



HAL
open science

Élevage sans caudectomie : étude du comportement social de porcs autour d'un épisode de caudophagie

Oli Sourdin

► **To cite this version:**

Oli Sourdin. Élevage sans caudectomie : étude du comportement social de porcs autour d'un épisode de caudophagie. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04413212

HAL Id: dumas-04413212

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04413212v1>

Submitted on 23 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ANNEE 2023 - Thèse n° 114

**ELEVAGE SANS CAUDECTOMIE : ETUDE DU
COMPORTEMENT SOCIAL DE PORCS AUTOUR
D'UN EPISODE DE CAUDOPHAGIE**

THÈSE

pour l'obtention du diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

l'UFR de Médecine de l'Université

de Nantes le 14 novembre 2023

par

Oli SOURDIN

Sous la direction de

Julie HERVE

Président du jury : Monsieur Lustenberger Patrick, Professeur émérite à la faculté de médecine, Nantes

Membres du jury : Madame Hervé Julie, Maître de conférences en physiologie à Oniris

Madame Belloc Catherine, Professeur en santé des monogastriques à Oniris

Membre invité : Madame Céline Tallet, Chargée de recherche en éthologie à l'INRAE, Saint-Gilles

ANNEE 2023 - Thèse n° 114

**ELEVAGE SANS CAUDECTOMIE : ETUDE DU
COMPORTEMENT SOCIAL DE PORCS AUTOUR
D'UN EPISODE DE CAUDOPHAGIE**

THÈSE

pour l'obtention du diplôme d'État de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

l'UFR de Médecine de l'Université

de Nantes le 14 novembre 2023

par

Oli SOURDIN

Sous la direction de

Julie HERVE

Président du jury : Monsieur Lustenberger Patrick, Professeur émérite à la faculté de médecine, Nantes

Membres du jury : Madame Hervé Julie, Maître de conférences en physiologie à Oniris

Madame Belloc Catherine, Professeur en santé des monogastriques à Oniris

Membre invité : Madame Céline Tallet, Chargée de recherche en éthologie à l'INRAE, Saint-Gilles

Département **BPSA** Biologie, Pathologie et Sciences de l'Aliment

Responsable : **Emmanuel JAFFRES** – Adjointe : **Frédérique NGUYEN**

Pharmacologie et Toxicologie	Jean-Claude DESFONTIS (Pr) Yassine MALLEM (Pr) Hervé POULIQUEN (Pr)	Antoine ROSTANG (MC) Meg-Anne MORICEAU (CERC) Martine KAMMERER (PR émérite)
Physiologie fonctionnelle, cellulaire et moléculaire	Jean-Marie BACH (Pr) Lionel MARTIGNAT (Pr) Julie HERVE (MC HDR) Grégoire MIGNOT (MC)	Solenn GAVAUD (CERC)
Histologie et anatomie pathologique	Marie-Anne COLLE (Pr) Jérôme ABADIE (MC)	Laetitia JAILLARDON (MC) Frédérique NGUYEN (MC)
Biochimie alimentaire industrielle	Carole PROST (Pr) Joëlle GRUA (MC)	Clément CATANEO (MC) Alix KHALIL (MC) Laurent LE THUAUT (MC)
Microbiotech	Hervé PREVOST (Pr) Géraldine BOUE (MC) Nabila HADDAD (MC) Emmanuel JAFFRES (MC)	Mathilde MOSSER (MC) Boris MISERY (MC) Raouf TAREB (MC) Quentin PRUVOST (CEC)
PACENV = VET1	Eléonore BOUGUYON (PRAG) Nicolas BROSSAUD (PRAG)	Charlotte MOCQUARD (PRAG) Aurore CALVEL (PRAG)

Département **SAESP** Santé des Animaux d'Élevage et Santé Publique

Responsable : **Raphaël GUATTEO** – Adjoint : **Jean-Michel CAPPELIER**

Élevage, nutrition et santé des animaux domestiques	Nathalie BAREILLE (Pr) François BEAUDEAU (Pr) Christine FOURICHON (Pr)	Juan Manuel ARIZA CHACON (MC) Ségolène CALVEZ (MC HDR) Aurélien MADOUASSE (MC) Nora NAVARRO-GONZALES (MC)
Infectiologie	Alain CHAUVIN (Pr) Emmanuelle MOREAU (Pr) Nathalie RUVOEN-CLOUET (Pr) Pauline MAISONNASSE (CERC)	Albert AGOULON (MC) Suzanne BASTIAN (MC) Léa LOISEL (AERC) Kenny OBERLE (MC) Nadine RAVINET (MC)
Médecine des animaux d'élevage	Catherine BELLOC (Pr) Christophe CHARTIER (Pr émérite) Raphaël GUATTEO (Pr) Anne RELUN (MC)	Sébastien ASSIE (MC) Isabelle BREYTON (MC) Mily LEBLANC MARIDOR (MC) Maud ROUAULT (AERC)
Hygiène et qualité des aliments	Jean-Michel CAPPELIER (Pr) Louis DELAUNAY (CERC) Bruno LE BIZEC (Pr) Marie-France PILET (Pr)	Sofia STRUBBIA (MC)

Département DSC Sciences cliniques		
Responsable : Catherine IBISCH – Adjoint : Marion FUSELLIER		
Anatomie comparée	Eric BETTI (MC) Claude GUINTARD (MC) Margarida RIBEIRO DA SILVA NEUNLIST (MC Stagiaire)	
Pathologie chirurgicale et anesthésiologie	Eric AGUADO (Pr) Olivier GAUTHIER (Pr) Eric GOYENVALLE (MC HDR)	Pierre MAITRE (MC) Caroline TESSIER (MC) Gwénola TOUZOT-JOURDE (MC) Claire DEFOURMSTRAUX (MC)
Dermatologie, parasitologie des carnivores et des équidés, mycologie	Jacques GUILLOT (Pr) Emmanuel BENSIGNOR (Pr Ass)	Sabrina VIEU (AERC) Maria Dolores SANCHEZ (AERC)
Médecine interne, imagerie médicale et législation professionnelle vétérinaire	Anne COUROUCE (Pr) Jack-Yves DESCHAMPS (Pr) Françoise ROUX (Pr) Juan HERNANDEZ-RODRIGUEZ (Pr Ass) Nora BOUHSINA (MC)	Nicolas CHOUIN (MC) Amandine DRUT (MC) Marion FUSELLIER-TESSON (Pr) Catherine IBISCH (MC) Aurélia LEROUX (MC) Odile SENECAAT (MC)
Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Jean-François BRUYAS (Pr) François FIENI (Pr)	Djemil BENCHARIF (Pr) Lamia BRIAND (Pr)
Département GPA Génie des procédés alimentaires		
Responsable : Sébastien CURET-PLOQUIN – Adjointe : Vanessa JURY		
Lionel BOILLEREAUX (Pr) Sébastien CURET-PLOQUIN (Pr) Marie DE LAMBALLERIE (Pr) Francine FAYOLLE (Pr) Michel HAVET (Pr)	Alain LEBAIL (Pr) Olivier ROUAUD (Pr) Kévin CROUVISIER-URION (MC) Vanessa JURY (Pr) Emilie KORBEL (MC)	Jean-Yves MONTEAU (MC HDR) Eve-Anne NORWOOD (MC) Raphaël PORYLES (MC) Laurence POTTIER (MC) Cyril TOUBLANC (MC)
PAC-ING	Cyril Gaillard (PCEA)	
Département MSC Management, statistiques et communication		
Responsable : Samira ROUSSELIERE – Adjointe : Véronique CARIOU		
Mathématiques, statistiques, informatique	El Mostafa QANNARI (Pr émérite) Chantal THORIN (Pr Ag) Evelyne VIGNEAU (Pr) Jean-Michel GALHARRET (MC stagiaire)	Véronique CARIOU (Pr) Benjamin MAHIEU (MC) Michel SEMENOU (MC)
Economie, gestion, législation	Jean-Marc FERRANDI (Pr) Pascal BARILLOT (MC) Ibrahima BARRY (MC) Florence BEAUGRAND (MC)	Sibylle DUCHAINE (MC) Sonia MAHJOUB (MC) Samira ROUSSELIERE (MC) Christophe PAPINEAU (Ens. Cont.)
Langues et communication	Marc BRIDOU (PLPA) David GUYLER (Ens. Cont.) Nathalie GOODENOUGH (PCEA) Patricia JOSSE (Ens. Cont.)	Shaun MEEHAN (Ens. Cont.) Linda MORRIS (PCEA) Ian NICHOLSON (ENS. Cont.)

Pr Ag : Professeur Agrégé, Pr : Professeur, MC : Maître de Conférence, MCC : MC contractuel,
 PLPA : Professeur Lycée Professionnel Agricole, PCEA : Professeur Certifié Enseignement Agricole,
 HDR : Habilité à Diriger des Recherches, CERC : Chargé d'Enseignement et de Recherche Contractuel, Ens.
 Cont. : Enseignant Contractuel

REMERCIEMENTS

Aux membres du jury,

**A Monsieur Patrick Lustenberger,
Professeur émérite à la faculté de médecine de Nantes,**

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse,
Hommage respectueux.

**A Madame Julie Hervé,
Maître de conférences en physiologie à Oniris,**

Pour m'avoir fait l'honneur d'encadrer ce travail, pour votre soutien et vos conseils,
Sincères remerciements.

**A Madame Catherine Belloc,
Professeur en santé des monogastriques à Oniris,**

Pour m'avoir fait l'honneur de participer à mon jury de thèse,
Sincères remerciements.

**A Madame Céline Tallet,
Chargée de recherche en éthologie et bien-être animal à PEGASE, INRAE,**

Pour avoir initiée cette étude, encadré ce travail depuis le début et pour l'avoir suivi jusqu'à la fin,
pour votre soutien et vos conseils,
Sincères remerciements.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES ANNEXES.....	7
TABLE DES FIGURES ET PHOTOGRAPHIES.....	7
TABLE DES TABLEAUX.....	8
TABLE DES ABREVIATIONS ET SIGLES.....	8
INTRODUCTION.....	9
Partie 1 : Etude bibliographique des comportements délétères des porcs en élevage et de leur impact sur le bien-être animal.....	13
I- Les porcs dans l'élevage conventionnel.....	13
A) Fonctionnement type d'un élevage conventionnel naisseur-engraisseur.....	13
B) Histoire de l'élevage conventionnel porcin en France.....	15
1- Industrialisation de l'élevage en France.....	15
2- Evolutions de l'élevage porcin conventionnel.....	16
C) Histoire du bien-être animal en production porcine.....	17
1- Le bien-être animal et la question animale.....	17
2- Le bien-être animal en élevage porcin conventionnel.....	18
D) Comportement du porc.....	19
1- Comportement du porc en conditions semi-naturelles.....	20
2- Comportement du porc en élevage conventionnel.....	22
II- Comportements délétères du porc en élevage.....	25
A) Manifestations des comportements délétères.....	25
1- Définition.....	25
2- Ontogénèse.....	26
B) Description des comportements délétères des porcs en élevage.....	27
1- Comportements agonistiques.....	27
2- Caudophagie.....	28
3- <i>Belly-nosing</i>	30
4- Montes.....	30
C) Facteurs de risque et comment les gérer.....	31
1- Confinement.....	31
2- Environnement pauvre.....	35

3- Génétique.....	38
III) Comportements délétères : Le cas de la caudophagie et les solutions apportées.....	39
A) Caudectomie.....	39
B) Systèmes d'élevage sans caudectomie.....	40
C) Faire face à un épisode de caudophagie.....	42
1- Détection de l'épisode.....	42
2- Gestion immédiate de l'épisode.....	45
Partie 2 : Etude prospective des comportements caudophages chez des porcs en élevage conventionnel.....	47
I) Matériels et méthodes.....	48
A) Animaux, Bâtiments et gestion des animaux.....	48
B) Capture des données.....	50
C) Analyse des données.....	54
II) Résultats.....	56
A) Comportements sociaux et positions des queues avant et pendant un épisode de caudophagie.....	56
1- Corrélations observées.....	56
2- Evolution des morsures et positions des queues avant un épisode de caudophagie.....	57
B) Efficacité de l'ajout d'objets manipulables pour la gestion d'un épisode.....	58
1- Efficacité immédiate.....	58
2- Efficacité à moyen terme.....	59
III) Discussion.....	61
A) Conditions expérimentales.....	61
B) Observations.....	63
C) Corrélations.....	64
1- Corrélation entre les <i>nosing</i> et les morsures.....	64
2- Corrélations intéressant les comportements de jeu.....	65
3- Absence de corrélation entre les comportements de morsure.....	66
4- Corrélation entre les morsures des queues et la proportion de queues basses.....	66
5- Corrélations intéressant le <i>belly-nosing</i>	67
D) Détection de l'épisode.....	67
E) Efficacité des matériaux ajoutés.....	69

CONCLUSION	71
BIBLIOGRAPHIE	74
ANNEXES	86

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Extraits des données brutes sur les comportements observés en continu à la sortie du logiciel The Observer XT (B1C31 = Bande 1 Case 31).....	87
Annexe 2 : Extrait du tableau réorganisé des données comportementales observées (B1C31 = Bande 1 Case 31).....	89
Annexe 3 : Extrait des scans sur les positions des queues (B1C31 = Bande 1 Case 31 à J-2).....	90
Annexe 4 : Extrait des données sur les positions des queues (B1C31 = Bande 1 Case 1).....	91
Annexe 5 : Tableaux de corrélation.....	92

TABLE DES FIGURES ET PHOTOGRAPHIES

Figure 1 : Carte de l'abattage de porcs en France présentant le nombre de porcs tués par abattoir et la distance de celui-ci à l'élevage (en km), <i>Ifip, d'après BDPorc</i>	10
Figure 2 : Schéma des « 5 libertés » qui définissent le bien-être animal.....	11
Figure 3 : Répétition des séquences dans la conduite 7 bandes sevrage 28 jours, intervalle 3 semaines.....	14
Figure 4 : Budget-temps en phase diurne de porcs en conditions semi-naturelles, d'après <i>Stolba et al, 1989</i>	22
Figure 5 : Budgets-temps en phase diurne de porcs en élevage conventionnel et en élevage sur litière avec accès libre à une cour extérieure, d'après <i>Lebret et al, 2004</i>	23
Figure 6 : Incidence du système d'élevage sur l'expression du comportement d'exploration chez des porcs en croissance.....	24
Figure 7 : Relations supposées entre les processus sous-tendant la caudophagie et le <i>belly-nosing</i> et différents facteurs de risque , simplifié d'après <i>D'Eath et al, 2014</i>	26
Figure 8 : Comportements délétères chez le porc.....	27
Figure 9 : Schéma d'une case (C31) et du dispositif d'observation utilisé.....	49

Figure 10 : Matrice de corrélation entre les différents comportements et la proportion de queues basses observées autour d'un épisode de caudophagie.....	56
Figure 11 : <i>Box plot</i> de l'évolution du nombre de morsures des queues observées avant un épisode de caudophagie.....	57
Figure 12 : <i>Box plot</i> de l'évolution de la position des queues avant un épisode de caudophagie....	58
Figure 13 : <i>Box plot</i> du nombre de morsures avant (J-1) et après (J0) ajout d'une corde.....	59
Figure 14 : <i>Box plot</i> du nombre de morsures avant (J-1) et après (J0) ajout du dernier objet manipulable (corde ou sac).....	59
Figure 15 : <i>Box plot</i> du nombre de morsures observées entre J-1 et J6. J0 correspond au jour d'ajout du dernier objet manipulable (corde ou sac).....	60
Photographie 1 : Atelier de maternité d'un élevage où est pratiquée la socialisation précoce.....	33
Photographie 2 : Cases observées en atelier de post-sevrage.....	50
Photographie 3 : Les différentes positions de queue observées.....	53

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répertoire comportemental utilisé pour les observations en continu – Echantillonnage par comportement.....	52
Tableau 2 : Répertoire comportemental utilisé pour les scans – Echantillonnage instantané.....	53

TABLE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

BEA	Bien-être animal
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INRAE	Institut national de recherche pour l'Agronomie, l'Alimentation et l'Environnement
UE	Union Européenne

Introduction

En France et dans de nombreux pays occidentaux, le porc domestique (*Sus scrofa domesticus*) est traditionnellement élevé et consommé pour sa viande. Dans d'autres régions (notamment en Asie et en Amérique du Sud) l'élevage de porc se développe peu à peu pour répondre à une demande en viande sans cesse croissante de la population. Le porc est la deuxième viande la plus consommée au monde, juste derrière la volaille. Ces dix dernières années, la quantité de viande de porc produite dans le monde s'est stabilisée autour de 110 à 120 millions de tonnes¹, ce qui correspond à environ 800 millions d'animaux abattus chaque année². D'après les prédictions des organismes à l'origine de ces chiffres, il est probable que la consommation et la production de viande de porc dans le monde augmente de nouveau dans la décennie à venir pour atteindre environ 130 millions de tonnes par an à l'horizon 2031.

Aujourd'hui, la Chine est le pays qui produit et consomme le plus de viande de porc (51 millions de tonnes de viande produite en 2022) devant l'Union Européenne (23,2 millions de tonnes sur la même année)² au sein de laquelle la France est le troisième plus gros producteur (2,2 millions de tonnes équivalent carcasse³), derrière l'Espagne et l'Allemagne. En France, le nombre de porcs abattus est à peu près stable sur la dernière décennie (environ 21 millions en 2022³) pour un cheptel en légère baisse (13,3 millions de têtes en 2020⁴). La quasi-totalité de la viande produite est consommée à l'intérieur du pays, avec un peu d'export principalement vers la Chine. Cette consommation est complétée par des importations principalement d'origine espagnole⁴. La production Française de viande de porc est située principalement dans l'ouest, en Bretagne et Pays de la Loire (**Figure 1**).

L'élevage de porc représente une activité économique importante, en particulier dans ces régions. Il est également le sujet de débats de société actifs, portant sur son impact environnemental, le mal-être des animaux et la qualité de vie des producteurs et productrices. Il y a ainsi une forte demande de la société pour une amélioration des conditions de vie des animaux en élevage. En France, en

1 OECD-FAO - https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2015#

2 USDA - Livestock and Poultry: Worldwide Markets and Trade 2023

3 Agreste - <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-saiku/?plugin=true&query=query/open/GROSANIMAUX#query/open/GROSANIMAUX>

4 FranceAgriMer – Situation des marchés filière porcine, 2022

2020, 52% des personnes interrogées⁵ jugeaient « insatisfaisante » ou « plutôt insatisfaisante » la situation des animaux d'élevage en termes de bien-être et 62% partageaient ces opinions quant aux conditions de travail des éleveurs.

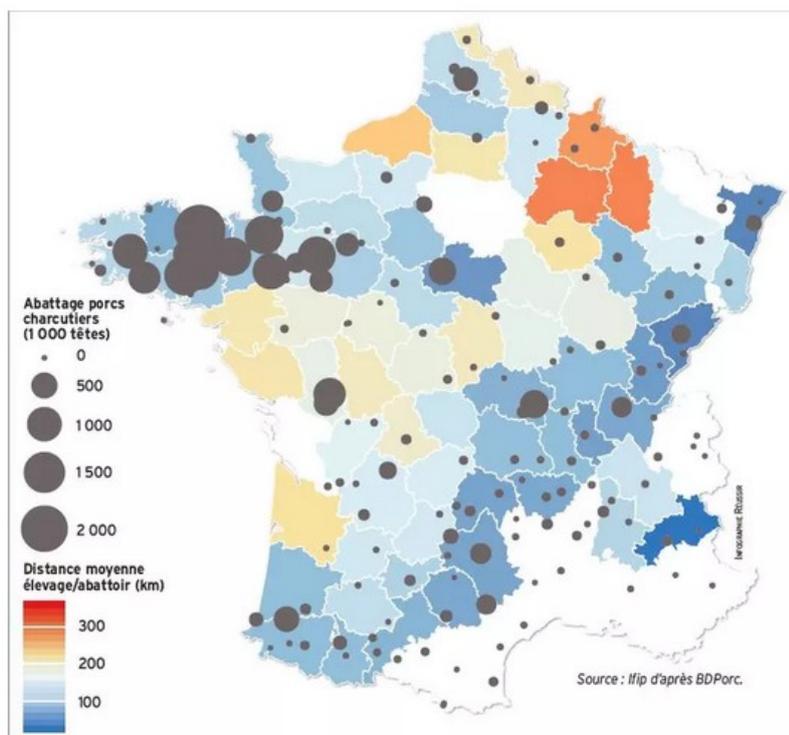


Figure 1: Carte de l'abattage de porcs en France présentant le nombre de porcs tués par abattoir et la distance de celui-ci à l'élevage en 2019 (en km)⁶.

D'un point de vue légal, 5 libertés fondamentales définies par par le FAWC (Farm Animal Welfare Committee, organe consultatif du gouvernement de Grande-Bretagne) en 1979 puis reprises par l'OIE (Organisation mondiale de la santé animale) sont reconnues aux animaux d'élevage (**Figure 2**). Le bien-être animal (BEA) en élevage est aujourd'hui défini comme « l'état mental et physique positif [d'un animal] lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal »⁷.

⁵ Delanoue E, Roguet C, Dockès AC, Magdelaine P, Van Tilbeurgh V, 2020. La société française et le bien-être des animaux. *IFIP, Fiches Techniques*.

