre *A. suum* a été réalisé sur les porcs en fin d'engraissement dans 100 élevages de type naisseur-engraisseur ou post-sevreur-engraisseur. Quarante-vingt pour cent des élevages ont présenté au moins deux prélèvements séropositifs pour *A. suum*. Le taux moyen

d'animaux séropositifs par élevage était de 44,5 % ($\sigma = 30,5$; médiane = 40 ; min = 0 ; max = 100).

Les analyses sérologiques vis-à-vis de *T. gondii* ont été réalisées à la fois sur les truies et sur les porcs d'au moins 22 semaines d'âge. Après correction en tenant compte des caractéristiques du test MAT, 63 des 112 élevages (56,2 %) présentaient un taux d'animaux séropositifs supérieur à zéro. La proportion de truies et de porcs en fin de croissance séropositifs vis-à-vis de *T. gondii* était strictement supérieure à zéro dans respectivement 70,6 % des élevages ayant des reproducteurs (naisseurs et naisseurs-engraisseurs) et 39,0 % des élevages ayant des porcs sevrés en croissance (naisseurs-engraisseurs ou post-sevreur-engraisseurs). Le taux moyen d'animaux séropositifs par élevage était de 15,1 % ($\sigma = 23,1$; min = 0 ; max = 96). En moyenne 26,4 % des truies ($\sigma = 33,6$; min = 0 ; max = 100) et 6,6 % des porcs d'au moins 22 semaines d'âge ($\sigma = 16,8$; min = 0 ; max = 82) étaient séropositifs par élevage.

2.3. Relations entre les parasites

Une ACP a été réalisée sur trois populations. Dans les 92 élevages disposant de reproducteurs, trois groupes principaux d'associations entre les variables décrivant les fréquences d'infestation par élevage semblent se révéler (Figure 2A). Un groupe de variables positivement corrélées (GrpT1) est caractérisé par le pourcentage de truies infestées par des coccidies et le pourcentage de truies séropositives à *T. gondii*. Le deuxième ensemble de variables, négativement corrélées, comprend les pourcentages de truies positives en coprologie pour *A. suum* d'une part et pour les strongles d'autre part. Ces variables semblent indépendantes de celles du groupe GrpT1. Enfin le taux de truies positives en coprologie à *T. suis* qui ne se projette quasiment que sur la 3ème dimension (non représentée sur la figure 2) semble négativement corrélé sur cet axe au taux de truies séropositives vis-à-vis de *T. gondii*, tout en étant indépendant des autres variables.



TxPosTst : Taux de positivité des truies pour les strongles ; *TxPos10sSt* : Taux de positivité des porcelets de 10-12 semaines d'âge pour les strongles ; *TxPos22sSt* : Taux de positivité des porcs d'au moins 22 semaines d'âge pour les strongles ; *TxPosTAs* : Taux de positivité des truies pour *A. suum* ; *TxPos10sAs* : Taux de positivité des porcelets de 10-12 semaines d'âge pour *A. suum* ; *TxPos22sAs* : Taux de positivité des porcs d'au moins 22 semaines d'âge pour *A. suum* ; *TxPosTTs* : Taux de positivité des truies pour *T. suis* ; *TxPos10sTs* : Taux de positivité des porcelets de 10-12 semaines d'âge pour *T. suis* ; *TxPos22sTs* : Taux de positivité des porcs d'au moins 22 semaines d'âge pour *T. suis* ; *TxPosTCo* : Taux de positivité des truies pour les coccidies ; *TxPos10sCo* : Taux de positivité des porcelets de 10-12 semaines d'âge pour les coccidies ; *TxPos22sCo* : Taux de positivité des porcs d'au moins 22 semaines d'âge pour les coccidies ; *TxPosSeroAsReel* : Taux de séropositivité des porcs d'au moins 22 semaines d'âge pour *A. suum* ; *TxPosSeroTgReel* : Taux de séropositivité des truies pour *T. gondii* ; *TxPosSero22sTgReel* : Taux de séropositivité des porcs d'au moins 22 semaines d'âge pour *T. gondii* ; GrpT : groupes de variables associées aux taux de positivité sur les truies ; GrpP : groupes de variables associées aux taux de positivité sur les porcs sevrés en croissance.