⁶ Ifip, BDPorc <https://ifip.asso.fr/actualites/quelles-localisations-et-dynamiques-des-elevages-et-des-abattoirs-en-france/>

⁷ Avis de l'Anses, Saisine n° « 2016-SA-0288 »

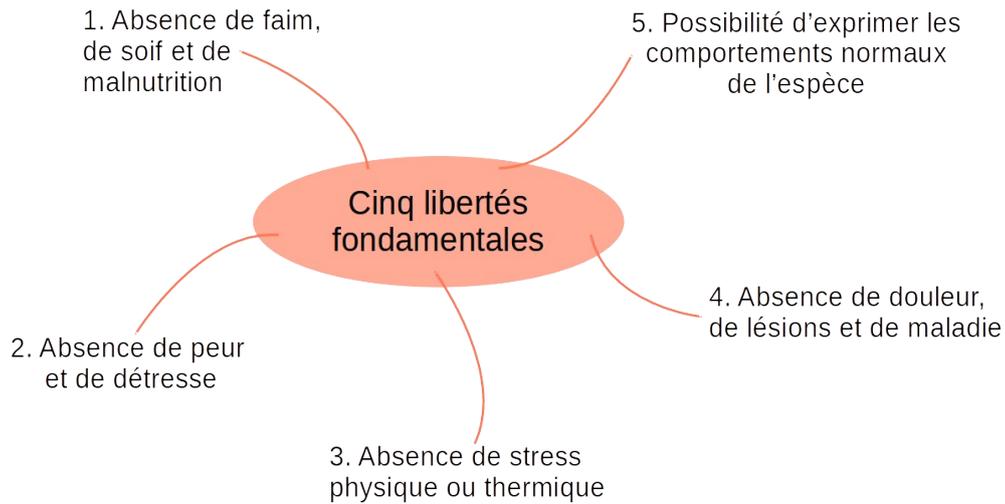


Figure 2 : Schéma des « 5 libertés » qui définissent le bien-être animal.

En élevage, les impératifs économiques de l'exploitation peuvent compliquer l'application de ces cinq libertés. Cela est particulièrement vrai pour la filière porcine, où performances zootechniques et qualité de vie des animaux sont particulièrement difficiles à concilier et où les préoccupations et évolutions concernant le bien-être animal sont relativement récentes. Aujourd'hui, 95 % des exploitations de porcs charcutiers françaises sont des élevages conventionnels. Les porcs y sont élevés dans des bâtiment fermés sans accès à l'extérieur, sur caillebotis souvent intégral et sans substrat au sol, comme de la paille par exemple. Ce type d'environnement pauvre conditionne leur organisation sociale et limite fortement l'expression de leurs comportements, en particulier locomoteurs et exploratoires (*Studnitz et al, 2007*). Au contraire, l'émergence de certains comportements y est favorisée. La caudophagie (morsure de la queue des congénères) fait partie de ces comportements qui constituent une atteinte majeure au bien-être animal. Elle est fréquemment observée, ce qui a longtemps justifié la pratique systématique de la caudectomie (coupe partielle de la queue). De nos jours, ce type de mutilations est fortement remis en cause (cf **III.A**). Cependant, pour parvenir à l'arrêt de cette pratique, il est nécessaire de pouvoir prévenir et contrôler la caudophagie, et limiter ainsi ses conséquences néfastes pour le bien-être et la santé des porcs en élevage.

Dans ce contexte, l'étude bibliographique présentée en première partie revient sur les comportements délétères (en particulier la caudophagie) qui peuvent être observés en élevage porcin, leurs origines, leurs conséquences, ainsi que l'état actuel de la recherche quant à leur gestion en élevage conventionnel en France. L'étude présentée en deuxième partie étudie la caudophagie tout au long d'épisodes et de leur prise en charge. Elle a été réalisée sous la direction de Céline Tallet, chercheuse en éthologie à l'INRAE de Saint-Gilles et en partenariat avec un éleveur exerçant en conventionnel dans le Finistère. Cette étude consiste en l'observation des comportements sociaux de porcs en post-sevrage lors d'épisodes de caudophagie grâce à un dispositif de vidéosurveillance. A partir des connaissances déjà acquises, elle propose de nouvelles données pour la compréhension, la prévention et la gestion de ces épisodes.

Partie 1 : Etude bibliographique des comportements délétères des porcs en élevage et de leur impact sur le bien-être animal

Dans cette étude bibliographique, nous aborderons successivement les différents enjeux de l'étude de terrain présentée en **Partie 2**. Les comportements délétères des animaux d'élevage et la caudophagie en particulier sont un problème complexe, très étudié et plutôt bien compris, dont les causes comme la gestion restent malgré tout sans réponse évidente. C'est pourquoi, avant de s'intéresser aux comportements délétères eux-mêmes, il nous apparaît essentiel d'aborder dans un premier temps l'environnement spécifique aux élevages conventionnels français où nous les observons et les étudions. Ces aspects seront ainsi développés en premier lieu, aussi bien d'un point de vue matériel (organisation concrète de l'espace et du temps) que de celui de l'acceptabilité sociale (le concept de bien-être animal et sa mise en œuvre).

I- Les porcs dans l'élevage conventionnel

A) Fonctionnement type d'un élevage conventionnel naisseur-engraisseur

En France, l'élevage conventionnel représente la très grande majorité des élevages porcins. Ceux-ci sont organisés avec des méthodes raisonnées et des pratiques standardisées. La conduite en bande consiste à synchroniser les naissances de plusieurs portées afin d'obtenir des animaux de même âge pour lesquels toutes les étapes de l'élevage, matérialisées par des espaces séparés dits « ateliers », pourront avoir lieu en même temps. Il y a donc une compartimentation spatiale et temporelle des activités d'élevage qui permet une simplification des tâches et une diminution considérable du temps de travail pour l'éleveur. Grâce à cette méthode, celui-ci peut donc entretenir seul davantage d'animaux. Cela permet également de prodiguer des soins plus adaptés à des animaux d'un même âge, avec une alimentation et un environnement spécifique ; ainsi que de limiter les risques de transmission de maladies entre animaux d'âges différents. Le type de conduite en bande le plus fréquent se fait sur 3 semaines avec un sevrage à 28 jours. La répartition du travail effectuée dans ce cas est présentée sur la **Figure 3**. En élevage naisseur-engraisseur, les porcelets naissent et sont engraisés sur la même exploitation.

Principales étapes de la vie des porcs :

- Naissance des porcelets et élevage en maternité
- Sevrage : le plus souvent à 28 jours, parfois 21 jours, où les porcelets sont séparés de leur mère et rassemblés dans le bâtiment de post-sevrage
- Déplacement vers le bâtiment d’engraissement, le plus souvent à 3 mois
- Départ des animaux pour l’abattoir aux alentours de 6 mois⁸

Pour les truies reproductrices, en parallèle :

- Déplacement en maternité quelques jours avant la mise-bas
- Mise-bas
- Déplacement hors de la maternité au sevrage des porcelets
- Synchronisation du retour en chaleur
- Insémination artificielle au retour en chaleur. Si ce dernier n’a pas lieu au moment voulu, la truie concernée est alors intégrée à la bande suivante.

Sem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B1	Sev1	IA1																MB1		
B2				Sev2	IA2															
B3			MB 3				Sev3	IA3												
B4						MB4				Sev4	IA4									
B5									MB5				Sev5	IA5						
B6												MB6				Sev6	IA6			
B7															MB7				Sev7	IA7
TB	Sev1	IA1	MB 3	Sev2	IA2	MB4	Sev3	IA3	MB5	Sev4	IA4	MB6	Sev5	IA5	MB7	Sev6	IA6	MB1	Sev6	IA7

Figure 3 : Répétition des séquences dans la conduite 7 bandes sevrage 28 jours, intervalle 3 semaines. Bn=bande n, MBn=mise-bas de la bande n et IAn=insémination de la bande n, TB= toutes bandes⁹.

8 Ministère de l’Agriculture - <https://agriculture.gouv.fr/le-bien-etre-et-la-protection-des-porcs>

9 Chambre d’agriculture pays de la Loire, 2018

B) Histoire de l'élevage conventionnel porcin en France

1- Industrialisation de l'élevage en France

Avant le XIX^{ème} siècle, l'élevage vivrier est une pratique marginale en raison du peu de nourriture disponible pour les animaux, qui sont cantonnés sur des jachères et des bordures de chemin ou de forêt. Si des pratiques de sélection des reproducteurs existent d'ores et déjà, elles restent peu efficaces. L'idée d'une optimisation de l'élevage commence à se répandre en France au XIX^{ème} siècle (*Barret, 2011*). Suite à des tentatives peu efficaces de rationnement des animaux afin d'obtenir un meilleur rendement, la sélection des reproducteurs commence à se baser sur des critères de performance, se développe et aboutit à la création des premiers livres généalogiques (*Ollivier, 2019*). En parallèle, on assiste à l'importation d'animaux Britanniques plus performants et à leur intégration (vaches Normandes et Rouge des prés) voire leur substitution (moutons South Down) à certaines populations animales d'élevage françaises (*Barret, 2011*).

Après la Seconde Guerre mondiale et pendant les trente ans qui suivent, la France connaît un grand essor économique. Les besoins alimentaires, notamment en viande, vont croissant, ce qui favorise des progrès zootechniques rapides et le développement important de l'élevage¹⁰. Dans ce cadre, l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) est créé en 1946 pour centraliser les recherches scientifiques agricoles au sein d'un même institut, avec des objectifs de « développement » et « d'amélioration » des productions agricoles. Pour cela, des plans successifs de « modernisation et équipement » sont mis en place au cours des décennies qui suivent. En 1960 à Clermont-Ferrand, est créé le premier centre destiné aux recherches zootechniques et vétérinaires, activité qui prend de l'importance et s'étend à d'autres sites dans les années qui suivent. En 1966, une loi sur l'élevage (*loi Poly*) permet l'organisation de la sélection animale et de l'amélioration génétique en France et crée dans cet objectif une situation de monopole de l'INRA vis-à-vis des ressources génétiques (*Cornu, 2021*).

Grâce au grand progrès zootechnique de cette période, les objectifs de productivité sont pleinement atteints dès les années 1960 (*Denis, 2014*). Pour y parvenir, l'organisation de l'élevage a été fragmentée en grandes fonctions donc chacune est optimisée : génétique, environnement des animaux (logement), maintien de l'état sanitaire (santé), alimentation et reproduction. La

¹⁰ Landais, E., Bonnemaire, J., 1996. La zootechnie, art ou science ? Le Courrier de l'environnement de l'INRA 27.

mécanisation et la spécialisation de l'agriculture et de l'élevage (traite, évacuation des déjections, etc.), le développement de l'industrie alimentaire du bétail et l'importation d'aliments pour les animaux de rente permettent alors l'agrandissement des exploitations et l'augmentation de la taille des troupeaux (*Barret, 2011*).

2- Evolutions de l'élevage porcin conventionnel

Pour les porcs, ce processus de modernisation de l'élevage conduit à son industrialisation et permet la généralisation des pratiques hors-sol, dans lesquels la contention des corps des animaux et le contrôle raisonné de différents aspects de leur vie (génétique, nourriture, reproduction...) rendent possible le raccourcissement des cycles de production et entraînent de meilleurs rendements. L'organisation de l'activité de l'éleveur selon la conduite en bandes maximise la production. Ainsi, ce nouveau système d'élevage est associé à un gain de productivité et devient rapidement la norme pour l'élevage des porcs (*Van Tilbeurgh, 2017*).

En 1971 est lancé un « Plan de rationalisation de la production porcine » qui organise la production de viande à grande échelle. Celle-ci devient toujours plus importante, sous l'impulsion des politiques de subventions qui encouragent la construction de bâtiments d'élevage « modernes » c'est-à-dire répondant au modèle industriel désormais prédominant (*Déplade, 2022*). Jusqu'à aujourd'hui, on assiste donc à une intensification de l'élevage porcin français, avec une tendance continue à la concentration et à la spécialisation (*Roguet et al, 2017*). L'objectif premier de ce modèle technologique et raisonné, dont découle directement le système conventionnel actuel, est de maximiser la production et le profit dégagé. Il ne tient d'abord aucun compte des conditions de vie des animaux et de leur mal-être, questions pourtant devenues centrales aujourd'hui en élevage porcin.

C) Histoire du bien-être animal en production porcine

1) Le bien-être animal et la question animale

Avant l'industrialisation, le bien-être des animaux domestiques n'était pas pris en compte pour évaluer ou modifier les pratiques humaines. Après une première loi en 1850 interdisant la maltraitance publique d'animaux, un début de reconnaissance de la douleur animale intervient à la fin du XIX^{ème} siècle avec les luttes anti-vivisection (*Bory, 2011*). En parallèle, on assiste à l'apparition du statut d'animal de compagnie, qui entraîne une individualisation de l'animal non-humain et donc une plus grande prise en compte de son bien-être. A la même période, les débuts de la zootechnie viennent renforcer la hiérarchie à l'œuvre entre les humains et les autres animaux (notamment de rente) en accentuant la vision de l'« animal-machine » qui les assimile à des objets de production déconnectés de leur statut d'être vivant (*Van Tilbeurgh, 2017 ; cf I.B.1*).

Depuis le milieu du XX^{ème} siècle, on assiste à un passage progressif du statut de l'animal d'élevage d'objet à sujet « ou en tout cas un existant aux capacités singulièrement élargies » (*Cornu, 2021*). Suite au tournant technique de l'après-guerre, les années 60 et surtout l'après 68 voient émerger la « question animale ». Celle-ci regroupe l'ensemble des débats sociaux autour du statut des animaux non-humains et de l'éthique à adopter à leur propos. Cette question devient alors un sujet social majeur qui gagne en importance tout au long de la fin du XX^{ème} siècle et pendant les premières décennies du XXI^{ème} siècle (*Cornu, 2021*).

Face à la préoccupation grandissante de la société pour la souffrance des animaux non-humains, une loi de protection des animaux domestiques ou captifs est votée en 1959. Elle est suivie en 1963 d'une nouvelle loi punissant la cruauté envers les animaux. Puis, dans les années 70, apparaissent les premières grandes critiques de l'élevage hors-sol et du productivisme zootechnique. Le 10 juillet 1976 est voté l'article L.214 du code rural, stipulant que « tout animal étant un être sensible doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce ». En parallèle, le livre *la libération animale* (*Singer, 2012*), sorti en 1975, pose les fondements de la pensée antispéciste moderne, qui défend une éthique selon laquelle les animaux non-humains, en tant qu'êtres sensibles, devraient voir leurs intérêts pris en compte au même titre que ceux des humains, sans discrimination d'espèce. Par la suite, les associations de défense des droits des animaux se multiplient, avec notamment en 2008 L.214 qui dénonce d'abord la

souffrance à l'abattoir, puis le mal-être en élevage des animaux de rente, grâce à une stratégie de diffusion d'images chocs.

Ces différentes critiques constituent plusieurs courants d'une contestation qui semble grandissante dans les sociétés occidentales vis-à-vis de l'élevage, notamment sous ses formes dites « intensives ». Une demande sociétale pour de meilleures conditions de vie des animaux d'élevage porte ce mouvement, mais ne se transpose pas clairement dans les habitudes de consommation de viande. Cette demande se développe donc dans une tentative de trouver un compromis entre « deux pôles de plus en plus opposés » : le productivisme zootechnique et la reconnaissance des animaux de rente comme des êtres vivants, sensibles et intelligents, disposant d'un statut et de droits (Cornu, 2021).

Le bien-être animal comme sujet de recherche scientifique apparaît au début du XX^{ème} siècle, alors que sont pour la première fois pris en compte les états mentaux des animaux par l'éthologie naissante (Veissier et al, 2020). Il se développe pleinement dès la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, en réponse à l'évolution de la demande sociétale vis-à-vis de l'élevage, laquelle inclut désormais les conditions dans lesquelles sont élevés les animaux, et non plus seulement la production d'une viande de qualité en quantité suffisante (Larrère et al, 2009). Dans les années 90, la crise de la vache folle constitue un choc pour l'élevage et entraîne une perte de confiance des consommateurs du point de vue de la sécurité sanitaire, renforçant ces préoccupations. Au début du XXI^{ème} siècle, le bien-être animal est donc un enjeu de premier plan pour l'élevage et pour la recherche. En 2015, le statut juridique des animaux évolue à nouveau avec une loi stipulant que « les animaux sont des êtres vivants doués de sensibilité ». Cette reconnaissance de la douleur et des capacités animales ouvre la voie vers de nouvelles évolutions des conditions d'élevage pour une meilleure prise en compte du bien-être animal.

2) Le bien-être animal en élevage porcin conventionnel

Bien qu'elles ne remettent pas en cause le modèle actuel de l'élevage conventionnel porcin industriel et hors-sol, des directives européennes successives et les lois qui les traduisent dans le droit Français vont dans le sens d'une sortie progressive du modèle zootechnique productiviste hérité des années 60. Ainsi, l'interdiction d'attacher les truies gestantes (en application dès 2006)

est rapidement suivie par l'obligation de les loger en groupe en 2013. Pour les porcs à l'engrais d'autre part, les surfaces minimales obligatoires ont été définies dès 1991. Les directives européennes successives de 1998¹¹ et 2008 imposent également un ensemble de mesures destinées à garantir aux animaux un environnement évitant des souffrances inutiles. En particulier, la directive de 2008 interdit le meulage des dents et la caudectomie en routine¹². Un nouvel arrêté appliqué à partir de 2022 encadre aussi la castration avec une prise en charge obligatoire de la douleur dans l'objectif, à terme, de l'arrêter complètement¹³. Dans ce contexte, les acteurs de la filière porcine et les éleveurs en première ligne tentent tant bien que mal de concilier rationalisation de l'élevage et relation à l'animal non-humain (*Cornu, 2021*).

D) Comportement du porc

Après avoir exploré la sensibilité et de les capacités cognitives des porcs, nous nous intéresserons à leur comportement dans deux types d'environnement. Nous les étudierons en premier lieu dans un environnement propice à leur expression spontanée, où les animaux peuvent agir avec le moins de limites possible. Ici, ce sera en conditions dites « semi-naturelles », c'est à dire des enclos où les animaux ont accès à un espace étendu en extérieur, dans différents types d'habitats dont des bois et des tourbières (*Stolba et al, 1989*). Nous nous intéresserons ensuite aux modifications comportementales observées en élevage conventionnel, c'est à dire dans un environnement limitant vis-à-vis de ces comportements. Cette comparaison a cependant ses limites puisque les animaux étudiés dans les différents travaux présentés dans cette partie sont d'origines, de races et de lignées variées, donc avec une part potentielle d'influence génétique sur leur expression comportementale.

Les porcs sont des animaux capables de sensibilité sensorielle et émotionnelle. Leurs sens sont dominés par leur excellent odorat (*Nguyen et al, 2012*) qui leur sert à la fois pour la recherche alimentaire et la communication avec leurs congénères : identification d'un individu, sexe, statut social et reproductif, ou encore communication d'émotions (*Kristensen et al, 2001*). Leur groin, muni de nombreux récepteurs sensoriels, leur confère également un très bon sens tactile et participe à leur grande capacité d'exploration de l'environnement. Ils disposent aussi d'une très bonne ouïe,

11 98/58/CE - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A31998L0058>

12 2008/120/CE - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0120>

13 Arrêté du 17 novembre 2021 - <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044340570>

avec un spectre auditif allant de 42 Hz à plus de 45 kHz qui leur permet d'entendre les ultrasons (Heffner *et al*, 1990). Leur signaux vocaux leur permettent de communiquer des émotions, des statuts physiologiques ou encore des informations sur leur identité. Leur vue, en nuances de bleu-gris, est moyenne mais avec un très grand champ visuel de 310° (Zonderland *et al*, 2008). Elle leur permet d'appréhender l'environnement, la reconnaissance individuelle de leurs congénères ou encore leurs états émotionnels à travers leur posture, par exemple la position de la queue (cf III.C).

Ces capacités à percevoir des sensations, les analyser et les interpréter ouvrent la voie à celle de ressentir des émotions. Or, on a pu montrer que les porcs ressentent des émotions et les communiquent leurs émotions. Par exemple, diverses productions vocales traduites par des spectrogrammes différents ont pu être précisément associés à des situations de peur (capture par un humain) ou de douleur (écrasement par la mère ; Chapel *et al*, 2018). Ces productions vocales permettent également une communication interspécifique, les humains étant souvent capables d'identifier leur intensité et leur valence positive ou négative (Tallet *et al*, 2010). Par ailleurs, les porcs font preuve de capacités cognitives développées telles que l'apprentissage, la coopération avec synchronisation des actions pour effectuer une tâche (Rault *et al*, 2021) ou encore la mise en place de stratégies alimentaires exploitant des congénères (Held *et al*, 1999).

1- Comportement du porc en conditions semi-naturelles

a) *Organisation sociale*

L'organisation sociale des porcs est matrilineaire. Les hardes familiales sont constituées de femelles accompagnées de leurs jeunes et éventuellement de leurs mères. A la puberté, les mâles se regroupent entre eux et quittent la harde. Ils deviennent solitaires en vieillissant et ne se mêlent aux groupes de femelles que pendant la saison de reproduction (Landsberg *et al*, 2014). Dans ces groupes, on observe des relations privilégiées entre certains animaux ainsi qu'une hiérarchie stable, avec peu de comportements agonistiques à condition que les ressources soient présentes en quantité suffisante (Stolba *et al*, 1989).

b) Différenciation des zones de vie

En conditions semi-naturelles, les porcs attribuent des lieux particuliers à des activités définies. Ainsi distinguent-ils typiquement une zone de repos (dans un lieu chaud et sec), une pour leurs déjections (lieu froid et humide) et d'autres attribuées à des activités de maintien telles que des bains de boue ou à l'alimentation, en fonction des possibilités offertes par l'environnement.

c) Reproduction et maternité

La truie gestante s'isole du reste du groupe 24 à 48h avant la mise-bas pour construire un nid, c'est-à-dire creuser un trou qu'elle remplit de brindilles, d'herbe ou de feuilles. A la naissance, les jeunes ont une mauvaise thermorégulation et sont dépendants de leur mère pour être réchauffés, nourris et protégés des prédateurs. Celle-ci s'en occupe alors durant les premières semaines de leur vie et au cours du sevrage qui a lieu progressivement entre 12 et 17 semaines d'âge (*Petersen et al, 1989*).

d) Budget-temps

Le budget-temps est la répartition moyenne du temps passé par les animaux entre différentes activités sur une journée. Les porcs sont actifs le jour et se reposent la nuit. Les budget-temps présentés ici ne concernent par conséquent que la phase diurne, le reste du temps étant essentiellement dédié au repos. Les porcs sont des animaux omnivores, curieux et qui manifestent une forte motivation à explorer (*Stolba et al, 1989*). En phase diurne, on constate que les porcs passent très peu de temps à se reposer et sont plutôt actifs, avec plus de la moitié de la journée consacrée à la recherche alimentaire (**Figure 4**). Cette dernière s'effectue en explorant l'environnement, principalement par fouissage du sol à l'aide de leur groin et leur très bon odorat. Le reste du temps est réparti entre les déplacements, l'investigation (sociale ou de l'environnement) et le repos. Le quartier « autre » regroupe des activités de maintien et sociales.