Figure 2 - Résultats sur les deux premières dimensions des analyses en composantes principales mettant en évidence les associations entre des variables décrivant le parasitisme des truies (A, 92 élevages), sur les porcs sevrés en croissance (B, 100 élevages) et à la fois sur les porcs sevrés en croissance et les truies (C, 80 élevages).

La deuxième série d'analyses concernait les 100 élevages avec des animaux sevrés en croissance. On observe principalement deux groupes d'associations. Le premier (GrpP1, figure 2B),

regroupe les variables marquant un pourcentage plus élevé d'animaux infestés tardivement (après 22 semaines d'âge), aussi bien pour les strongles, *T. suis* et les coccidies, ainsi que le

pourcentage de porcelets infestés par des coccidies à 10-12 semaines d'âge et le pourcentage d'animaux séropositifs vis-à-vis d'*A. suum* en fin d'engraissement. Un second groupe (GrpP2, figure 2B), comprend les variables liées à un pourcentage plus élevé d'animaux infestés précocement, à 10-12 semaines d'âge, aussi bien pour *A. suum*, *T. suis* et les strongles. Ces variables sont également corrélées positivement avec le pourcentage de porcs séropositifs vis-à-vis de *T. gondii* en fin d'engraissement. La variable associée au pourcentage de porcs positifs par coprologie à *A. suum* en fin d'engraissement, projetée principalement sur l'axe 3 (non représenté sur la figure 2), ne semble alors corrélée à aucun de ces 2 groupes.

La dernière série d'analyses a concerné les élevages naisseurs-engraisseurs, disposant à la fois de truies et de porcs sevrés en croissance (80 élevages). Dans cette ACP, on retrouve le groupe de variables GrpP1 (Figure 2C), sans les variables liées aux coccidies, mais associées en plus au taux de truies positives en coprologie aux strongles. On retrouve aussi le groupe de variables GrpT1 dans un ensemble de variables regroupant les taux de positivité aux coccidies et les taux de séropositivité vis-à-vis de *T. gondii* des truies et des porcs en fin d'engraissement. Ces variables semblent indépendantes du 1^{er} groupe. Sur le plan 1-4 (non représenté sur la figure 2), les variables relatives aux taux de positivité des truies et des porcelets de 10-12 semaines d'âge aux strongles semblent liées, et indépendantes des autres variables. Le taux de truies positives à *T. suis* semble indépendant des autres variables, hormis du taux de porcelets de 10-12 semaines d'âge positifs à *A. suum*. Il est en outre négativement corrélé aux variables relatives aux taux de positivité des truies et des porcs en fin d'engraissement à *A. suum*, ces variables semblant associées entre-elles et indépendantes des taux de positivité des porcelets de 10-12 semaines d'âge à *A. suum* ou aux coccidies.

2.4. Relation entre le parasitisme, les caractéristiques et la conduite d'élevage

Le résultat de l'ACM consacrée à la pression parasitaire générale révèlent que la présence de litière en maternité, un intervalle entre bandes au moins égal à 7 semaines, un intervalle d'au moins 6 semaines entre les prélèvements de fèces faits sur les animaux en fin de croissance et le dernier vermifuge administré sur ces animaux, et des visites d'élevage en été étaient associés aux élevages présentant un niveau de parasitisme plus élevé, tandis que l'absence d'engraissement en plein-air était associée aux élevages les moins parasités.

La présence de maternités sur litière, de courettes extérieures en verraterie-gestante, l'absence de quarantaine en bâtiment, l'absence de nettoyage systématique entre bandes en post-sevrage et dans une moindre mesure le déparasitage interne des cochettes en quarantaine étaient associés aux élevages présentant le plus grand nombre d'animaux avec des œufs de strongles dans leurs déjections. A l'inverse, le nettoyage systématique entre bandes en post-sevrage était associé aux élevages présentant le moins d'animaux avec des œufs de strongles.