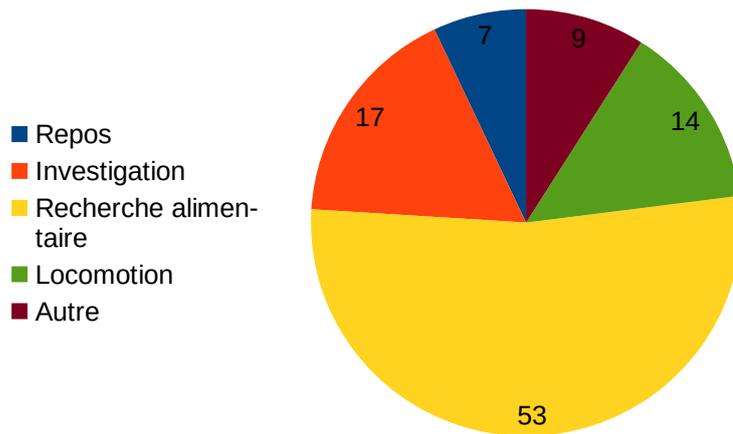


Figure 4 : Budget-temps en phase diurne de porcs en conditions semi-naturelles, d'après *Stolba et al, 1989*. Les valeurs indiquées sur chaque quartier correspondent au pourcentage du temps en phase diurne consacré en moyenne par les porcs à chaque activité.

2- Comportement du porc en élevage

a) *Limitation des comportements spontanés*

En élevage, de nombreux comportements exprimés par les porcs en conditions semi-naturelles sont limités ou interdits par l'environnement. Si la délimitation des zones de vie a bien lieu dans ces enclos, les différentes zones sont forcément très proches les unes des autres, voire en partie confondues. L'organisation sociale est imposée par le système d'élevage où les animaux sont regroupés en bandes d'individus de même âge et sevrés brutalement, le plus souvent à 4 semaines. Ce sevrage précoce induit un stress post-sevrage qui a des conséquences, par exemple sur la structure de la barrière intestinale des animaux (villosités moins longues et cryptes plus profondes). Ces modifications impactent l'assimilation des nutriments et sont d'autant plus importantes que les porcelets sont sevrés tôt (*Ming et al, 2021*).

Les truies, quant à elles, ne disposent que rarement des infrastructures ou matériaux nécessaires à la fabrication d'un nid. En élevage conventionnel, elles sont le plus souvent bloquées pendant toute la durée de la lactation afin de limiter les risques d'écrasement des porcelets, ce qui empêche tout comportement locomoteur et permet très peu de comportements sociaux. En conséquence, leurs activités dans ces conditions sont considérablement contraintes et modifiées.

b) Budget-temps en élevage

La **Figure 5** présente les budget-temps de porcs en élevage conventionnel et en élevage sur litière avec accès libre à une cour extérieure. En la comparant avec la **Figure 4**, on constate que les porcs en conditions d'élevage consacrent beaucoup moins de temps (6 à 7 %) à leur alimentation qu'en conditions semi-naturelles (53%). Cela s'explique par la disparition en élevage de la nécessité de chercher sa nourriture, qui est distribuée régulièrement et souvent à volonté.

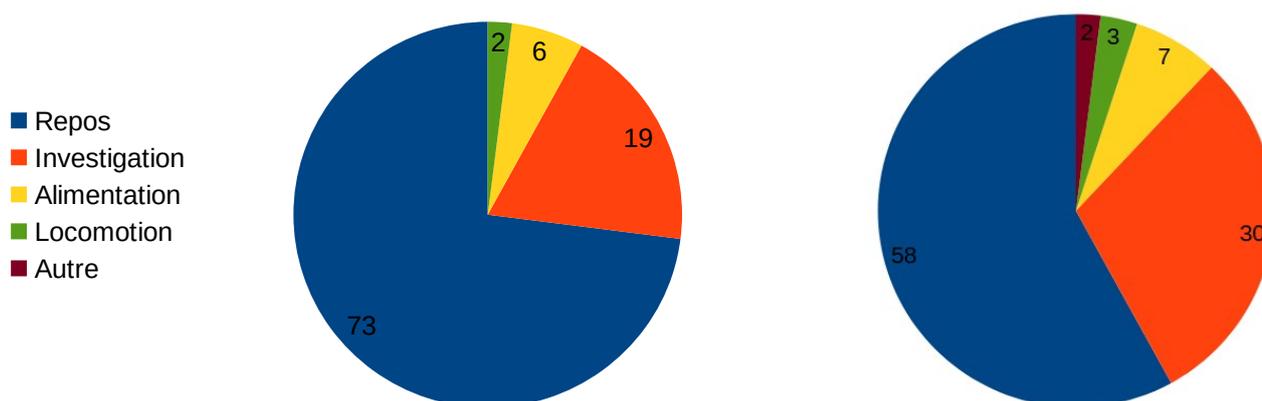


Figure 5 : Budgets-temps en phase diurne de porcs en élevage conventionnel (à gauche) et en élevage sur litière avec accès libre à une cour extérieure (à droite), d'après *Lebret et al, 2004*. Le pourcentage du temps consacré par les porcs à chaque activité en phase diurne est indiqué sur chaque quartier.

Les activités locomotrices sont également limitées par un environnement confiné (2 à 3 % contre 14 % en conditions semi-naturelles). En l'absence d'autres activités disponibles, le temps ainsi libéré est majoritairement reporté sur du repos (73 % de la journée en élevage conventionnel contre seulement 7 % en semi-naturel). En revanche, en élevage sur litière avec accès extérieur, on observe davantage d'investigation (30 % contre 19 % en conventionnel et 17 % en semi-naturel). Sur les budget-temps présentés ci-dessus, aucune distinction n'a été faite concernant l'objet de l'investigation. Celle-ci peut en effet porter sur les congénères ou bien sur différents éléments de l'environnement.

En élevage conventionnel, l'investigation est répartie à peu près équitablement entre les congénères et l'enclos (caillebotis, parois). En revanche, pour des porcs en croissance, en présence de litière et d'un accès à l'extérieur, on constate qu'une part importante de l'exploration (25 à 68 % selon les études), est dirigée vers la litière, diminuant significativement l'attention portée aux congénères

(**Figure 6** ; *Lebret et al, 2004*). Par ailleurs, l'augmentation de la part de temps consacré à l'investigation en élevage sur litière pourrait correspondre à une redirection d'une partie de l'activité de recherche alimentaire en investigation de l'environnement lorsque celui-ci le permet (présence de litière), plutôt qu'en repos. Cela va dans le sens d'un budget-temps et d'une expression comportementale plus proche des comportements spontanés et des besoins physiologiques des porcs en présence de litière. En termes de bien-être animal, cela se traduit par un meilleur respect de la 5ème liberté : la possibilité d'exprimer les comportements normaux de l'espèce.

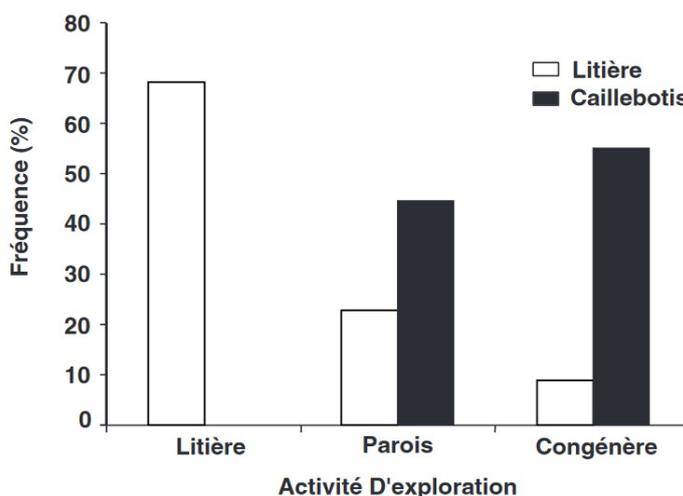


Figure 6 : Incidence du système d'élevage sur l'expression du comportement d'exploration chez des porcs en croissance

Les conditions d'élevage ont donc un fort impact sur les possibilités d'expression des comportements des porcs et l'organisation spatiale et sociale de leur vie, ce qui se traduit par une frustration et un stress importants (cf **II.A.2**). L'impossibilité de mettre en place certains comportements spontanés du répertoire normal de l'espèce entraîne, par adaptation des animaux à un milieu limitant, leur redirection vers les objets et substrats présents. En élevage, cela se traduit souvent par des comportements anormaux ou inadéquats regroupés sous le terme de « comportements délétères ».

II- Comportements délétères du porc en élevage

A) Manifestations des comportements délétères

1- Définition

Les comportements délétères des animaux d'élevage sont des comportements anormaux par leur nature ou leur intensité, orientés vers les congénères et leur causant du stress, de la douleur ou des blessures. Ils se caractérisent donc par une atteinte au bien-être animal, notamment aux deuxième et quatrième libertés (absence de peur et de détresse ; absence de douleur, de lésions et de maladie). dans les filières porcine et avicole. Leur origine est liée au stress et multifactorielle. En plus de leur impact sur le bien-être animal, ces comportements causent aussi des pertes économiques majeures quand ils se manifestent, dans un contexte où les éleveurs français ont souvent des difficultés à vivre correctement de leur travail¹⁴. En effet, les blessures et infections occasionnées peuvent ralentir la croissance et la prise de poids des animaux, voire mener à des saisies à l'abattoir ou à la mort prématurée des blessés (*Kritas, Morrison, 2007*). Les conditions de travail des éleveurs sont également impactées : en plus des considérations économiques, la gestion de ces comportements et leurs conséquences sont sources de stress et d'une charge de travail supplémentaire non négligeable (soins au animaux blessés et gestion de l'épisode, cf **III.C.2**).

Parmi les comportements délétères du porc à l'engrais, la caudophagie est celui qui pose le plus de problèmes, aussi bien sur le bien-être animal que sur la situation économique de l'exploitation. Cependant, elle coexiste souvent avec d'autres comportements se manifestant dans les mêmes conditions et ayant des mécanismes d'apparition semblables, que nous mentionnerons également. Ces comportements peuvent être des morsures non agressives d'autres parties du corps, principalement les oreilles, la monte, le "belly-nosing" ou encore des comportements agonistiques (**Figure 8**).

14 Ollivier, Ouest France, 2022 <https://www.ouest-france.fr/economie/agriculture/elevage/eleveursde-porcs-le-gouvernement-annonce-un-plan-d-urgence-de-270-millions-d-euros-dda4f672-82b7-11ec-9ba3-2e77758d00f9>

2- Ontogénèse

Afin de limiter l'apparition des comportements délétères et leur impact sur le BEA, il est important de comprendre leur origine et leur développement. Bien que ces comportements et leurs facteurs de déclenchement soient très étudiés en élevage, leur origine n'a pas pu être déterminée avec certitude par la recherche. Cette incertitude résiduelle est due à l'absence de cause directe et objectivable de ces comportements ou de leur emballement, avec des facteurs d'apparition qui sont au contraire divers et multiples (cf II.C). En l'absence de certitudes, l'hypothèse communément retenue est celle d'une origine multifactorielle, tirant sa source de la frustration comportementale occasionnée par un environnement limitant. En effet, en l'absence de possibilité pour les animaux à exprimer leurs comportements spontanés d'exploration notamment alimentaire, ceux-ci peuvent rediriger leurs comportements exploratoires alimentaires spontanés vers les objets manipulables à disposition. Or, en élevage conventionnel en particulier, ces objets sont souvent leurs congénères et plus particulièrement leurs queues mobiles, faciles à saisir et à manipuler (**Figure 6**). L'exploration est alors redirigée vers les congénères de manière plus ou moins délétère, en lien avec les facteurs de risques auxquels sont exposés les animaux (**Figure 7**).

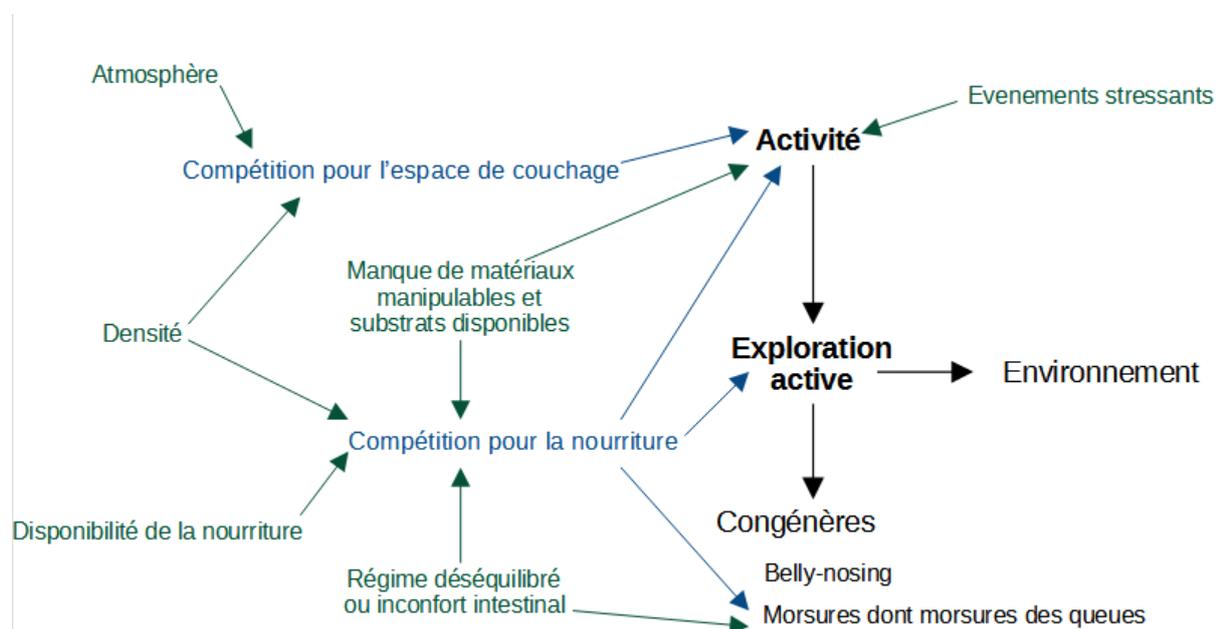


Figure 7 : Relations supposées entre les processus sous-tendant la caudophagie et le *belly-nosing* (en gras) et différents facteurs de risque (en vert), simplifié d'après D'Eath et al, 2014.

B) Description des comportements délétères des porcs en élevage

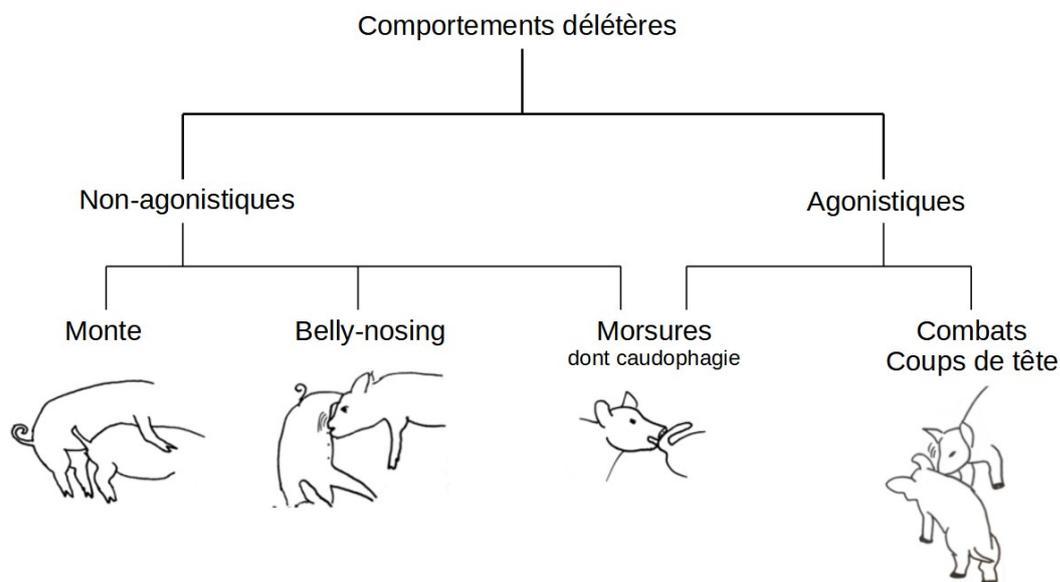


Figure 8 : Comportements délétères chez le porc.

1- Comportements agonistiques

Les comportements agonistiques regroupent les comportements agressifs au sens large, comprenant tout comportement associé à la menace, l'attaque ou la défense. Chez les porcs, ce sont principalement des coups de tête, des morsures dont des morsures de la queue et des combats (**Figure 8 ; Tableau 1**) pouvant entraîner toutes sortes de blessures plus ou moins graves. Les comportements agonistiques se manifestent normalement dans le cadre de l'établissement ou de la remise en question d'une hiérarchie au sein des groupes d'animaux sociaux. Ils sont plus souvent initiés par les animaux les plus dominants. Une fois cette hiérarchie stabilisée, ces comportements sont de moins en moins nécessaires à l'organisation sociale du groupe et le nombre de leurs occurrences diminue beaucoup (*Meese et al, 1973*). Les comportements agonistiques apparaissent également plus souvent suite à des événements stressants (cf **II.C.1.c**) ou dans des conditions de stress physiologique comme le jeûne (*Kelley et al, 1980*). Chez les porcs en élevage, on observe principalement ces comportements lors des regroupements au sevrage (*Stukenborg et al, 2011*) et au départ pour l'abattoir (*Driessen et al, 2020*), les regroupements et changements de groupes étant par ailleurs généralement évités par les éleveurs pour minimiser leur apparition.

Les comportements agonistiques peuvent causer des lésions plus soudaines et importantes que les comportements délétères non agressifs. Cependant, parce qu'ils s'inscrivent généralement sur une durée plus réduite autour d'évènements spécifiques, ils sont aussi plus faciles à prévenir et à prendre en charge en apportant des soins immédiats.

2- Caudophagie

L'origine de ce comportement est multifactorielle et, s'il pose surtout problème en conventionnel, il se manifeste aussi dans des élevages en extérieur (*Walker et al, 2004*). Comme nous l'avons vu plus haut, les porcs en élevage peuvent rediriger leurs comportements spontanés d'exploration vers leurs congénères. Les régions du corps visées chez ces derniers sont alors les plus faciles à attraper : les oreilles, les pattes des animaux allongés et surtout la queue. En effet, cette dernière est une partie du corps qui dépasse, souvent en mouvement et facilement accessible tout en restant à l'abri d'une éventuelle morsure ou coup de tête en réaction du porc visé. Les oreilles, si elles sont également dressées et mobiles, n'offrent pas ce troisième avantage. Ainsi, les morsures des oreilles apparaissent principalement chez les animaux à queue courte (ayant subi une caudectomie), chez qui la queue est alors plus compliquée à atteindre et moins intéressante (*Goossens et al, 2008*). Néanmoins, les comportements de morsures tendent à apparaître ensemble : quand les porcs commencent à mordre (hors comportement agonistique), ils ont tendance à le faire de plus en plus et sans distinction vis-à-vis de la partie du corps visée.

La caudophagie a été décrite comme existant sous trois formes différentes « soudaine et brutale », « en deux temps » et « obsessionnelle » (*Taylor et al, 2010*). La caudophagie soudaine et brutale est un comportement agonistique qui intervient dans des situations de compétition ou d'établissement de la hiérarchie, le plus souvent autour de l'auge pour la nourriture et pendant les périodes de mélange des groupes (notamment au sevrage). La caudophagie obsessionnelle est plus rare et moins étudiée. Elle se manifeste par un intérêt compulsif porté par un porc aux queues des congénères, qui passe alors la majorité de son temps éveillé à les chercher et les mordre.

Enfin, la caudophagie en deux temps est la plus problématique et prend la forme caractéristique d'épisodes très délétères en élevage. Ceux-ci sont sporadiques, rapides et relativement imprévisibles (*D'Eath et al, 2014*). Leur séquence de déclenchement peut être comparée à la propagation d'une

maladie infectieuse : un animal développe un comportement anormal (la morsure de queue) puis est imité par d'autres. Le comportement se répand alors dans la case jusqu'à toucher une grande partie du groupe. Le premier temps correspond à la manipulation des queues, de manière douce et sans déclencher de réaction de la part du porc visé ; alors que le deuxième temps se manifeste par une augmentation rapide et considérable du nombre de porcs mordeurs, du nombre de morsures et de l'intensité de celles-ci. Il se déclenche le plus souvent quand les blessures occasionnées par les manipulations douces commencent à saigner. Il y a alors un effet d'emballement (*Fraser, 1987*) : plus il y a de morsures, plus il y a de sang, et réciproquement. Un enjeu majeur pour la gestion de la caudophagie par les éleveurs est donc de réussir à la détecter et la contrôler avant qu'elle n'atteigne ce deuxième stade.

Il existe aussi une grande variabilité individuelle quant à l'adoption de ce comportement. Certains animaux sont davantage mordeurs ou mordus quand d'autres ne sont jamais ou presque ni l'un ni l'autre. Cette variabilité est en partie due à la génétique, avec notamment un effet de la race (*Breuer et al, 2003*), mais aussi à d'autres caractéristiques individuelles. Par exemple, les porcs mordus sont souvent les plus lourds au sein d'une case (*Zonderland et al, 2011*).

La caudophagie impacte fortement le bien-être animal. La morsure répétée de la queue provoque en effet une pression psychologique pour la victime, de la douleur et des blessures à risque d'infection élevé à cause de la présence de germes sur les dents (*Schröder-Petersen et al, 2001*). Ces dernières peuvent rendre nécessaire un traitement antibiotique, dont la réduction est pourtant un enjeu important pour les exploitations porcines¹⁵. Il arrive aussi que les blessures causées par la caudophagie mènent à la mutilation d'une partie de la queue, que ce soit directement par la morsure ou par caudectomie pour limiter la propagation d'une infection. Or, chez le porc, les positions et mouvements de la queue sont associés à des comportements spécifiques et aux émotions. Elles servent probablement aussi dans les interactions avec les congénères (*Iglesias et al, 2022*). La blessure ou la perte de la queue, même partielle, perturbe voire empêche donc également l'expression normale de ces comportements.

15 Plan Ecoantibio 2 - <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044340570>

3- Belly-nosing

Le *belly-nosing* est un “frottement répété, rythmé et spécifique du groin sur le ventre d’un autre porc” (*Fraser, 1978*). Bien qu’il ait pu être décrit comme une stéréotypie, cela ne correspond pas tout à fait puisqu’il est souvent transitoire et est parfois observé chez des porcs en liberté (*Mason, 1991*). Ce pourrait être un comportement de succion redirigé vers les congénères chez les porcelets précocement sevrés. En effet, on le retrouve plus souvent chez les porcelets élevés artificiellement que chez ceux élevés sous la mère (*Rzezniczek et al, 2015*). Cependant, rien ne permet d’affirmer que les porcelets exprimant fréquemment ce comportement aient eu une plus grande motivation à têter auparavant sous la truie. Les causes à l’origine de ce comportement ne sont donc pas totalement élucidées. Le *belly-nosing* débute le plus souvent pendant la première semaine suivant le sevrage. Il est davantage observé chez les animaux en post-sevrage, qui tendent à abandonner ce comportement après quelques semaines. Les percussions répétitives du ventre peuvent causer des blessures souvent fermées et sans gravité (principalement des hématomes), du stress et du manque de sommeil (*Torrey et al, 2006*).

4- Montes

La monte est un comportement sexuel normal qui apparaît chez les porcs autour de la puberté, à partir de 60 jours d’âge (**Figure 8**). Le nombre de montes augmente ensuite jusqu’à l’abattage avec l’âge et le poids des animaux (*Clark et al, 2013*). Les mâles entiers montent davantage que les femelles et les mâles castrés. Malgré des différences individuelles significatives (*Rydhmer et al, 2006*), ils tendent aussi à être plus agressifs, ce qui les rend plus difficiles à gérer. Les porcs montés peuvent être des mâles comme des femelles et ceux qui montent le plus sont par ailleurs plus souvent montés eux-même.

La monte pourrait provoquer des lésions de la peau chez les animaux montant ou montés, mais les études divergent à ce sujet (*Thomsen et al, 2016*). En revanche, les porcs qui montent beaucoup présentent davantage de blessures aux pattes et de boîteries. D’autre part, les porcs montés réagissent souvent négativement à ce comportement. On observe en effet de fréquentes tentatives de fuites et des vocalisations aigües, témoins d’inconfort. La monte peut donc être une source d’agitation et de stress dans la case (*Rydhmer et al, 2006*).

C) Gestion des facteurs environnementaux

La caudophagie et les autres comportements délétères peuvent ne pas apparaître ou rester limités (ne pas causer de lésion ou désordre majeur) en élevage. En effet, en plus de la génétique et des variations individuelles, le déclenchement ou non d'un épisode dépend aussi de nombreux facteurs environnementaux. Les facteurs de risque sont des sources supplémentaires de stress ou d'inconfort physique ou psychique. En raison de l'importance de leur contrôle pour éviter l'apparition de comportements délétères, beaucoup de ces facteurs sont bien connus et maîtrisés dans la plupart des élevages français. En effet, une bonne gestion de ces facteurs de risque dans un élevage constitue une première mesure efficace contre l'apparition des comportements délétères.

1- Confinement

a) *Densité*

La densité est l'espace attribué à chaque porc par case : il s'agit donc de la superficie de la case divisée par le nombre d'animaux. En élevage conventionnel, la densité élevée¹² contraint fortement les comportements sociaux et locomoteurs des porcs au sein de la case. Les porcs vivant dans ces conditions présentent un niveau de stress très élevé (*Cornale et al, 2015*). Ils expriment aussi moins de comportements sociaux et exploratoires comparés à des animaux soumis à une densité moins grande. Enfin, une densité élevée a aussi été corrélée à davantage de lésions corporelles suites à des agressions plus nombreuses chez des porcs à l'engraissement (*Montoro et al, 2021; Rhim, 2012*). L'impact de la densité sur les comportements délétères reste néanmoins controversé, puisque d'autres études n'ont pas trouvé de corrélation significative entre les deux (*Caldas et al, 2020*). De plus, il est important de garder à l'esprit que l'espace disponible pour chaque animal, bien qu'essentiel, n'est qu'un facteur parmi beaucoup d'autres qui influencent l'apparition de comportements délétères et le bien-être en général. La seule baisse de la densité dans la case ne peut suffir à prévenir cette apparition.

b) Taille du groupe

La densité en elle-même ne fournit pas d'informations sur le nombre de porcs dans un groupe (taille du groupe), lequel n'est pas défini par la réglementation. Des liens entre une taille de groupe plus importante et des lésions cutanées plus nombreuses ont été rapportés (*Thomsen et al, 2016*). Dans les groupes les plus importants, il y a aussi un plus grand taux de blessures de gravité modérée et de plus nombreux comportements agressifs ou dérangeants (par exemple empêchant le repos des congénères) n'occasionnant pas de dommage visible (*Meyer-Hamme et al, 2015*). Une explication pourrait être que de plus nombreux porcs dans un groupe rendent plus difficiles l'établissement d'une hiérarchie et de liens sociaux stables et durables, rendant le groupe instable. Cette instabilité est une source importante de stress et favorise ainsi le développement de plus nombreux comportements délétères. Des groupes plus petits présentent un autre avantage : en cas de déclenchement d'un épisode de caudophagie dans une case, moins d'animaux sont mordus. Cela rend aussi plus facile l'identification des porcs mordeurs et mordus (*Wallgren et al, 2019*).

c) Evènements stressants

Passée la première semaine et les éventuelles caudectomie et castration, les évènements stressants de la vie des porcs à l'engrais sont principalement des vaccins (agitation, manipulation par l'humain) et des regroupements lors des changements d'atelier : passage de la maternité au post-sevrage, puis à l'engraissement, ainsi que le départ à l'abattoir. Ces évènements sont fréquemment des éléments déclencheurs pour les comportements délétères (*Povše et al, 2021*). Un exemple courant est l'apparition de comportements agonistiques, de caudophagie ou de monte après un déplacement des animaux (*Fredriksen et al, 2009*) par exemple pour isoler des porcs malades ou blessés. La conduite en bande suppose une arrivée et un départ simultané de tout le groupe, sans introduction de nouveaux animaux dans la case après le regroupement au sevrage. Cette gestion permet donc de limiter l'apparition de comportements délétères liés aux changements dans le groupe.

Le sevrage est en lui-même un moment de grand stress d'un point de vue physiologique, auquel s'ajoute en élevage conventionnel la séparation brutale des porcelets d'avec leur mère et le placement de ceux-ci dans un nouvel espace avec des congénères inconnus. Les porcelets sont

souvent regroupés par poids les plus homogènes possibles. En effet, des différences de poids importantes entre les animaux d'un groupe représentent un facteur de risque pour l'apparition de comportements délétères (*Hakansson et al, 2020*). Cependant, cette pratique conduit à des modifications des groupes d'animaux lors du passage de la maternité au post-sevrage. Cela nécessite l'adaptation des porcelets à un groupe comprenant de nombreux individus inconnus et au sein duquel doit s'établir une nouvelle hiérarchie. Le temps que la structure sociale se stabilise et que cette hiérarchie soit mise en place, ces changements sont donc à l'origine de nombreux comportements agonistiques dans les 24 à 48h suivant le sevrage (*Povše et al, 2021*).

Face à ce constat, certains éleveurs adoptent une autre stratégie : la socialisation précoce (**Photographie 1**). Celle-ci consiste à regrouper dès la maternité plusieurs portées de porcelets, permettant à ces derniers d'interagir et socialiser entre eux dès la naissance. Ils ont alors accès à une plus grande surface ainsi qu'à un environnement plus varié socialement et microbiologiquement et peuvent développer de meilleures compétences sociales, ce qui diminuera par la suite le stress lié aux interactions avec leurs congénères. De plus, il n'y a ainsi pas de regroupement mais une séparation d'un grand groupe d'animaux ayant déjà été en contact en plusieurs cases, ce qui se traduit par un moins grand nombre de comportements agonistiques au sevrage (*Ji et al, 2021*). En revanche, les poids dans les cases de post-sevrage peuvent alors être plus hétérogènes.



Photographie 1 : Atelier de maternité d'un élevage où est pratiquée la socialisation précoce

Au quotidien, pour les porcs, la seule interaction avec l'extérieur est associée au passage de l'éleveur, qui constitue une intrusion dans un environnement par ailleurs très homogène et contrôlé. Les pratiques varient selon les éleveurs mais ceux-ci passent généralement une fois par jour dans l'ensemble de l'élevage afin de surveiller les porcs, le matériel et les infrastructures et de pouvoir intervenir en cas d'anomalie. Lors de ces passages, ils ont des interactions plus ou moins développées avec les porcs, par la parole ou le contact physique.

En fonction des expériences préalables des porcs et de la relation établie ou non avec l'humain, ce passage est rarement neutre et peut constituer une source de stress, de peur, d'excitation, ou une forme d'enrichissement du milieu associée à des émotions et interactions positives. La caudophagie est favorisée par l'apparition de stress et la relation avec l'humain peut être, en fonction du vécu des porcs et de la manière dont elle est investie par l'éleveur, source d'un stress supplémentaire ou au contraire d'apaisement. Ainsi l'implication de l'humain dans une relation investie d'interactions positives telles que des énoncés calmes, des caresses ou l'apport direct de nourriture peut-elle contribuer à diminuer la caudophagie et la gravité des lésions des queues (*Büttner et al, 2018*). Cependant, dans l'étude citée, pour que l'humain puisse être associé uniquement à une présence positive, les porcelets n'ont été soumis ni à la caudectomie, ni à la castration, qui restent des pratiques extrêmement courantes.

Sur le terrain, lorsque la réaction de truies à l'entrée d'un humain dans l'enclos a pu être évaluée, l'étude n'a pu conclure qu'à une variabilité individuelle des réactions des animaux sans lien significatif avec l'attitude de l'éleveur à leur endroit (*Pol et al, 2021*). De plus, le protocole implique qu'un humain passe quinze minutes avec les porcs trois fois par semaine. Le temps de ce passage, multiplié par le nombre de case, constituerait une charge de travail supplémentaire très importante qui n'est pas accessible à la plupart des éleveurs. L'investissement positif par l'éleveur de sa relation avec les porcs est donc indiscutablement bénéfique. Il peut participer à la diminution du stress des porcs dans une approche globale de leur environnement, à l'amélioration de leur bien-être et même de leur état de santé, en facilitant la détection et l'intervention en cas de maladies ou de comportements délétères. Il ne constitue cependant pas en pratique une solution de terrain applicable pour prévenir l'apparition de caudophagie.

2- Environnement pauvre

a) *Nourriture*

En élevage porcin, le moment du nourrissage peut être un déclencheur de comportements agonistiques si la nourriture est une ressource sujette à compétition parce qu'elle n'est pas suffisamment accessible (quantité limitée, manque d'espace autour du rack, distribution sur une trop courte durée; *Moinard et al, 2003*). Les porcs sont alors concentrés autour du rack pendant les repas, se battant pour l'accès à la nourriture, ce qui peut causer des blessures plus ou moins sévères. Ce problème est cependant facilement évitable : suffisamment de place pour accéder à la nourriture, une bonne répartition de celle-ci dans la case et des repas réguliers ou une distribution à volonté permettent de diminuer drastiquement les comportements agonistiques à cette occasion (*Georgsson et al, 2002*).

En élevage, les porcelets consomment un aliment standardisé et homogène, étudié pour répondre à leurs besoins nutritionnels et favoriser la prise de poids. Cependant, cet aliment unique ne permet pas de recréer la diversité des aliments consommés par les porcs en milieu semi-naturel. Or, le régime alimentaire joue un rôle dans l'émergence des comportements délétères. En effet, Il a été montré que la caudophagie est liée à la composition du microbiote intestinal des porcs (*Verbeek et al, 2021*), significativement plus riche en *Lactobacillus* dans les groupes n'exprimant pas ce comportement (*Rabhi et al, 2020*). De plus, les animaux de ces groupes sont moins stressés que les porcs mordeurs et leurs compagons de case.

D'autre part, les porcs nourris avec des régimes riches en fibres expriment moins de comportements agonistiques à la mangeoire, ce qui pourrait être associé à une meilleure satiété. Des études ont cependant essayé de diminuer les comportements délétères en modifiant le régime alimentaire sans obtenir de résultats satisfaisants (*Chou et al, 2020*) ce qui est à mettre en lien une fois de plus avec l'origine multifactorielle de ces comportements.

b) Loge et environnement

Sols

95% des élevages porcins Français se font sur caillebotis intégral et nu. Les caillebotis facilitent le travail de l'éleveur en laissant passer les déjections, diminuant grandement la quantité de nettoyage nécessaire à l'entretien des bâtiments. Cependant, ces sols durs et discontinus sont très inconfortables (voire douloureux) pour les porcs, notamment pour s'y allonger, ce qui peut causer du manque de sommeil (*Wallgren et al, 2019*). Ce type de sol est également associé à de plus nombreuses affections et lésions des membres par rapport à un sol plein et moins dur, par exemple recouvert d'une litière de paille (*Jørgensen, 2016*).

Ajout de substrat

L'ajout de substrat au sol, le plus souvent de la paille, permet d'améliorer le confort lié au sol. La paille est un substrat confortable, ingestible, que les animaux peuvent fouiller et mâcher, ce qui permet l'expression des comportements d'exploration alimentaire. Ainsi, la provision de paille diminue les morsures et le *belly-nosing* (*Kelly et al, 2000*). Les porcs glissent moins par rapport à un sol nu, ce qui diminue les risques de chute et de blessures et facilite donc les mouvements des animaux, notamment la course. Sur des sols partiellement pleins (caillebotis non-intégral, la partie pleine étant le plus souvent une dalle de béton), ils peuvent également utiliser la paille pour mieux distinguer l'espace de repos (*Wallgren et al, 2019*). Cependant, la paille n'est pas utilisée en conventionnel car elle n'est pas compatible avec la plupart des systèmes à caillebotis, notamment français, dans lesquelles elle tombe entre les lattes et vient bloquer le système d'évacuation du purin.

Parois

Dans des enclos nus et carrés, il est compliqué pour les porcs de distinguer différents espaces de vie ou d'avoir la possibilité de s'isoler seul ou en petit groupe. L'usage de parois dans les cases, en donnant plus de possibilités pour cette organisation et en permettant davantage aux porcs d'échapper aux agressions, diminue le stress général et les perturbations au sein de la case (*Barnett et al, 1992*). Ainsi, la présence de parois permet de réduire l'occurrence de *belly-nosing* et les lésions de la queue (*Bulens et al, 2017*).

Atmosphère

Une température inadéquate, trop chaude ou trop froide, un air poussiéreux ou de mauvaise qualité, ou encore une atmosphère humide sont autant de facteurs de risque pour la caudophagie. Garder ces trois facteurs dans des valeurs standards avec un système de ventilation adéquat permet de diminuer les morsures de queues (Scollo *et al*, 2015). Le maintien d'une bonne situation sanitaire permet également de réduire le stress en élevage (Boyle *et al*, 2022). Il y a aussi un effet saison pour les montes, qui apparaissent davantage en hiver (températures plus basses et jours plus courts) (Thomsen *et al*, 2016).

c) Matériaux manipulables

Enrichir l'enclos de matériaux et objets d'intérêt offre aux porcs la possibilité d'orienter leur comportements exploratoires envers ceux-ci, ce qui pourrait limiter la frustration comportementale à l'origine des comportements délétères (**Figure 7**). Ainsi, de tels ajouts, souvent appelés "enrichissement" permettent de diminuer les risques d'apparition de ces comportements (Lahrmann *et al*, 2018). Les matériaux et objets ajoutés sont choisis en fonction de l'intérêt que leur portent les porcs, de leur prix et de leur résistance. L'idéal est de trouver des matériaux qui soient à la fois intéressants pour les porcs, bon marché, rapides et faciles à mettre en place et qui dureront longtemps, idéalement tout le temps de présence d'une bande. Les plus couramment utilisés sont des chaînes, des bâtons de bois, des cordes et des jouets de type jouets pour chien, en plastique, caoutchouc ou canne à sucre (Haigh *et al*, 2019).

L'intérêt des porcs pour un objet est augmenté par la nouveauté de ce dernier. En effet, ils interagissent davantage avec des objets régulièrement renouvelés. Les porcs montrent une préférence pour des matériaux libres ou pendant, facilement déplaçables, déformables, masticables, destructibles et ingestibles, comme par exemple la paille¹⁶. Ces matériaux peuvent être présentés sous forme de litière ou dans de longs racks (Chou *et al*, 2020). Cependant, en élevage conventionnel, les matériaux ajoutés doivent être compatibles avec le caillebotis intégral, ce qui élimine toute forme de litière, ainsi que la paille pour la plupart des bâtiments. Les objets compatibles avec le caillebotis permettent aussi de diminuer les comportements délétères, à condition d'être constamment disponibles, donc renouvelés immédiatement en cas de destruction (Chou *et al*, 2020).

16 EU Commission recommendation 2016/336 - <https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2016/336/oj>

3- Génétique

Il existe d'importantes variations individuelles quant à l'expression de comportements délétères (*Taylor et al, 2010*). Certains animaux ont davantage tendance à les adopter, quand d'autres ne les expriment jamais. Par exemple, même dans des cases avec beaucoup de caudophagie, alors que les animaux commencent à se mordre les uns après les autres, il est fréquent qu'un ou deux porcs ne suivent jamais ce comportement, même en présence de sang. Au-delà de ces différences individuelles, on a pu observer que certaines races ou certaines lignées ont davantage tendance à développer des comportements délétères. En plus de l'environnement, la génétique joue donc également un rôle dans leur expression. Ainsi, on a pu montrer que les agressions, la caudophagie ou encore le *belly-nosing* ont des héritabilités significatives (*Breuer et al, 2003*).

Si les prédispositions génétiques sont immuables à l'échelle individuelle, elles pourraient alors constituer un levier d'action sur l'apparition de comportements délétères à l'échelle de la population, notamment par la sélection pour la reproduction des animaux les moins susceptibles de les développer. Cependant, cela est compliqué à mettre en pratique. En effet, les lignées porcines sont déjà fortement sélectionnées sur des critères zootechniques (Gain moyen quotidien, prolificité etc.) qui entrent alors en compétition avec le critère de l'expression peu marquée des comportements délétères. De plus, à cause de l'origine multifactorielle et environnementale des comportements délétères, toute sélection génétique doit, pour fonctionner, se faire en fonction d'un milieu donné précis (approche GxE : Génétique x Environnement) (*Camerlink et al, 2015*), ce qui est difficile à mettre en place sur le terrain où les conditions d'élevage sont souvent déjà standardisées au maximum.

III- Comportements délétères : Le cas de la caudophagie et les solutions apportées

De nombreuses solutions ont été proposées pour faire face aux comportements délétères. Les procédures mutilatoires ont longtemps été la solution de choix pour les limiter, ainsi que leurs conséquences. Ainsi, la caudectomie (interdite en routine dans l'UE depuis 2008), en supprimant presque complètement l'objet des morsures, parvient à les diminuer fortement. Le meulage des dents (interdit et massivement arrêté en UE depuis 2008) permet de limiter les conséquences et le nombre des agressions (*Lingling et al, 2018*) et la castration (en cours d'interdiction dans l'UE) limite drastiquement les montes. Par ailleurs, les systèmes et bâtiments d'élevage ont été fortement adaptés pour réduire les facteurs de risque présentés en **II.c** et limiter ainsi l'ensemble des comportements délétères.

Parmi ces comportements, la caudophagie est celui qui entraîne le plus de conséquences sur le bien-être et la santé des animaux et est actuellement au centre des débats de société sur l'élevage conventionnel de porc. Ici, nous présenterons en détail les solutions alternatives à la caudectomie et leurs limites en ce qui concerne la caudophagie.