L'absence de conduite des reproducteurs en plein-air, que ce soit en maternité, en verraterie-gestante ou en quarantaine et la présence de litière en verraterie-gestante sont associées aux élevages présentant les proportions d'animaux avec des œufs de *T. suis* dans leur fèces les plus basses, alors que la présence de maternités ou d'un bloc verraterie-gestante en plein-air semble associée aux élevages présentant le plus d'animaux avec des œufs de *T. suis*. Ces derniers semblent plutôt être des

élevages de type naisseur-engraisseur partiel, avec un entretien médiocre des bâtiments et pratiquant peu, voire pas de traitement antiparasitaire interne sur les porcs sevrés en croissance, à l'inverse des élevages avec peu d'animaux infestés, qui pratiqueraient plus fréquemment des traitements vermifuges. Les élevages très infestés ont été visités en été ou en hiver, les faiblement infestés plutôt en automne.

Le lavage systématique des maternités entre bandes et le fait de déparasiter au maximum une fois les porcs sevrés en croissance sont des variables associées aux élevages ayant présenté strictement moins de deux porcs séropositifs vis-à-vis d'*A. suum*. Dans une moindre mesure, ces élevages semblent avoir de grands intervalles entre bandes. A *contrario*, déparasiter au moins 2 fois les porcs sevrés durant leur phase de croissance et les truies au moins 2 fois par an semblent être des mesures associées aux élevages présentant au moins deux porcs séropositifs vis-à-vis d'*A. suum*.

Des visites estivales, un intervalle entre bandes d'au moins 7 semaines et l'absence de lavage systématique des engraissements entre bandes sont associés aux élevages présentant le plus d'animaux avec des oocystes de coccidies dans leurs déjections, alors que des visites automnales ou hivernales, l'absence d'engraissement plein-air et le lavage systématique des engraissements entre bandes sont associés aux élevages présentant le moins d'animaux parasités.

Enfin, les élevages présentant un nombre plus élevé d'animaux séropositifs vis-à-vis de *T. gondii* ont été enquêtés principalement au printemps. Ce sont des élevages de petite taille (moins de 50 truies) avec un mauvais entretien des bâtiments et une absence de lavage systématique des engraissements.

Parmi les variables présélectionnées pour ces ACM, la colinéarité était forte entre la présence de maternité en plein-air, la présence de litière en maternité (variables négativement corrélées) et le lavage systématique des maternités entre chaque bande (variables négativement corrélées). Ces deux dernières variables étaient fortement et positivement corrélées entre elles et avec la présence de maternité en bâtiment. Par ailleurs, la présence de courettes extérieures en verraterie-gestante présentait une colinéarité forte avec le lavage systématique de la verraterie-gestante (variables positivement corrélées). Enfin, la colinéarité était forte entre le lavage systématique des engraissements entre chaque bande et le lavage systématique des post-sevrages entre chaque bande (variables positivement corrélées) ainsi qu'entre l'intervalle entre bandes et le nombre de truies par unité de travailleur humain (variables négativement corrélées).

3. DISCUSSION - CONCLUSION

Notre étude confirme que les parasites internes sont très présents dans les élevages alternatifs de porcs, près de 95 % des élevages ayant présenté (par ordre d'importance) des oocystes de coccidies et/ou des œufs de strongles, de *T. suis* et/ou d'*A. suum* dans les fèces prélevées. Ces résultats contrastent avec ceux d'autres études réalisées dans des élevages conventionnels (Delsart *et al.*, 2020). Concernant plus spécifiquement *A. suum*, il y a une grande différence entre les résultats obtenus au moyen du diagnostic coprologique (16 % des élevages avec des œufs d'*A. suum* dans au moins un prélèvement de fèces) ou avec le diagnostic sérologique (80 % des élevages avec au moins deux animaux séropositifs). Il paraît toutefois assez logique qu'on obtienne des valeurs plus élevées

avec le diagnostic sérologique. En effet, la sérologie propose une image cumulative et historique, la coprologie une mesure ponctuelle de l'infestation par des formes adultes et sexuées.

Les résultats concernant *T. gondii*, agent zoonotique pouvant être transmis à l'homme par la consommation de viande contaminée insuffisamment cuite, montrent également une fréquence élevée d'infection, avec plus de 56 % des élevages considérés comme séropositifs dans notre étude. Les relations observées entre le taux de séropositivité des animaux à *T. gondii* et les taux de truies et de porcs en fin d'engraissement positifs aux coccidies suggèrent qu'il existe sans doute des facteurs favorisants communs entre les coccidies et *T. gondii* dans les élevages. Concernant les helminthes, il semble y avoir une relation positive entre les fréquences d'infestation par les strongles et *T. suis* sur les porcs sevrés en croissance au sein de chacune des deux classes d'âge prélevées, indépendamment l'une de l'autre, que ce soit à 10-12 semaines d'âge (les fréquences d'infestation par *A. suum* sont aussi associées à celles des strongles et de *T. suis* dans cette classe d'âge) ou en fin d'engraissement. En outre, l'absence de relation entre les taux d'infestation par des helminthes sur les truies et sur les porcelets de 10-12 semaines d'âge, hormis pour les strongles, suggère que la transmission mère-porcelets n'est pas un élément fondamental dans la dynamique d'infestation d'*A. suum* ou *T. suis* dans les systèmes d'élevage alternatifs.

Notre étude confirme également que l'hygiène et notamment la décontamination des bâtiments sont des éléments associés à des faibles niveaux de parasitisme dans les élevages. *A contrario*, la conduite des animaux en plein-air ou sur litière constituent des paramètres associés à des niveaux de parasitisme dégradés, en lien avec des temps de contact avec des excréments potentiellement infestés plus élevés et des décontaminations du sol plus compliquées. De plus, on observe que les élevages dont l'entretien des abords ne permettait pas de limiter l'introduction des nuisibles, sont associés à un niveau

de séroprévalence plus important vis-à-vis de *T. gondii* et que les élevages à faible effectif d'animaux, souvent avec des intervalles entre bandes élevés, sont également associés à des niveaux de parasitisme dégradés pour *T. gondii*, mais aussi pour les coccidies. Distribuer au moins deux traitements anthelminthiques du sevrage jusqu'à l'abattage des porcs semble nécessaire pour limiter le taux d'animaux positifs à *T. suis* dans l'élevage. Mais cela ne semble pas être le cas pour *A. suum*, un nombre important de traitements anthelminthiques sur les reproducteurs et/ou sur les porcs en croissance étant associés aux élevages présentant des séroprévalences élevées pour ce parasite. Cela pourrait être dû à un manque d'efficacité des protocoles en place. Toutefois, les traitements sont aussi probablement plus fréquents dans les élevages pour lesquels un diagnostic d'ascaridiose a été établi. La sérologie propose une image cumulative et historique de l'infestation, elle ne permet pas de caractériser la présence ou l'absence du parasite après les traitements. Enfin l'été semble être une saison favorable à des niveaux de parasitisme globalement plus élevés, notamment par les coccidies et *T. suis*, en lien avec des conditions a priori plus propices à leur développement.