A) Caudectomie

Face aux dégâts considérables causés par la caudophagie sur la santé et le bien-être des porcs en élevage, la caudectomie (section partielle de la queue) est massivement pratiquée. Cependant, elle est aujourd'hui fortement remise en cause en France et dans de nombreux pays d'Europe en raison de la douleur aiguë puis probablement chronique (*Tallet et al, 2019 ; Sandercock et al, 2019*) et potentiellement fantôme (*Valros, 2021*) qu'elle occasionne chez les porcs, avec un fort retentissement sur le bien-être animal (*Alonso et al, 2020*). Cette pratique n'est donc pas comparable à d'autres manipulations de routine comme la vaccination, laquelle n'est plus à l'origine d'aucun mal-être après le stress et la faible douleur liées à la manipulation par l'humain et l'injection.

De plus, la coupe partielle de la queue, si elle limite leurs conséquences sanitaires les plus graves, n'empêche pas pour autant les morsures et lésions de cette dernière et n'apporte pas de solution aux questions de bien-être animal soulevées par la caudophagie. Tout ceci, en lien avec l'accumulation

de preuves de la sensibilité et des capacités cognitives importantes des porcs, fait aujourd'hui de l'arrêt de cette procédure un enjeu important pour les sociétés européennes (*Mendl et al, 2009*). En 2016, 57 % des Européens estimaient ainsi qu'il est « très important » de protéger le BEA en élevage¹⁷. Bien que théoriquement interdite en routine depuis 2008, la caudectomie est encore largement répandue¹⁸. En 2020, 90% des porcs élevés en Union Européenne (*Sell et al, 2020*) et 99 % des porcs élevés en France y étaient encore soumis en 2019. Le 30 juin 2023, une éleveuse française a pour la première fois été condamnée pour caudectomie systématique (elle a fait appel de cette décision), ce qui pourrait constituer un précédent pour une meilleure application de la législation et une modification des pratiques de terrain¹⁹. Pour rendre possible un élevage sans caudectomie, il reste avant tout primordial d'être capable de réduire l'apparition et l'impact des morsures de queues chez les animaux à queues longues.

B) Systèmes d'élevage sans caudectomie

Certains pays ont fait le choix d'interdire complètement la caudectomie. En Europe, c'est notamment le cas de la Finlande, la Suède et la Suisse. Les élevages de ces pays partagent des aménagements communs différents des normes minimales imposées par l'UE :

- Les caillebotis intégraux y sont interdits et les systèmes d'évacuations des déjections des bâtiments sont adaptés à la présence de litière, ce qui permet l'utilisation quotidienne et facile de paille ou d'autres substrats et matériaux manipulables.
- La densité en animaux minimale requise est plus faible que dans nos élevages conventionnels : 0,9 m² pour des porcs pesant de 85 à 110kg en Suisse et en Finlande, contre seulement 0,65 m² réglementaires en UE.
- Des espaces y sont obligatoirement dédiés à l'isolement des animaux malades, blessés ou agressifs (5% de la surface totale en Finlande), rendant cet isolement possible en cas de besoin.

17 Attitudes des Européens à l'égard du BEA, European Commission, 2016

https://data.europa.eu/data/datasets/s2096_84_4_442_eng?locale=fr

18 Rapport d'information sur la protection du BEA au sein de l'UE, 2020

https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/duel15b3344_rapport-information#_ftn2

19 https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/08/22/bretagne-une-eleveuse-condamnee-pour-la-coupe-systematique-des-queues-de-cochons_6186200_3244.html

- Le statut sanitaire des élevages Finlandais est globalement supérieur à la moyenne. La plupart des élevages de ce pays adhèrent en effet à un programme de suivi incluant notamment des visites vétérinaires régulières.

Ces élevages répondent donc davantage aux besoins des animaux, ce qui permettrait la prévalence moins élevée de caudophagie et l'interdiction effective de la caudectomie (*Wallgren et al, 2019 ; Sell et al, 2020*). Ces aménagements reposent sur des bâtiments adéquats dont ne disposent pas les éleveurs Français. La construction de bâtiments ayant les caractéristiques décrites dans le paragraphe précédent pourrait grandement aider à diminuer la caudophagie. Cependant, cela demande des financements considérables qui ne sont actuellement pas envisagés. D'autre part, la caudophagie est toujours une réalité dans la majorité des élevages des pays ayant interdits avec succès la caudectomie. Bien que les chiffres à propos des lésions des queues soient difficiles à comparer en raison de potentielles différences d'observations (certaines études incluent les lésions complètement guéries dans le comptage, d'autres non), il semble que sans caudectomie, le nombre de queues lésées par des comportements caudophages soient similaires au Royaume-Uni (*Harley et al, 2012*), où les élevages suivaient au moment de l'étude la réglementation de l'UE et où la caudectomie est largement utilisée, et en Finlande (*Valros et al, 2004*) où la caudectomie est interdite.

Malgré ces similitudes, la perception de la caudectomie diffère du tout au tout. En effet, si on interroge les éleveurs sur cette pratique, "la plupart des [Finlandais] affirment qu'ils ne voudraient probablement pas couper les queues, même si c'était légal" alors que les anglais "commentent spécifiquement l'importance de la caudectomie" dans le contrôle de la caudophagie (*Valros, 2021*). La caudophagie est perçue comme un danger à éviter à tout prix dans les élevages où la caudectomie est pratiquée alors que, pour les éleveurs habitués à travailler sans, c'est la caudectomie qui apparaît inacceptable et les morsures de queues sont alors comprises comme une contrainte faisant partie intégrale de l'élevage de porcs et dont la surveillance et la gestion nécessitent des efforts continus mais nécessaires. Ainsi, au-delà de conditions d'élevage diminuant les facteurs de risques pour la caudophagie, la perception des éleveurs et l'effectivité de leurs moyens d'action face à la caudophagie semble donc jouer un rôle prépondérant dans la possibilité de l'arrêt de la caudectomie.

L'ensemble des travaux sur la caudophagie en élevage de porcs tend à montrer que, même si on peut en réduire l'importance grâce à la gestion des facteurs de risque, la caudophagie ne disparaît jamais complètement dans les systèmes modernes d'élevage porcin (élevage en bâtiment, avec de très nombreux animaux dans un espace réduit). En s'appuyant sur l'exemple des pays où la caudectomie n'a plus cours et où la caudophagie résiduelle est considérée comme acceptable au quotidien par les éleveurs, nous pouvons donc suggérer que les principales pistes, complémentaires, dont nous disposons pour parvenir au même résultat sont :

- la mise en place de systèmes d'élevage et bâtiments respectant davantage les besoins comportementaux des porcs (coût économique important) ;
- la mise en place d'outils concrets et bon marché permettant la gestion de la caudophagie en cas d'épisode (présentés en partie **III.c.2**) ;
- la formation des éleveurs à ces outils et à l'idée que la caudophagie fait partie intégrante des systèmes d'élevage dans lesquels ils travaillent (*Valros, 2021*).

C) Faire face à un épisode de caudophagie

1- Détection de l'épisode

Plus un épisode de caudophagie est géré tôt et plus cette intervention a de chances d'être efficace. Notamment, agir avant l'apparition de blessures ouvertes et de sang sur les queues peut permettre d'éviter l'emballement caractéristique de l'épisode. Avant toute action, il est donc indispensable d'être capable de détecter au plus vite les comportements caudophages. Or les morsures sont difficilement observables directement. D'abord à cause du temps d'observation quotidien réduit dont disposent les éleveurs, mais aussi parce que les morsures ont rarement lieu en leur présence. Enfin, les lésions des queues sont difficilement observables depuis le couloir à l'extérieur des cases, en tous cas avant qu'elles ne saignent.

Il est donc important d'avoir accès à des indicateurs fiables pour détecter les épisodes au plus tôt et de pouvoir réagir en conséquence. Plusieurs de ces symptômes ont déjà été investigués par la littérature. Ainsi, il est possible d'observer :

- Une augmentation de l'activité (temps passé debout) dans la case jusqu'à 5 jours avant le début de l'épisode (*Larsen et al, 2018*).
- Une modification du comportement à l'âge avec des animaux qui mangent moins et moins souvent avant et pendant un épisode (*Wallenbeck et al, 2013*).
- De plus nombreux comportements d'exploration et manipulations dirigés vers les congénères et les matériaux manipulables (*Ursinus et al, 2014*).
- Une modification de la position des queues des porcs.

La position de la queue a été décrite comme pouvant refléter des états émotionnels positifs ou négatifs, ainsi que l'état d'excitation de l'animal (*Camerlink et al, 2020*) et est utilisée comme indicateur de bien-être. En effet, chez les porcs sains, la queue est majoritairement tenue haute enroulée « en tire-bouchon ». Bien que des recherches récentes suggèrent qu'une queue tenue activement basse puisse également être une posture neutre (*Iglesias et al, 2022*), il y a une corrélation entre les blessures de la queue et le fait d'avoir la queue basse et pendante (*Wallgren et al, 2019*). Ainsi, cette position est une bonne approximation à distance pour ces lésions, et donc pour estimer la présence dans la case des morsures qui en sont largement responsables. Une autre position fréquemment adoptée par les porcs en cas de caudophagie est une queue repliée sous le ventre. En effet, un porc observé avec une lésion de la queue a 6 fois plus de chances de la tenir ainsi repliée (*Larsen et al, 2018*). Cependant, là encore, cette position peut être adoptée dans d'autres circonstances, notamment en cas de peur et ne témoigne pas systématiquement de la présence de caudophagie (*Camerlink et al, 2020*). Ces deux positions ont donc été proposées par plusieurs publications et dès 2009 (*Zonderland et al, 2009*) comme un outil potentiel, pratique et efficace, pour la détection de la caudophagie.

De plus, ces indices de caudophagie, mis en évidence en conditions expérimentales pour les études citées, reposent sur des mesures et observations (scoring des lésions, observation prolongée par des techniciens du comportement des animaux...) difficiles voire pour certaines impossible à réaliser en routine en conditions d'élevage. Pour répondre à cet enjeu pratique et dépasser le besoin d'intervention humaine, une solution pourrait être l'automatisation de la détection des modifications comportementales décrites ci-dessus grâce à des outils tels que la surveillance vidéo ou divers capteurs disposés dans l'enclos.

Une de ces tentatives propose d'automatiser cette détection par l'observation de la position des queues à l'aide de caméras 3D (*D'Eath et al, 2018*). L'outil proposé est parvenu à relever correctement 73,9 % des positions des queues, avec une bonne détection des queues basses et repliées sous le ventre, mais une mauvaise appréciation de la position haute des queues en tire-bouchon, position pourtant fréquente chez les porcs. De plus, cette étude ne propose aucun seuil à partir duquel considérer qu'un épisode est en cours et avertir l'éleveur. Il a aussi été tenté de détecter les épisodes à partir de capteurs relevant la température au sol et les utilisations des abreuvoirs (*Larsen et al, 2019*) avec l'idée que ces deux indicateurs reflètent l'activité dans la case dont l'augmentation peut prédire un épisode de caudophagie. Ce dispositif a permis de détecter la grande majorité des épisodes de caudophagie, mais avec beaucoup trop de faux négatifs pour être utilisable en l'état. En effet, le franchissement du seuil défini par l'IA déclenche une alarme qui alerte directement l'éleveur afin qu'il puisse intervenir sur l'épisode. Il est donc nécessaire que les faux négatifs restent occasionnels afin de réellement faciliter son travail.

Ces données automatiques peuvent aussi être associées à des processus de deep-learning qui pourraient permettre la détection automatisée de changements des comportements sociaux ou l'identification des individus, notamment mordeurs. L'une des tentatives d'application des intelligences artificielles (IA) à la détection de la caudophagie s'appuie sur la modification du comportement alimentaire (*Ollagnier et al, 2023*) à l'aide de données transmises par un nourrisseur automatique. Dans cette étude, l'algorithme a été capable de détecter 78 % des épisodes, mais à la condition contraignante d'avoir pu emmagasiner des données du même enclos (avec les mêmes animaux) au préalable. Cette tentative semble être la plus fonctionnelle parmi celles réalisées jusqu'ici, et pourrait permettre une prochaine utilisation sur le terrain dans les élevages disposant de nourrisseurs automatiques si ses résultats, obtenus ici sur seulement 2 jeux de données, s'avéraient généralisables. Enfin, une autre étude a essayé de détecter directement les morsures des queues grâce à une surveillance vidéo en maternité couplée à une IA (*Hakansson et al, 2022*). La détection effectuée atteignait 71 % de précision, avec des morsures non détectées et de simples contacts détectés comme des morsures, ce qui là encore promet des perspectives pour le futur, mais ne permet pas une utilisation sur le terrain en l'état.

Une autre piste serait la détection de la caudophagie à l'aide d'enregistrements sonores des cris des porcs pourrait permettre la mise en place d'un outil de détection automatisé en cas de morsures de queues. Il a déjà été montré que l'analyse sonore des cris de porcelets permettait de distinguer des

situations précises, y compris entre des évènements à valence négative mais de cause différente (saisie par un humain et écrasement par la mère ; cf **I.D**). La bioacoustique a également déjà été utilisée pour d'autres applications telles que l'analyse d'une toux permettant de distinguer leur origine, infectieuse ou non (*Ferrari et al, 2018*) ou encore dans d'autres situations liées à la douleur, par exemple pour évaluer son intensité lors de castrations avec et sans anesthésie (*Marx et al, 2003*). Tous ces précédents d'utilisation de la bioacoustique pour la détection (parfois automatique) d'évènements douloureux ou pathologiques permettent de formuler l'hypothèse selon laquelle des cris spécifiques seraient identifiables lorsqu'un animal est victime d'une morsure de la queue. Cela en fait une perspective potentielle pour la détection de la caudophagie, qui est amenée à être explorée prochainement à l'INRAE de Saint-Gilles.

Ces outils de détection précoce de la caudophagie sont donc encore en développement et ne sont pour le moment pas utilisables en élevage. Par ailleurs, s'il offrent des perspectives intéressantes, leur utilisation soulève plusieurs questions au-delà de la seule performance technologique. D'abord celle du coût des dispositifs impliqués que tous les éleveurs ne seront probablement pas en mesure d'investir, au moins dans un premier temps. D'autre part, la surveillance accrue du troupeau exigée par les techniques de détection de la caudophagie reposant sur l'intervention humaine, si elle occasionne une charge de travail supplémentaire pour l'éleveur, peut aussi permettre une meilleure surveillance générale (maladies, boîtes) et présente également une occasion de renforcer le lien la relation avec les porcs, avec les avantages qu'elle comporte (cf **II.C.1.c**). En somme, ces nouvelles technologies apportent de nouveaux outils, qui pourront s'avérer très utiles dans une approche intégrative comprenant leur utilisation sans se passer pour autant d'un regard et d'une présence humaine.

2 - Gestion immédiate de l'épisode

Lorsqu'un épisode de caudophagie est décelé dans une case, plusieurs stratégies peuvent être adoptées pour limiter les dégâts et interrompre l'épisode, voire empêcher l'apparition du stade 2 (cf **II.B.2**) si la détection est suffisamment précoce. Parmi les plus efficaces, on trouve le fait de séparer le ou les porcs mordeurs du groupe au plus tôt, afin d'éviter la propagation du comportement (*Zonderland et al, 2008*). Cependant, cette stratégie est difficile à mettre en place concrètement puisque les animaux mordeurs sont difficilement identifiables, les morsures étant rarement observées directement. Ainsi, une stratégie possible est d'isoler des autres les porcs mordus,

facilement reconnaissables à leurs queues lésées. Isoler les mordus est relativement efficace pour enrayer l'épisode mais rarement suffisant (*Hunter et al, 2001*). L'isolement de tout animal pose par ailleurs un problème de place dans les élevages français où tous les espaces disponibles sont souvent occupés par souci de rentabilité. Il provoque aussi un stress important chez ces animaux sociaux et un changement de composition du groupe pouvant entraîner une restructuration sociale, parfois à l'origine de comportements agonistiques (cf **II.C.1.c**). Il ne constitue donc pas une solution satisfaisante.

Une troisième méthode consiste à ajouter des matériaux manipulables par les animaux (cf **II.C.2.c**). Les plus efficaces sont ceux qui génèrent le plus d'interaction entre les animaux et l'objet. Ainsi, l'ajout de paille lors de la détection précoce d'un épisode permet d'éviter l'apparition de blessures plus graves dans la case (*Lahrmann et al, 2018*). Quand celui-ci n'est pas possible, les objets concrètement utilisés répondent à un compromis entre l'intérêt porté par les porcs, leur coût et leur longévité. Ce sont le plus souvent des chaînes, des bâtons de bois, des cordes et d'autres « jouets » en plastique ou canne à sucre (*Haigh et al, 2019*).

Les possibilités d'intervention lors de l'apparition d'un épisode de caudophagie restent donc limitées. Les systèmes d'élevages conventionnels posent un cadre très restreint qui offre peu de marge de manœuvre en cas de problème. C'est la raison pour laquelle la prévention par un environnement sain et adapté aux besoins des animaux, ainsi qu'une réduction maximale des facteurs de risques et une détection précoce sont importantes, ces mesures préventives constituant le principal levier d'action contre la caudophagie.

Partie 2 : Etude prospective des comportements caudophages chez des porcs en élevage conventionnel

La situation actuelle en France vis-à-vis de la caudectomie est insatisfaisante. Les éleveurs font face à des pressions pour stopper cette pratique, mais sans disposer d'outils suffisants pour gérer la caudophagie qu'engendrerait cet arrêt. Concrètement, ils ont besoin d'outils économiquement accessibles à utiliser en cas d'émergence d'un épisode. Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, différentes méthodes pour détecter et interrompre les épisodes de caudophagie ont déjà été investiguées. Cependant, ces études ont été menées pour la plupart en conditions expérimentales et ne reflètent pas toujours la complexité des conditions de terrain, voire peuvent proposer des solutions inapplicables en pratique. Par exemple, certains objets manipulables qui ont montré leur efficacité pour diminuer la caudophagie en laboratoire mais n'ont pas été testés sur le terrain pourraient s'avérer trop chers ou trop longs à mettre en place pour être effectivement utilisés (*Chou et al, 2019*). Par ailleurs, le caractère sporadique des épisodes de caudophagie les rend difficiles à étudier en conditions expérimentales, où ils peuvent par exemple ne jamais apparaître dans une bande dédiée à leur étude. Enfin, les comportements caudophages ont une origine multifactorielle fortement liée aux conditions environnementales dans lesquelles les animaux évolue. Il est donc important de les étudier directement dans ce milieu de vie. C'est ce que nous nous proposons de faire dans cette étude en nous intéressant à la caudophagie elle-même, mais également aux effets des actions immédiatement mises en place pour la contrer. Nous pouvons ainsi étudier la caudophagie en conditions réelles et vérifier sur le terrain l'efficacité des solutions proposées par les études de laboratoire. Cette méthode favorise également le dialogue entre éleveurs et chercheurs, permettant à ces derniers de bénéficier de l'expertise de terrain des éleveurs dans la mise en place des protocoles expérimentaux. Dans ce cadre, notre étude se propose donc d'étudier le comportement des porcs et la position des queues avant et pendant un épisode de caudophagie, ainsi que l'efficacité de l'ajout d'objets manipulables comme méthode de gestion de cet épisode.

La caudophagie peut se manifester à n'importe quel âge chez les porcs à l'engrais mais la survenue de morsures en post-sevrage a une influence déterminante sur leur apparition plus tard en engraissement (*Hakansson et al, 2020*). Il est par conséquent nécessaire de contrôler la caudophagie dès le post-sevrage, où notre étude a donc pris place.

I) Matériel et méthodes

Cette étude se base sur des données collectées directement au sein d'une exploitation porcine conventionnelle. Elle se propose de suivre des protocoles mis en place conjointement avec l'éleveur et évoluant avec ses pratiques, en s'appuyant sur son expertise de son élevage et ses retours sur la pertinence des outils proposés. Elle s'inscrit donc dans une volonté de recherche commune et de communication entre les différents acteurs impliqués autour du mal-être en élevage porcin et de l'arrêt de la caudectomie. De plus, elle bénéficie d'un protocole d'observation vidéo de grande ampleur, qui nous a permis de travailler *a posteriori* autour des épisodes apparus. Dans ce contexte, nous avons d'abord observé les comportements sociaux et positions des queues afin de déterminer si l'apparition et l'évolution d'un épisode de caudophagie y étaient reflétées, et si ces éventuelles modifications comportementales pouvaient être utilisées pour détecter la caudophagie. Dans un deuxième temps, nous nous sommes intéressés à la gestion de l'épisode grâce à l'ajout de matériaux manipulables.

A) Animaux, Bâtiments et gestion des animaux

Cette étude a été menée en partenariat avec un éleveur exerçant en conventionnel en Bretagne. Les porcs observés étaient de races croisées (Large White x Landrace) x (Duroc x Piétrain). Les porcelets mâles ont été castrés à 3 ou 4 jours d'âge, avec administration d'un analgésique juste avant la castration. Aucun meulage de dents ni coupe de queues ne sont réalisées sur cette exploitation. L'éleveur pratique la socialisation précoce : les porcelets sont élevés en groupes de trois portées dès la naissance. Chaque groupe est ensuite séparé en deux cases d'environ dix-sept animaux après le sevrage.