Même si certains facteurs ne sont pas sous le contrôle des éleveurs (e.g. saison), des marges d'amélioration existent concernant l'hygiène et l'utilisation appropriée de traitements antiparasitaires.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée dans le cadre du programme de recherche PIGAL (acronyme pour pig alternatif), piloté par l'Anses de Ploufragan-Plouzané-Niort. Nous souhaitons remercier les partenaires financiers (Avril Nutrition Animale SAS, Cooperl, Elanco, FranceAgriMer, Herta, Inaporc, Sofral le Gouessant et Zoetis France) et l'institut Carnot AgriFood Transition.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brewer M.T., Greve J.H., 2019. Internal Parasites. In: Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Karriker, Alejandro Ramirez, Kent J. Schwartz, Grégory W. Stevenson and Jianqiang Zhang, Eds. (Eds), Disease of swine, 11th ed., 1028-1040. John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, USA, 11th edition.
- Delsart M., 2023. Santé, biosécurité et bien-être animal dans les élevages de porcs en systèmes alternatifs : focus épidémiologique sur les parasites. Thèse de doctorat. Université Paris-Est Créteil, Maisons-Alfort. 370 p. Consultable : <https://enva.hal.science/tel-03991387>.
- Delsart M., Pol F., Dufour B., Rose N., Fablet C., 2020. Pig Farming in Alternative Systems: Strengths and Challenges in Terms of Animal Welfare, Biosecurity, Animal Health and Pork Safety. *Agriculture*, 10, 261.
- Dubey J.P., Desmonts G., 1987. Serological responses of equids fed *Toxoplasma gondii* oocysts. *Equine Vet. J.*, 19, 337-339.
- Früh B., Bochicchio D., Edwards S., Hegelund L., Leeb C., Sundrum A., Werne S., Wiberg S., Prunier A., 2018. Description of organic pig production in Europe. *Org. Agr.*, 4, 149-161.
- Guy J.H., Edwards S., 2006. Alternative production systems. In: Wageningen Academic Pub (Eds), *Livestock Production and Society*, 273-286. Edited by R. Geers and F. Madec. Wageningen, The Netherlands.
- Honeyman M., McGlone J.J., Kliebenstein J., Larson B., 2001. Outdoor Pig Production. *Pork Industry handbook*, 9.
- Nansen P., Roepstorff A., 1999. Parasitic helminths of the pig: factors influencing transmission and infection levels. *Int. J. Parasitol.*, 29, 877-891.
- Ózsvári L., 2018. Production impact of parasitisms and coccidiosis in swine. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 7, 217-222.
- Pearce G.P., 1999. Interactions between dietary fibre, endo-parasites and *Lawsonia intracellularis* bacteria in grower-finisher pigs. *Vet. Parasitol.*, 87, 51-61.
- R Development Core Team, 2008. R: A language and environment for statistical computing. Consultable : <http://www.R-project.org>.
- Rousing T., 2011. Final report for Project no. 1904. Prevention of selected diseases and parasites in organic pig herds - by means of HACCP based management and surveillance programme (CorePig). University of Aarhus, Aarhus, Denmark, Consultable : <https://orgprints.org/20573/>.
- Salajpal K., Karolyi D., Luković Z., 2013. Sanitary aspects of outdoor farming systems. Proc. Conference "8th International Symposium on the Mediterranean Pig - Acta agriculturae Slovenica", Ljubljana, Slovenia, pp. 109-117.
- Steenhard N.R., Jungersen G., Kokotovic B., Beshah E., Dawson H. D., Urban J. F., Roepstorff A., Thamsborg, S. M., 2009. *Ascaris suum* infection negatively affects the response to a *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccination and subsequent challenge infection in pigs. *Vaccine*, 27, 5161-5169.
- Steenhard N.R., Jensen T.K., Baggesen D.L., Roepstorff A., Møller K., 2002. Excretion in feces and mucosal persistence of *Salmonella* ser. Typhimurium in pigs subclinically infected with *Oesophagostomum* spp. *Am. J. Vet. Res.*, 63, 130-136.
- Vlaminck J., Nejsum P., Vangroenweghe F., Thamsborg S. M., Vercruyse J., Geldhof P., 2012. Evaluation of a serodiagnostic test using *Ascaris suum* haemoglobin for the detection of roundworm infections in pig populations. *Vet. Parasitol.*, 189, 267-273.
- Yaeger M., Karriker L., Layman L., Halbur P., Huber G., Van Hulzen K., 2009. Survey of disease pressures in twenty-six niche herds in the midwestern United States. *J. Swine Health Prod.*, 17, 256-263.