En post-sevrage, où sont réalisées les observations, deux jours de vide sanitaire sont observés avant l'arrivée des porcelets. Les cases (**Figure 9**) ont une taille de 8,51 m² (3,20 m x 2,66 m), ce qui correspond en post-sevrage à une densité de deux porcs par m². Le sol est constitué de caillebotis en béton, avec un tapis de sol dans l'aire de repos pendant les deux premières semaines. Cette zone est de plus protégée sur toute la longueur par un abri en béton. Chaque enclos dispose de deux abreuvoirs et d'un distributeur de nourriture sous forme d'un bac d'un mètre de long qui permet à quatre à huit porcs d'y manger en même temps. Les porcs sont nourris ad libitum avec trois aliments qui évoluent pendant toute la durée du post-sevrage. D'abord un aliment premier âge

(Gully Tec T, AGRIFA) pendant 22 jours pour 6 kg au sevrage et 8 jours pour 10 kg au sevrage. Ils mangent ensuite un aliment deuxième âge enrichi en fibres (kiddy perf) pendant 24 jours, et enfin un aliment pour nourains (jumpy pro) jusqu'à leur passage en engraissement. Le distributeur de nourriture est rempli une fois par jour. La température du bâtiment est maintenue à 27°C grâce à des radiateurs radiants électriques. La ventilation repose sur un système dynamique avec des valves d'entrée d'air situées au plafond. Deux des quatre cases (notées C26, C27, C31 et C33) sur lesquelles ont été conduites les observations sont munies d'une paroi d'1,25 m de long (C31 et C33 ; **Figure 9**). Les cases sont également équipées de matériaux manipulables par les porcs : au début des observations, on trouvait dans chaque case une balle en canne à sucre suspendue sous l'abri en hauteur. Une balle supplémentaire était fixée au sol en C31 et un morceau de bois était également présent dans cette case au début des observations (Bande 1).

Pour chaque case, l'éleveur a noté et rapporté les jours où il a détecté un épisode de caudophagie (observation de lésion sur les queues). Les porcs victimes de morsure ont été marqués au feutre le jour de la détection. Cette étude a été conduite sur 4 bandes, entre janvier et septembre 2021. Sur cette période, 6 épisodes de caudophagie ont été rapportés par l'éleveur. Nos observations et analyses portent sur ces 6 épisodes. Pour 5 d'entre eux, une corde de chanvre a été placée tendue au-dessus de la case concernée le jour-même de la détection ou le lendemain, pendant jusqu'au sol au milieu de la case. Cette corde était tendue et attachée à l'extérieur de la case. Si la corde était consommée jusqu'à n'être plus atteignable par les porcs, le nœud était desserré de manière à fournir un autre bout de corde. Un sac de jute a aussi été ajouté dans une des cases lors d'un épisode.

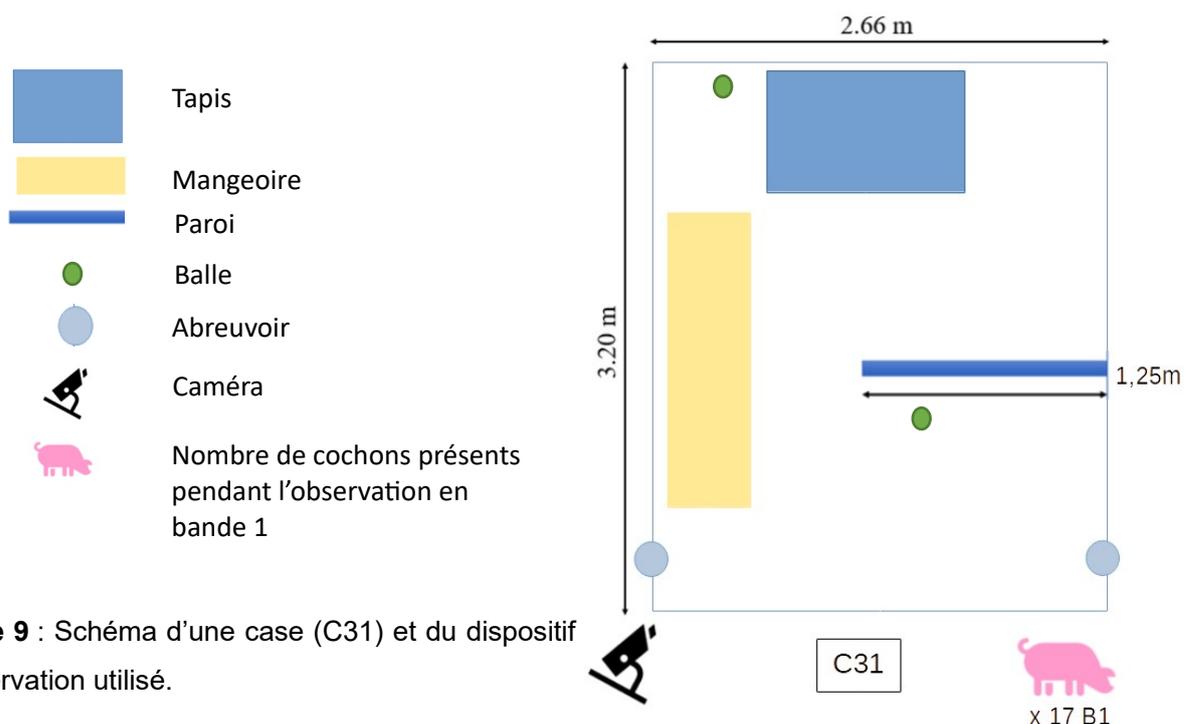


Figure 9 : Schéma d'une case (C31) et du dispositif d'observation utilisé.



Photographie 2 : Cases observées en atelier de post-sevrage. En haut à gauche : C31, en haut à droite C33, en bas à gauche C26 et en bas à droite C27.

B) Capture des données

Le dispositif d'observation était constitué de 6 caméras (Hikvision, Shenzhen, Chine, longueur de focale 2.8 à 12 mm, champ de vision horizontal 105° à 35°, vertical 56° à 20° et diagonal 126° à 40.5°) reliées à un enregistreur (Hikvision, Shenzhen, Chine, 8 voies) et disposées près de chaque case à environ 2 mètres du sol, de manière à limiter au maximum les angles morts. Pendant la période de capture vidéo, six épisodes de caudophagie ont été identifiés par l'éleveur : trois pendant la bande 1 (B1) sur les cases C27, C31 et C33, un sur la bande 2 (B2C27) et deux sur la bande 4 (B4C26 et B4C27).

Les analyses vidéo ont été réalisées à l'aide du logiciel The Observer® XT 14 (Noldus, Pays-Bas). Les comportements (**Tableau 1**) ont été codés en continu sur des vidéos de 2h (de 16h à 18h) de 7 jours avant à 7 jours après le jour de la détection d'un épisode de caudophagie, sur la case concernée par cet épisode. Cette plage horaire a été choisie en s'appuyant sur les conclusions de Pauline Venet, qui a réalisé un travail préliminaire sur cette même étude et s'est intéressée à

l'activité des porcs, avec des pics d'activité observés dans ces horaires. Sur chaque vidéo, nous avons également observé la position des queues (**Tableau 2**) en réalisant un échantillonnage par intervalle (scan) toutes les 30 min (5 scans par vidéo). Trois vidéos n'ont pas pu être observées du fait d'une défaillance de l'enregistreur. Au final, 87 vidéos ont ainsi été observées, pour un total de 174 h d'observation en continu et 435 scans des cases.

Les observations en continu ont été réalisées en collaboration avec Carole Guérin. Pendant la phase d'élaboration du répertoire comportemental, des observations d'entraînement ont été réalisées par les deux observateurs en même temps et sur le même ordinateur, afin de s'assurer de la concordance des observations réalisées. Pour tous les comportements observés (**Tableau 1**), chaque apparition du comportement dans la case pendant la période d'observation a été notée. Les comportements agonistiques à la mangeoire n'étaient notés qu'à partir de la deuxième itération successive afin que leur nombre ne vienne pas écraser les données hors mangeoire. Les durées des comportements n'étant pas enregistrées, nous avons renoté les comportements prolongés (principalement du jeu et du *belly-nosing*) toutes les 5 secondes.

Les comportements étudiés présentés dans le **Tableau 1**, ont été choisis pour refléter le comportement social des porcs observés. Ainsi, ils regroupent des morsures et d'autres comportements délétères (*belly-nosing* ; Autre comportement agonistique) mais également des comportements affiliatifs (*nosing* groin ; Jeu). Les « *nosing* » des queues et des oreilles ont été étudiés comme témoins de l'attention portée par les porcs à ces zones par ailleurs ciblées par les morsures (*Camerlink et al, 2013*). La catégorie « autre comportement agonistique » n'inclue pas les morsures des queues et des oreilles. Le terme « morsures » utilisé seul se réfère quant à lui à tous types de manipulation par la bouche et morsures des queues et des oreilles, agonistiques ou non. Les comportements de jeu retenus sont les jeux sociaux, incluant les courses poursuites et les poussées suivies d'une course, le pivot étant retenu comme marqueur différenciant les animaux jouant à se battre (« play-fight » dans la littérature) des agressions (*Salazar et al, 2018* ; *Newberry et al, 1988*).

Chaque fois qu'une morsure de la queue ou des oreilles était enregistrée, nous avons également noté la réaction du porc mordu dans l'objectif de pouvoir en déduire l'intensité des morsures et son évolution au fil du temps.

Morsures :

Comportement	Définition	Réaction du porc mordu et définition	
Morsure queue	Tient la queue entre les dents et/ou mord	Pas de réaction	Ne bouge pas ou poursuit son activité sans modification
		Réaction modérée	Met la queue hors de portée en la bougeant, la recourbe sous le ventre, s'assoit, se retourne, se plaque contre les parois, s'éloigne
		Réaction vive	Sursaute, bondit, donne un coup de tête, mord, fuit en courant, se bat
Morsure oreille	Tient les oreilles entre les dents et/ou mord	Pas de réaction	Ne bouge pas ou poursuit son activité sans modification
		Réaction modérée	Met les oreilles hors de portée en bougeant, se retourne, secoue la tête
		Réaction vive	Sursaute, bondit, donne un coup de tête, mord, fuit en courant, se bat

Autres comportements observés :

Comportement	Définition
<i>Belly - nosing</i>	Fait un mouvement vertical rapide et répétitif de la tête contre le ventre d'un autre porc
<i>Nosing Groin</i>	Sent ou touche le groin d'un autre porc avec le sien
<i>Nosing Oreille</i>	Sent ou touche l'oreille d'un autre porc avec son groin
<i>Nosing Queue</i>	Sent ou touche la queue d'un autre porc avec son groin
Jeu	Deux porcs ou plus courent énergiquement à travers la case et pivotent à 90° ou plus sans marquer de pause
Autre comportement agonistique	Combat, donne un coup de tête, mord d'autres parties du corps que la queue ou les oreilles

Tableau 1 : Répertoire comportemental utilisé pour les observations en continu – Echantillonnage par comportement

En parallèle, les observations des positions de queue distinguent les queues hautes des queues pendantes et repliées. Sur les scans, de nombreux porcs sont face à la caméra ou ont la queue partiellement cachée par d'autres animaux de telle sorte que l'on peut affirmer qu'elle est basse, mais pas distinguer si elle est pendante ou repliée. Dans ce cas, elles ont été notées comme « basse » mais « non observable » dans le détail. Si elles étaient complètement cachées à la caméra ou que les porcs n'étaient pas debout, elles ont été notées « Non observables ».

Position des queues :

Position de la queue		Définition
Haute		Queue au-dessus de la racine, en tire-bouchon ou non
Basse	Repliée	Queue repliée sous le ventre
	Pendante	Queue en-dessous de la racine, non repliée sous le ventre
	Non observable	Queue en-dessous de la racine, on ne voit pas si elle est repliée sous le ventre ou non.
Non observable		Position de la queue non visible à la caméra ; animal couché, dans un angle mort, derrière la paroi ou dissimulé par un congénère

Tableau 2 : Répertoire comportemental utilisé pour les scans – Echantillonnage instantané



Haute (gauche)
Non observable (droite)



Pendante (gauche)
Repliée (droite)



Basse avec détail
non observable (droite)

Photographie 3 : Les différentes positions de queue observées.

C) Analyse des données

Pour chaque observation en continu d'une vidéo, le nombre d'itérations pour chaque comportement a été exporté depuis le logiciel The Observer® (**Annexe 1**). Ces données ont ensuite été synthétisées (**Annexe 2**). Toutes les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel Rstudio (*Rstudio Team, 2020*) et les box plots à l'aide de ggplot2 (*Wickham, 2009*). Nous avons d'abord effectué des tests de Pearson sur les données issues des observations en continu pour calculer les coefficients de corrélation (**Figure 10**). Les résultats retenus sont ceux pour lesquels $R^2 > 0,2$ et $P < 0,01$. Les corrélations sont considérées modérées si $0,2 < R^2 < 0,5$; et fortes si $R^2 > 0,5$.

Par ailleurs, la somme des résultats des 5 scans (**Annexe 3**) effectués chaque jour a permis de calculer la proportion de queues observées dans chaque position pour ce jour, sur la durée de l'observation (nombre total de queues dans une position / nombre total de queues observées) (**Annexe 4**).

Pour tous les tests présentés ci-dessous, le seuil de significativité retenu est $P=0,05$. Deux comparaisons de données entre deux jours ont été effectuées. Nous avons commencé par vérifier la normalité du jeu de données à l'aide d'un test de Shapiro-Wilk, puis l'égalité des variances avec un test F. Lorsque la normalité n'était pas vérifiée (**Figure 13**), nous avons appliqué un test de Wilcoxon et lorsqu'elle l'était (**Figure 14**), nous avons utilisé un test de Student.

Enfin, les données analysées sur plus de deux jours (**Figures 11, 12 et 15**) ont été traitées en utilisant des ANOVA univariées. Ainsi, nous avons appliqué une régression linéaire à chaque jeu de données avant d'effectuer un test de Fischer. Nous avons vérifié la validité du test en testant la normalité des jeux de données par un test de Shapiro-Wilk et une observation graphique de l'allure des résidus, puis vérifié l'homoscédasticité des données par un test de Levene. Il est à noter que tous les résultats obtenus par cette méthode sont à considérer avec précaution, car le très petit nombre d'échantillons (5 ou 6) dont nous disposons ne permet pas d'affirmer avec certitude la normalité, même après vérification. Une analyse post-hoc a ensuite été conduite sur les mêmes données à l'aide d'un test HSD de Tukey, afin d'obtenir des informations plus précises sur les différences de moyennes entre les jours deux à deux.

Dans une des cases observées, aucun objet manipulable n'a été ajouté dans la case lors de la détection. Cette case n'a donc pas pu être utilisée pour obtenir des données sur l'efficacité de ces ajouts. Nos analyses sur les effets de l'ajout d'objets manipulables lorsque l'épisode est détecté (**Figures 13, 14 et 15**) ne portent donc que sur 5 individus statistiques (épisodes).

Par ailleurs, l'éleveur ajoutait initialement une corde de chanvre dans la case le lendemain de la détection d'un épisode. Ses pratiques ont cependant évolué au cours des 9 mois d'enregistrement avec une prise en charge plus précoce des épisodes. Ainsi, pour les deux épisodes ayant eu lieu en septembre, l'ajout d'une corde de chanvre dans la case a été fait le jour même de la détection. Cela a plusieurs conséquences sur les analyses effectuées. D'abord, J0 a été exclu du modèle statistique pour les analyses portant sur le nombre de morsures observées avant l'épisode (**Figure 11**). Ensuite, cela implique que les jours pour lesquels l'efficacité de l'ajout de matériaux est analysée ne sont pas les mêmes pour toutes les cases dans le référentiel de la détection, où J0 correspond au jour de la détection de l'épisode. Ainsi, pour l'analyse de cette efficacité dans la partie **II.B**, nous avons choisi de nous placer dans de nouveaux référentiels : l'un où J0 correspond au jour de l'ajout d'une corde dans la case où s'est déclaré l'épisode (**Figure 13**), et le dernier qui considère J0 comme le jour de l'ajout du dernier objet manipulable (**Figure 14 et 15**), après lequel l'éleveur a donc estimé que la caudophagie était revenue à un niveau acceptable et n'est plus intervenu.

II) Résultats

A) Comportements sociaux et positions des queues avant et pendant un épisode de caudophagie

1- Corrélations observées

Les tableaux de corrélation correspondant à la **Figure 10** sont présentés en **Annexe 5**. De l'analyse de ces corrélations, il ressort que les *nosing* (flairage et contact) des queues et les morsures des queues sont fortement corrélées positivement (**Figure 10** ; $R^2=0,64$, $P<0,0001$). C'est également le cas pour les comportements agonistiques et le jeu ($R^2=0,61$, $P<0,0001$) ainsi que pour les *nosing* des oreilles et les *nosing* des groins ($R^2=0,53$, $P<0,0001$).

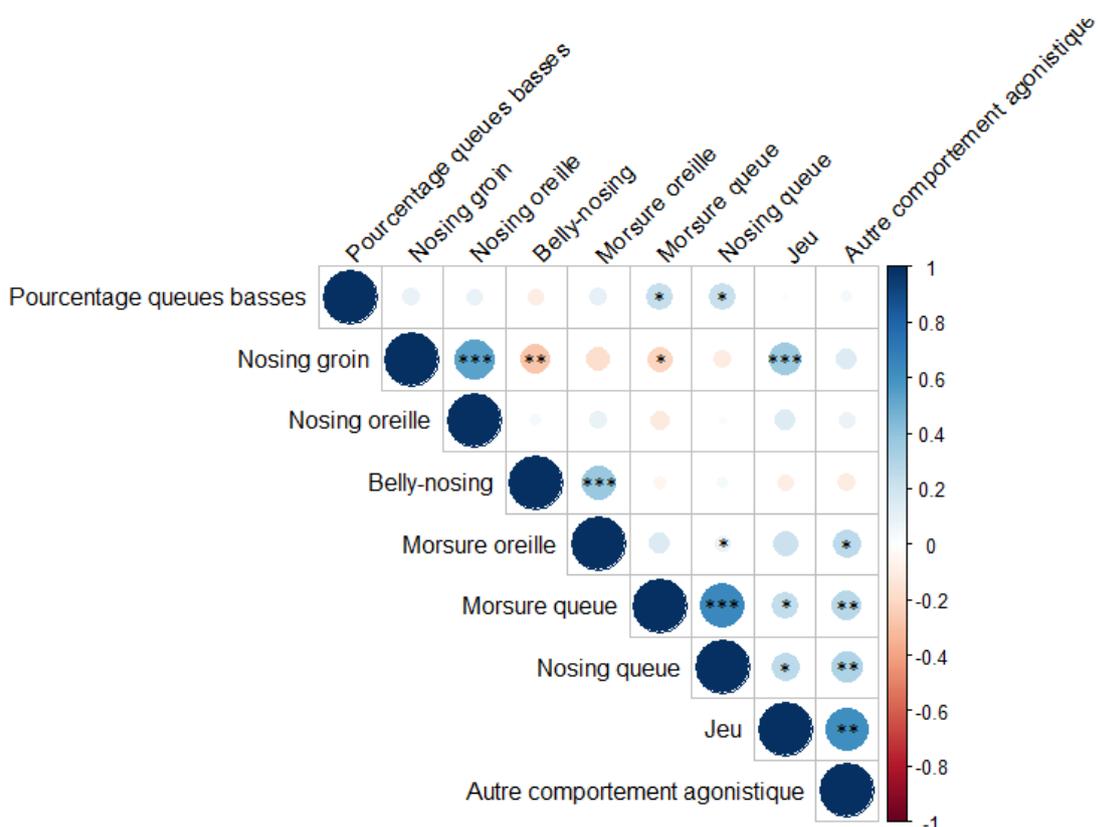


Figure 10 : Matrice de corrélation entre les comportements et positions des queues observées de 7 jours avant à 7 jours après la détection d'un épisode de caudophagie. La taille des ronds et l'intensité des couleurs sont proportionnelles à la valeur du R^2 , positif en bleu et négatif en rouge.

Nous avons également relevé 5 corrélations modérées. Les comportements agonistiques sont ainsi corrélés aux morsures des queues ($R^2=0,28$, $P=0,01$) et aux flairages des queues ($R^2=0,3$, $P=0,004$).

Le jeu l'est aux flairages des groins ($R^2=0,35$, $P=0,0008$) et le *belly-nosing* aux morsures des oreilles ($R^2=0,38$, $P=0,0003$). Le *belly-nosing* est par ailleurs négativement corrélé aux flairages des groins ($R^2=-0,27$, $P=0,01$)

Enfin, la proportion de queues basses est faiblement corrélée aux morsures des queues sur l'ensemble des observations ($R^2=0,23$, $P=0,0296$; **Figure 10**). Cependant, en ne prenant en compte que la phase avant la détection de l'épisode à J0, de J-7 à J-1, cette corrélation est beaucoup plus importante ($R^2=0,58$, $P<0,0001$).

2- Evolution des morsures et positions des queues avant un épisode de caudophagie

Pendant la semaine précédant l'épisode (entre J-7 et J-1), le nombre de morsures de queues observées tend à augmenter régulièrement ($F=2,276$, $P=0,059$; **Figure 11**), mais cette augmentation n'est pas significative. La seule augmentation significative du nombre de morsures de queues a lieu entre J-6 et J-1 ($\text{diff}=18,5$, $P=0,023$).

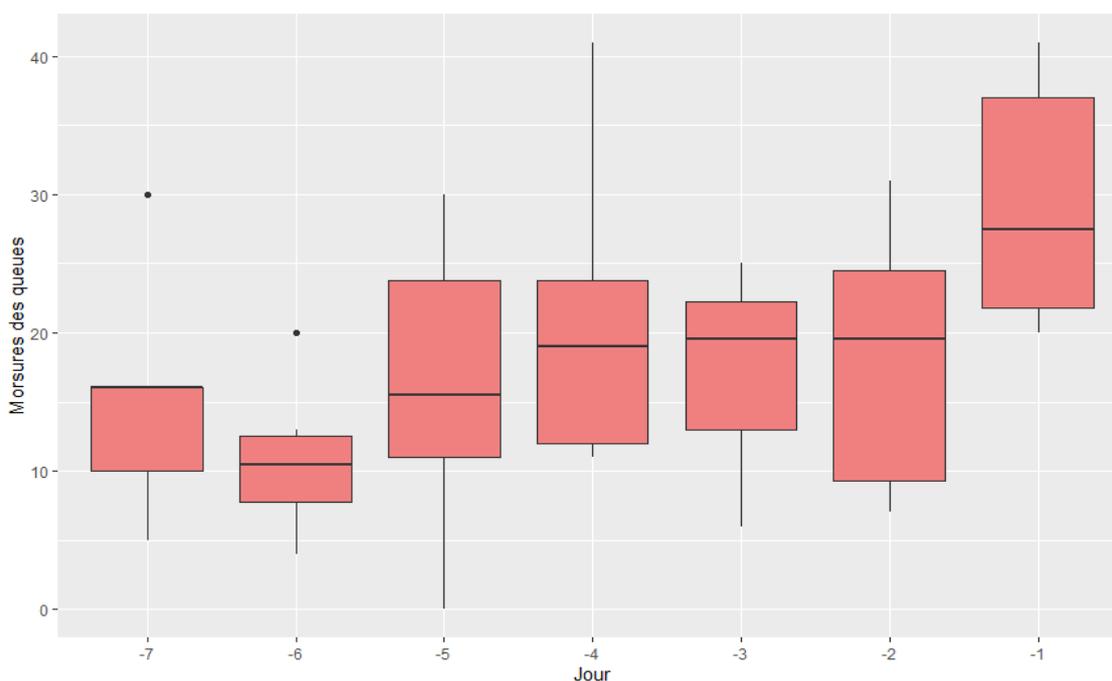


Figure 11 : *Box plot* de l'évolution du nombre de morsures des queues observées avant un épisode de caudophagie. Le trait représente la médiane et 50% des valeurs sont contenues dans les boîtes. Les points correspondent aux valeurs extrêmes. J-1 est la veille du jour de la détection de l'épisode par l'éleveur.

Concernant les positions de queue, la proportion d'animaux ayant la queue basse au sein du groupe augmente significativement au fil des jours ($F=3,627$, $P=0,004$; **Figure 12**). L'augmentation est significative entre J-7 et J0 (diff= 47,6, $P=0,021$) et entre J-6 et J0 (diff= 46,4, $P=0,017$). Elle est également proche d'être significative entre J-5 et J0 (diff= 40,9, $P=0,051$).

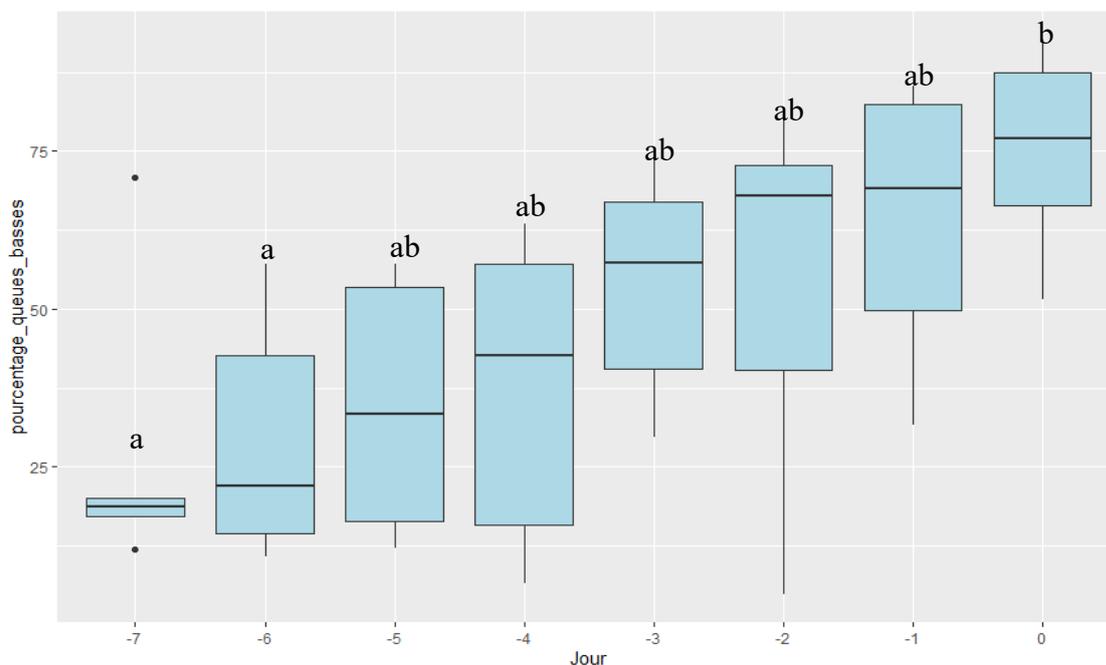


Figure 12 : *Box plot* de l'évolution de la position des queues avant un épisode de caudophagie. Le trait représente la médiane et 50% des valeurs sont contenues dans les boîtes. Les points correspondent aux valeurs extrêmes. J0 est le jour de détection de l'épisode par l'éleveur.

B) Efficacité de l'ajout d'objets manipulables pour la gestion d'un épisode

1- Efficacité immédiate

Le J0 utilisé dans cette partie des résultats (**Figures 13 et 14**) est le jour où un nouvel objet est ajouté et diffère pour certaines cases du J0 correspondant à la détection de l'épisode, utilisé pour les résultats précédents. Nous avons comparé les morsures de queue observées dans la case le jour précédant l'ajout d'un objet (J-1) et le jour où cet ajout a lieu (J0).

Le nombre de morsures de queues observé ne diminue pas de manière significative ($W=5$, $P=0,151$; **Figure 13**) après l'ajout d'une corde (qui est toujours le premier objet ajouté). En revanche, il diminue significativement lorsqu'on considère, pour définir J0, le jour où le dernier objet manipulable (soit un sac de jute, deux jours plus tard, dans une des cases) a été ajouté ($t=3,962$, $P=0,0087$; **Figure 14**).

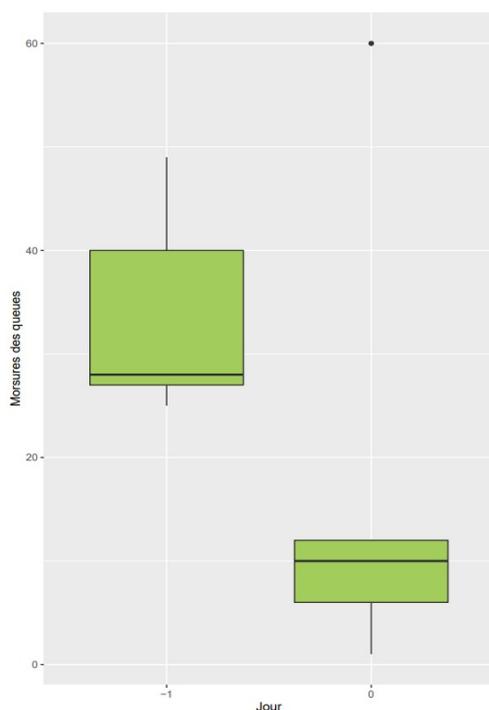


Figure 13 : *Box plot* du nombre de morsures avant (J-1) et après (J0) ajout d'une corde. Les points correspondent aux valeurs extrêmes.

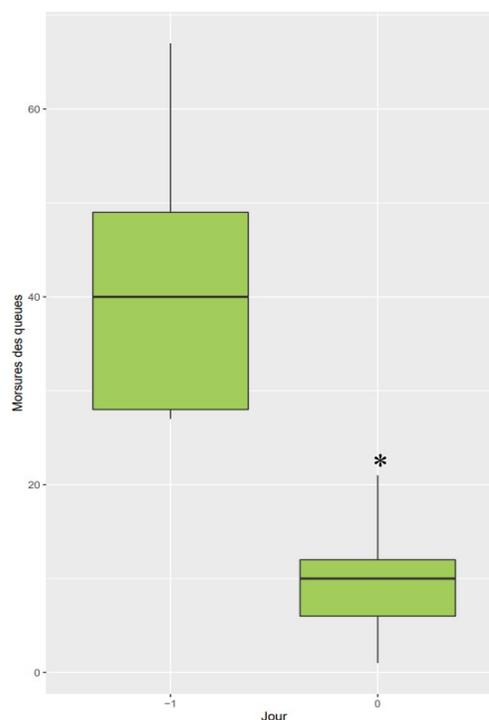


Figure 14 : *Box plot* du nombre de morsures avant (J-1) et après (J0) ajout du dernier objet manipulable (corde ou sac).

2- Efficacité à moyen terme

Nous avons ensuite cherché à savoir si cette diminution du nombre de morsures de queues persistait les jours suivant l'ajout du dernier objet manipulable. Le J0 utilisé ici est donc le même que pour l'analyse présentée en **Figure 14**.

Nous ne constatons aucune tendance à moyen terme quant à l'évolution du nombre de morsures : dans les 7 jours qui suivent l'ajout du dernier objet manipulable, il n'y a aucun effet du jour sur le

nombre de morsure de queues ($F=0,629$, $p=0,728$; **Figure 15**). En dehors de la diminution déjà constatée en entre J-1 et J0 (**Figure 14**), aucune modification significative du nombre de morsures entre deux jours n'a été relevée.

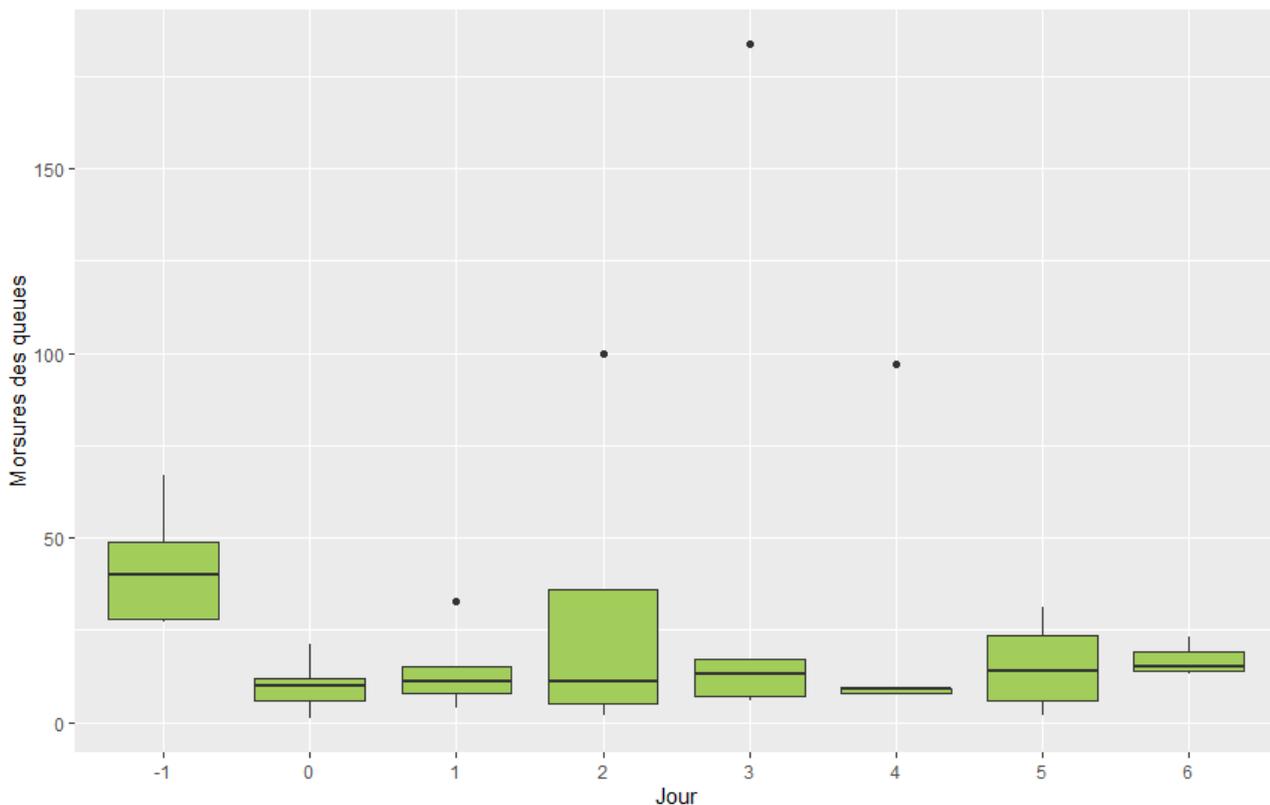


Figure 15 : *Box plot* du nombre de morsures observées entre J-1 et J6. Le trait représente la médiane et 50% des valeurs sont contenues dans les boîtes. Les points correspondent aux valeurs extrêmes. J0 est le jour d'ajout du dernier objet manipulable (corde ou sac).

Dans cette étude, nous avons suivi 6 épisodes de caudophagie. Nous avons observé que si plusieurs comportements sont corrélés entre eux avant et pendant un épisode, seuls les *nosing* des queues le sont aux morsure des queues sur toute la durée des observations. En revanche, avant l'épisode, la proportion de queues basses dans la case est positivement corrélée au nombre de morsures de queues, avec une augmentation progressive et significative de cette proportion pendant les 7 jours qui précèdent l'épisode. Le seul ajout de matériaux au début d'un épisode ne permet pas de diminution significative du nombre de morsures de queues au-delà du jour suivant cet ajout. Malgré tout, l'ajout persistant de matériaux a permis d'obtenir le jour même une diminution significative du nombre de morsures de queues dans la case.

III) Discussion

A) Conditions expérimentales

Cette étude est basée sur des observations réalisées en conditions d'élevage et porte sur des épisodes qui apparaissent de manière sporadique et imprévisible. L'éleveur a mis beaucoup en œuvre pour diminuer la caudophagie dans son exploitation, avec une bonne gestion des facteurs de risque. Nos analyses ont donc eu lieu sur la caudophagie résiduelle, qui s'est résumée ici à 6 épisodes en 9 mois. Ainsi le faible nombre de répétitions est-il paradoxalement à mettre en lien avec le succès des précautions prises pour prévenir la caudophagie.

Le dispositif d'observation mis en place a demandé d'importants moyens techniques et humain pour installer et entretenir les huit caméras filmant les cases de post-sevrage et le matériel d'enregistrement. Un technicien s'est déplacé sur l'élevage dans le Finistère à chaque fois qu'un réglage était nécessaire. De plus, il est difficile de trouver des éleveurs qui acceptent de participer à ce type de projet et de laisser rentrer les équipes de recherche dans leurs élevages, d'autant plus quand la présence de caméras est requise et que la collaboration s'étend sur plusieurs mois voire plusieurs années, ce qui implique un investissement et une charge de travail supplémentaire. Enfin, la lecture et l'analyse des données vidéo est également un travail long et fastidieux exigeant des moyens humains importants. Pour toutes ces raisons, cette étude porte sur un unique élevage comme seul échantillon, les analyses vidéo se concentrent sur les épisodes et n'ont pas pu être comparées à des cases témoins sans caudophagie au cours de notre étude. C'est donc une étude préliminaire qui est amenée à se poursuivre et les résultats obtenus ici ne sont d'aucune manière généralisables en tant que tels.

Il nous a fallu nous adapter aux conditions de l'élevage, avec de nombreuses contraintes de terrain qui ne permettent pas une standardisation optimale des conditions expérimentales, dont certains facteurs pouvant influencer l'expression comportementale des porcs. En effet, les six épisodes observés sont survenus à des moments très différents du post-sevrage. Or, l'âge peut influencer l'expression de certains des comportements observés, notamment le *belly-nosing* qui tend à augmenter dans les semaines suivant le sevrage puis à disparaître en grandissant (*Torrey, Widowski et al, 2006*). De même, en fin de post-sevrage, dans les bandes les plus âgées au moment de l'observation (B4C26 et B4C27), on observe beaucoup moins de jeu. Celui-ci reste parfois initié

mais s'arrête presque immédiatement et peu d'animaux y prennent part. On peut supposer que le peu d'occurrences de ce comportement est lié au moins en partie au manque de place en fin de post-sevrage, la densité étant alors au plus haut et les porcs en croissance occupant presque toute la surface disponible. On a aussi noté des modifications comportementales (comportements agonistiques et de jeu plus nombreux) quand l'éleveur passait dans l'atelier ou que de la nourriture était distribuée pendant les périodes d'observation, ce qui n'arrivait que sur certains jours et de manière aléatoire.

Il aurait également pu être intéressant d'avoir une identification individuelle des animaux observés, afin notamment de pouvoir reconnaître les mordeurs et étudier plus précisément l'évolution de leur comportement social et ses conséquences pour leurs congénères. Cette identification était impossible car trop coûteuse en temps pour l'éleveur. Nous avons donc dû travailler à l'échelle de la case pour noter les comportements observés, ce qui ne permettait pas d'obtenir des informations individualisées sur le comportement social pendant les épisodes de caudophagie. Toutefois, ces conditions répondent bien aux objectifs de notre étude en termes de faisabilité de la détection et de la gestion des épisodes par les éleveurs en situation réelle, qui ne peuvent le plus souvent pas non plus identifier les mordeurs ou suivre leurs animaux individuellement.

Beaucoup d'études autour de la caudophagie scorent les lésions des queues (*Zonderland et al, 2008 ; Lahrmann et al, 2018*) et s'en servent pour déterminer le début et l'évolution de l'épisode (souvent 4 queues lésées dans la case). Nous n'avons pas pu appliquer cette méthode, l'observation vidéo ne permettant pas de voir la plupart de ces lésions. Cependant, le dispositif d'observation dont nous disposons nous a permis de noter directement les morsures des queues pendant toute la période de l'observation, et nous nous sommes appuyés sur la détection de l'éleveur pour déterminer le jour du début de l'épisode. Le jour de la détection est donc le jour où les lésions occasionnées par les morsures deviennent visibles pour un observateur attentif depuis l'extérieur de la case.

B) Observations

Pendant la phase d'élaboration du protocole, le répertoire comportemental a évolué plusieurs fois pour confondre des comportements initialement séparés. En effet, nous souhaitions d'abord distinguer la « manipulation douce » de la queue et des oreilles, qui correspond au premier temps de la caudophagie « en deux temps », de la morsure du deuxième « temps » et de la morsure agonistique. Cependant, ces trois comportements se sont avérés indissociables à l'observation et ont donc été réunis en un seul (« Morsure queue » ou « Morsure oreilles »). La présence ou non de morsures « obsessionnelles » n'a pas pu être objectivée en raison de l'absence de marquage individuel.

L'entraînement conjoint des deux observateurs des vidéos a eu lieu pendant ce même temps et les observations se sont affinées en même temps que le répertoire. Cette phase a duré plusieurs semaines, plus longtemps que prévu. Ainsi, malgré le soin apporté à définir ensemble le détail des observations nous n'avons pas eu le temps, une fois le répertoire final développé, de regarder suffisamment de vidéos identiques pour effectuer un test de concordance statistiquement valable. Par ailleurs, pour les 3 vidéos manquantes, les résultats obtenus à partir des vidéos disponibles sur les jours concernés sont cohérents avec ceux des jours où toutes les vidéos sont disponibles. Ces vidéos se situant de plus aux extrémités des périodes d'observation, l'impact de leur absence sur les résultats peut être estimé minime.

Le choix du jour comme unité de temps (observation d'une vidéo par jour et comparaison entre les jours pour les résultats) correspond à la réalité temporelle de l'éleveur et à ses possibilités de détection et d'intervention lors d'un épisode. En effet, les éleveurs n'ont souvent pas le temps de faire plus d'un passage quotidien en post-sevrage. En revanche, ce référentiel ne prend pas en compte certaines informations. On ne sait notamment pas à quelle heure la corde a été ajoutée pour chaque épisode. Nos résultats montrant une diminution significative des morsures le jour de l'ajout de la corde, et cette diminution ne perdurant pas au-delà de ce premier jour, il pourrait être intéressant pour des études ultérieures d'avoir davantage de données sur des heures plus rapprochées, au moins sur ce premier jour après ajout du matériel d'intérêt.

De plus, même si les caméras étaient disposées de manière à avoir le plus grand angle de vue possible sur la case, un angle mort subsiste et se situe pour certaines cases là où se trouve la balle. Cet angle mort est beaucoup plus grand sur les cases équipées d'une paroi, où l'observation des

porcs se situant derrière cette dernière est impossible. Plus rarement, les écrans des caméras, progressivement salis, rendaient certaines zones du champ difficiles voire impossibles à observer. Lors de la réalisation des scans (**Tableau 2**), de nombreuses queues étaient donc non observables. De plus, toutes les cases ne contenaient pas le même nombre de porcs, et une queue a été mutilée pendant un épisode, rendant sa position impossible à observer. La réalisation de 5 scans par vidéo a permis d'obtenir une meilleure représentation des positions des queues dans la case pour la période d'observation d'un jour donné.

L'observation des réactions aux morsures n'a permis d'obtenir aucun résultat interprétable lors de l'analyse préalable des données. En conséquence et face à l'abondance de données à traiter dans cette étude, celles concernant les réactions ont été écartées .

C) Corrélations

Nous avons d'abord cherché graphiquement des tendances quant à l'évolution du nombre d'occurrences de chaque comportement observé en continu (**Tableau 1**) au fil des jours. Cette première exploration n'ayant fourni aucune donnée concluante ou exploitable, nous nous sommes finalement penchés sur les éventuelles corrélations observées entre ces comportements et avec les positions des queues (**Tableau 2**) autour de l'épisode, en postulant que le nombre de morsures observé était représentatif de la caudophagie dans la case à un moment donné et que tout comportement qui s'y trouverait corrélé pourrait éventuellement servir d'indice pour suivre l'évolution des comportements caudophages. Cependant, pour pouvoir exploiter au mieux ces données, nous avons manqué de témoins dans des cases sans caudophagie, dont l'observation pourrait donner davantage de perspective aux résultats obtenus.

1- Corrélation entre les *nosing* et les morsures

Les *nosing* (flairage et contact) des queues sont souvent associés dans la littérature à des flairages du reste du corps (*Ursinus et al, 2014 ; Van de Weerd et al, 2005*). Par ailleurs, les quelques études qui ont étudiés spécifiquement les flairages des queues et des oreilles parviennent à des conclusions contradictoires quant à leur corrélation ou non aux morsures des queues (*Camerlink et al, 2013 ;*

Statham et al, 2009). Dans la dernière étude citée, les *nosing* des queues (tail interest) étaient en effet plus nombreux dans les cases sans épisode de caudophagie.

Dans notre étude, ces deux comportements sont corrélés, ce qui va dans le sens de l'intérêt porté à la queue par les porcs comme indice de détection de la caudophagie. Cependant, ceci est à prendre avec précaution du fait de l'absence de consensus dans la littérature. De plus, nos observations ont été compliquées par des éléments matériels. En effet, les porcs situés dans les zones les plus éloignées de la caméra (notamment l'aire de repos) apparaissaient très petits à l'écran pendant les observations. Pour cette raison, et selon la position des porcs par rapport à la caméra, on voyait parfois les animaux flairer les queues et porter leur groin ou bouche au contact de la queue du congénère, sans pouvoir distinguer s'il y avait morsure ou pas. Les seules morsures notées étant celles pour lesquelles la morsure était directement observée, il est probable que de nombreuses morsures de queues n'aient pas été notées en tant que telles, et répertoriées seulement pour le flairage des queues, plus facilement visible. Bien que cette association ne soit pas systématique, les *nosing* des queues ont également été notés lorsqu'ils précédaient les morsures des queues, ce qui pourrait avoir favorisé cette corrélation. Tous ces éléments font que nos résultats sont à prendre avec précaution. Cependant, ils pourraient s'avérer utiles pour la détection des comportements caudophages, notamment car ces méthodes d'observation peuvent s'appliquer au passage quotidien de l'éleveur, souvent unique et rapide, dans le cadre d'une démarche intégrative de différents indices de caudophagie.

Enfin, nous obtenons une corrélation positive entre *nosing* du groin et des oreilles. Au vu de ces résultats, nous pouvons supposer que les *nosing* de la tête en général sont plus souvent des comportements sociaux affiliatifs, au niveau du groin comme des oreilles, ce qui expliquerait également l'absence de corrélation entre *nosing* des oreilles et morsure des oreilles. Dans cette perspective, il aurait pu être pertinent de noter toutes les interactions du groin vers tout partie du corps d'un congénère comme comportement affiliatif, comme l'on fait d'autres études (*Ursinus, et al, 2014 ; Van de Weerd et al, 2005*), en isolant seulement les *nosing* dirigés vers la queue.

2- Corrélations intéressant les comportements de jeu

La corrélation positive entre le jeu et les comportements agonistiques s'explique probablement par le fait que ces comportements reflètent tout deux une excitation et activité élevée (*Ursinus et al,*

2014) laquelle augmente en approchant d'un épisode de caudophagie, comme on l'a vu en introduction. Ces deux comportements pourraient par conséquent être des indices d'une activité élevée dans la case. Cependant, selon les études le jeu n'est pas forcément associé aux comportements agonistiques. Ces derniers peuvent par ailleurs être davantage associés à un type de jeu particulier chez certains individus (« *playfight* », jeux de combat, *Clouard et al, 2023*). L'observation de comportements de jeu pourrait donc être un indice de l'existence de comportements agonistiques. Malgré l'attention qui a été portée à cette distinction par les observateurs, nous ne pouvons pas non plus exclure que cette corrélation soit en partie due au fait que les combats et certains coups de tête agonistiques puissent être difficiles à distinguer des jeux de combat, en particulier chez de jeunes animaux. Nous ne pouvons pas conclure ici et ces résultats devraient être confirmés par une étude dédiée.

Le jeu est également corrélé aux *nosing* du groin. D'autres études (*O'Malley et al, 2022 ; Clouard et al, 2023*) ont montré une association du jeu à de plus nombreux *nosing* sociaux. Ce lien pourrait s'expliquer par le fait qu'il s'agit de deux comportements sociaux affiliatifs et témoignerait d'interactions sociales actives et positives.

3- Absence de corrélation entre les comportements de morsure

Nous nous attendions à observer une corrélation entre les morsures des oreilles et des queues, ces comportements ayant été associés ensemble par de précédentes études (*Beattie et al, 2005 ; Brunberg, 2011*). Bien que l'on observe effectivement une tendance dans ce sens, cette corrélation n'est pas significative ($R^2=0,15$, $p=0,1653$). Cela pourrait être en lien avec le faible nombre de morsures d'oreilles observées pendant toute la durée de l'observation.

4- Corrélation entre les morsures des queues et la proportion de queues basses

La proportion de queues basses n'est pas corrélée aux morsures des queues sur toute la durée de l'épisode, mais seulement pendant la phase de détection (J-7 à J0, avec J0 jour de la détection de l'épisode). En effet, de plus en plus de queues sont portées basses à mesure que l'épisode se développe. Cela a déjà été observé et mis en lien avec l'apparition de lésions sur les queues (*Lahrman et al, 2018*), de plus en plus nombreuses et importantes lorsque la caudophagie prend de

l'ampleur. Or, à l'échelle de nos observations, qui ont lieu sur quinze jours dont seulement sept après que la caudophagie soit détectée, les lésions des queues n'ont pas le temps de se résorber. On peut supposer que la persistance de ces lésions, de morsures même quand l'épisode se résout au moins partiellement et du stress occasionné par l'épisode récent sont à l'origine de la forte proportion de queues basses conservée après J0.

5- Corrélations intéressant le *belly-nosing*

Le *belly-nosing* est associé modérément et positivement aux morsures d'oreilles, et négativement aux *nosing* du groin. Les liens entre ces comportements n'apparaissent pas toujours significatifs dans d'autres études (*Bench et al, 2006*). Une association significative mais faible entre le *belly-nosing* et les morsures à l'échelle individuelle a tout de même été rapportée (*Blackshaw, 1981*). Nous pouvons supposer que les comportements délétères sont associés entre eux et les comportements affiliatifs de même mais peu d'éléments viennent appuyer cette hypothèse. Il est aussi possible que ces résultats reflètent des attitudes individuelles, que le protocole choisi ici n'a pas permis de mettre en évidence. Globalement, la littérature s'intéresse surtout aux liens entre la caudophagie et les autres comportements. Les liens entre ces autres comportements ont été peu étudiés et nous disposons de peu de connaissances pour les interpréter. Des observations complémentaires dans des cases témoin permettraient d'en savoir plus sur la validité de cette hypothèse.

D) Détection de l'épisode

Malgré une tendance à l'augmentation pendant toute la phase de détection de l'épisode, le nombre de morsures n'augmente significativement qu'entre J-6 et J-1 et pas sur toute cette période. Ce résultat nous permet d'affirmer que les périodes étudiées correspondent bien à des épisodes de caudophagie et viennent également appuyer le peu d'efficacité de l'observation directe des morsures dans leur détection, avec une variabilité importante du nombre de morsures observées. En lien avec les origines multifactorielles de la caudophagie, nous pouvons supposer que ces variations sont liées à des modifications subtiles et non objectivées ici de l'environnement des porcs.

En revanche, nous avons constaté une augmentation significative de la proportion de queues basses entre J-7 et J0. Il est à noter que le test de Shapiro-wilk pour J-7 renvoyait à une distribution non normale ($W=0,671$, $p=0,0047$). Cependant l'allure des résidus suivant une distribution gaussienne et la distribution étant normale pour les autres jeux de données, ce modèle nous a semblé rester le plus adapté. Ce résultat s'accorde avec celui d'études précédentes qui avaient notamment constaté un quasi doublement du nombre de queues basses à J-1 par rapport à J-7 et les jours le précédent, J0 étant alors le jour retenu comme début de l'épisode, dès qu'au moins quatre animaux présentaient une blessure de la queue (*Lahrman et al, 2018*). Très peu de positions repliées ont été observées, d'où la mise en avant des queues basses (somme des pendantes et des repliées) en résultats. Bien que cette position repliée ait été proposée comme un indice pour la détection précoce de la caudophagie (*Larsen et al, 2018*), la rareté de son apparition, retrouvée ici, en fait un outil difficilement utilisable en soi. Nos résultats, en accord avec les études précédentes, suggèrent donc que l'utilisation de la position des queues pour détecter la caudophagie est efficace et que la notation de l'ensemble des queues basses (pendantes et repliées) dans ce but est la plus appropriée. L'observation de queues repliées, position associée à une valence émotionnelle négative (*Camerlink et al 2020*), peut cependant constituer un indice de la présence de caudophagie dans la case dans une approche globale.

A partir de ces observations, nous pouvons suggérer un seuil d'un quart de queues basses observées dans une case (ici dépassé autour de J-5) comme signal d'alerte précoce d'un épisode de caudophagie. Nous proposons ce seuil car il correspond à celui empiriquement utilisé en routine par l'éleveur avec qui cette étude a été menée (« 20/30 % de queues basses »), est facile à mettre en place visuellement (un quart des animaux observés la queue basse) et permet la prise en charge de la caudophagie avant que les lésions n'apparaissent, ce qui est souhaitable en termes de contrôle de l'épisode et de bien-être animal. Il semble donc pertinent à la fois d'après nos résultats et d'un point de vue pratique, et il pourrait être intéressant de le confirmer par une nouvelle étude appliquant ce seuil de détection pour gérer la caudophagie et si agir lors de cette détection précoce peut permettre de prévenir l'apparition de lésions.

E) Efficacité des matériaux ajoutés

Le nombre de morsures des queues tend à diminuer lors de l'ajout d'un nouvel objet (corde ou sac de jute) pour la gestion de l'épisode. Ces résultats sont fortement nuancés par le fait que nous ne disposons que de cinq répétitions pour ces deux tests. L'étude d'un plus grand nombre d'épisodes aurait pu permettre de savoir si l'unique cas observé ici d'absence de diminution du nombre de morsures lors de l'ajout d'une corde est rare ou non. Le fait que l'éleveur avait déjà ajouté un morceau de bois dans cette seule case pourrait indiquer des problèmes latents de caudophagie plus anciens que l'épisode rapporté, et donc refléter une gestion plus tardive de cet épisode, ce qui pourrait expliquer sa moindre efficacité. La nouveauté des objets proposés jouant un rôle important dans l'intérêt qui leur est porté par les porcs, il se pourrait aussi que les porcs de cette case, ayant déjà accès au bout de bois, aient par la suite trouvé moins d'intérêt à la corde que leurs congénères qui n'avaient jamais eu accès à des matériaux destructibles. Une étude précédente suggérait que l'ajout d'une corde lors de l'observation des premières lésions des queues pourrait limiter la probabilité de déclenchement d'un épisode par la suite, sans toutefois conclure à un effet significatif (*Lahrmann et al, 2018*). Bien que nos résultats ne nous permettent pas non plus de conclure à un effet de l'ajout de corde, la diminution significative du nombre de morsures observées lors de l'ajout successif de nouveaux matériaux jusqu'à diminution des morsures suggère que cet ajout de matériaux manipulables permet bien de diminuer immédiatement les morsures de queues et qu'il est intéressant de persister dans ces ajouts en cas de caudophagie, même et surtout quand le premier essai ne donne pas de résultats satisfaisants. En effet, on a obtenu ainsi une diminution significative du nombre de morsures immédiatement après l'ajout du matériel qui s'avère être d'intérêt pour les porcs. Ce constat repose cependant sur un unique épisode et gagnerait à être étoffé par d'autres observations sur le même protocole.

Même si cet ajout de matériaux manipulables est efficace pour enrayer immédiatement l'épisode, d'après nos résultats, il ne permet pas une diminution du nombre de morsures au-delà du jour de l'ajout du matériau d'intérêt. En effet, nous n'avons pas noté d'évolution typique à la suite de cette intervention : le nombre de morsures observées a par la suite beaucoup diminué dans certaines bandes et est resté stable ou a augmenté à nouveau dans d'autres. Cependant, dans cette étude, nous n'avons constaté qu'un seul véritable « emballement » caractéristique de la deuxième phase de l'épisode, avec l'apparition de sang suivi d'une explosion du nombre de morsures. Il est par ailleurs notable que l'épisode concerné est également celui où plusieurs ajouts d'objets ont été nécessaires

pour obtenir une diminution temporaire du nombre de morsures. Le fait que le nombre de morsures tende globalement à rester stable à des valeurs relativement basses pourrait donc témoigner d'une relative efficacité de la gestion adoptée. Idéalement, il faudrait vérifier cette hypothèse avec un témoin sans ajout de matériel d'intérêt. Cependant, cela reviendrait à ne pas intervenir lors d'un évènement (caudophagie) très stressant et douloureux pour les animaux et n'est donc pas faisable d'un point de vue éthique. Une alternative est d'observer davantage d'épisodes afin de pouvoir vérifier cette tendance. Nous devons également mentionner que ce dernier test a été réalisé avec encore moins de données pour les derniers jours (quatre pour J5, trois pour J6) et que la distribution des données utilisées n'était pas normale pour J3 et J4. Ces résultats sont donc peu fiables. Ce modèle ne permettant pas de conclure à un résultat significatif et la normalité semblant respectée pour les autres jours, nous avons quand même choisi de le présenter.

Conclusion

Le bien-être animal en élevage porcin est un enjeu de société majeur du début du XXIème siècle. Les conditions de vie des porcs en élevage cristallisent en effet de nombreux aspects de la question animale. Les porcs sont désormais reconnus comme des animaux sensibles et intelligents et les pratiques d'élevage tentent d'être davantage en adéquation avec ce nouveau paradigme. Des lois et tentatives successives, à l'échelle européenne comme nationale, visent à réduire la souffrance de ces animaux en élevage et à améliorer leur bien-être. La pratique de la caudectomie est actuellement largement remise en cause et les différents acteurs de l'élevage porcin se mobilisent à toutes les échelles pour tenter d'y mettre fin. Cependant, la réémergence de la caudophagie et de ses dégâts sur les porcs n'ayant pas subi de caudectomie n'a pour le moment pas de solution satisfaisante.

Ainsi notre étude propose-t-elle de s'appuyer sur l'expertise et le savoir-faire des éleveurs en terme de gestion de la caudophagie pour explorer des solutions permettant d'y faire face. Au-delà de la mise en œuvre de mesures préventives visant à réduire les facteurs de risques, cela passe par deux phases essentielles : la détection et la gestion précoce des épisodes par l'éleveur. A travers un enregistrement vidéo en continu des cases pendant neuf mois, nous avons déployé un dispositif d'observation d'ampleur afin d'étudier la caudophagie au plus près des conditions d'application réelles, dans un élevage où tout est mis en œuvre pour atteindre un arrêt complet de la caudectomie tout en contrôlant l'apparition de la caudophagie. Ce choix de se situer directement en élevage nous a permis d'observer la caudophagie directement là où elle apparaît. Pour des raisons pratiques, notre étude a pris place dans un unique élevage. Cependant, il serait intéressant d'étudier ce phénomène d'origine multifactorielle et fortement lié à l'environnement de manière similaire dans d'autres élevages, afin de vérifier la généralisation de nos résultats.

L'étude du comportement social des porcs n'a pas permis de mettre en évidence des tendances claires dans leur évolution avant et au cours de l'épisode. Nous avons pu constater que les flairages et contacts avec la queue des congénères étaient ici associés à la présence de morsures. Ces flairages pourraient constituer un indice d'épisode de caudophagie, cependant la littérature diverge à ce sujet et ne nous permet donc pas à ce stade de nous avancer davantage. L'étude de cases témoins sans caudophagie, actuellement en cours à l'INRAE de Saint-Gilles, pourra constituer un indice précieux pour statuer à ce sujet. De la même manière, mener des études similaires sur davantage

d'épisodes et dans d'autres élevages pourrait permettre d'aboutir à des résultats statistiquement plus fiables.

Nos résultats sont en faveur de l'utilisation de la position de la queue pour détecter précocement la caudophagie : le nombre de morsures est fortement corrélé à la proportion de queues basses avant un épisode et, sur ce même temps, cette dernière augmente graduellement au fil des jours. Par ailleurs, pour la phase de gestion de l'épisode, nous avons pu attester d'une certaine efficacité des objets manipulables utilisés (corde et sac de jute). En effet, l'ajout de ces matériaux a permis, lors du premier ou du deuxième essai, de diminuer immédiatement le nombre des morsures et juguler ainsi l'épisode, au moins temporairement. Nous n'avons cependant pas mis en évidence d'efficacité significative de ces matériaux au-delà du jour qui suit leur ajout. D'autre part, nos observations se basant uniquement sur le nombre de morsures constatées, nous n'avons de regard que sur le nombre des morsures et pas sur leur impact réel sur les animaux. L'utilisation d'un protocole similaire dans un contexte qui rendrait possible l'évaluation des dégâts sur les queues pourrait permettre de mieux comprendre le contexte d'apparition de la caudophagie, ainsi que d'en savoir plus sur les effets concrets de la celle-ci et des stratégies adoptées pour la contrer sur le bien-être animal. Dans cet objectif, la communication entre l'équipe de recherche et l'éleveur devrait être rendue la plus fluide possible, avec dans l'idéal une alerte de l'éleveur en temps réel lorsque celui-ci détecte un épisode. L'observateur pourrait alors se rendre sur place quelques jours afin d'y réaliser un scoring des lésions. L'éleveur pourrait aussi plus simplement réaliser lui-même ce scoring en cas de détection d'un épisode.

Cette étude vient par ailleurs confirmer la pertinence des stratégies mises en place dans cet élevage, adaptées aux contraintes pratiques qui ne permettent notamment pas d'isoler les animaux. Même en l'absence de statistiques fiables due à la faiblesse de l'échantillon, on peut d'ores et déjà suggérer des recommandations pratiques. La détection précoce des épisodes est essentielle et est facilitée par des passages les plus fréquents possibles dans l'atelier pour observer les positions des queues de loin et idéalement les lésions de plus près. Il est également possible d'utiliser des caméras pour limiter le biais lié à l'agitation des porcs lors du passage humain, mais cette solution est coûteuse et demande de l'entretien. D'après nos résultats, l'augmentation brutale de la proportion de queues basses dans la case est une alerte pertinente et devrait entraîner une observation accrue voire une mise en place de mesures de gestion de la caudophagie dès lors que 30 % des animaux présentent une queue basse. Lorsqu'un épisode est détecté, l'ajout immédiat de nouveaux matériaux

manipulables dans la case et la persistance dans ces ajouts en absence d'amélioration constatée pourraient permettre d'interrompre l'épisode au moins temporairement.

L'efficacité de ces protocoles de détection et gestion de la caudophagie reste relative et cette dernière est toujours un problème majeur dans les élevages conventionnels français. A défaut de se tourner vers d'autres modèles d'élevage permettant de minimiser la caudophagie en absence de caudectomie, comme c'est le cas dans d'autres pays d'Europe, il reste nécessaire de poursuivre les recherches afin de réduire l'apparition et les conséquences de ce comportement délétère pour la santé et le bien-être des porcs. Dans cet objectif, cette étude est amenée à se poursuivre avec notamment la mise en place d'un témoin avec des observations hors épisode, et peut-être dans un deuxième temps des observations comportementales sur davantage d'épisodes et une évolution du protocole, notamment avec un complément bioacoustique pour la détection de l'épisode.

Bibliographie :

Alonso, M.E., González-Montaña, J.R., Lomillos, J.M., 2020. Consumers' Concerns and Perceptions of Farm Animal Welfare. *Animals* 10, 385. <https://doi.org/10.3390/ani10030385>

Barret, J.P., 2011. *Zootecnie générale*. 3e édition. France : TEC&DOC Edition (Lavoisier), 318.

Barnett, J.L., Hemsworth, P.H., Cronin, G.M., Newman, E.A., McCallum, T.H., Chilton, D., 1992. Effects of pen size, partial stalls and method of feeding on welfare-related behavioural and physiological responses of group-housed pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 34, 207–220. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(05\)80116-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(05)80116-9)

Beattie, V.E., Breuer, K., O'Connell, N.E., Sneddon, I.A., Mercer, J.T., Rance, K.A., Sutcliffe, M.E.M., Edwards, S.A., 2005. Factors identifying pigs predisposed to tail biting. *Animal Science* 80, 307–312. <https://doi.org/10.1079/ASC40040307>

Bench, C.J., Gonyou, H.W., 2006. Effect of environmental enrichment at two stages of development on belly nosing in piglets weaned at fourteen days. *Journal of Animal Science* 84, 3397–3403. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-050>

Blackshaw, J.K., 1981. Effect of environmental design on the growth and behaviour of weaned pigs. *Livestock Production Science* 8, 367–375. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(81\)90055-5](https://doi.org/10.1016/0301-6226(81)90055-5)

Bory, J.-Y., 2011. Science et patience. La polémique sur la vivisection au XIXe siècle en France. *Bulletin Amades. Anthropologie Médicale Appliquée au Développement Et à la Santé* 84. <https://doi.org/10.4000/amades.1321>

Boyle, L.A., Edwards, S.A., Bolhuis, J.E., Pol, F., Šemrov, M.Z., Schütze, S., Nordgreen, J., Bozakova, N., Sossidou, E.N., Valros, A., 2022. The Evidence for a Causal Link Between Disease and Damaging Behavior in Pigs. *Frontiers in Veterinary Science* 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.771682>

Breuer, K., Sutcliffe, M.E.M., Mercer, J.T., Rance, K.A., Beattie, V.E., Sneddon, I.A., Edwards, S.A., 2003. The effect of breed on the development of adverse social behaviours in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 84, 59–74. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00147-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00147-3)

Brunberg, E., 2011. Tail biting and feather pecking : using genomics and ethology to explore motivational backgrounds. Doctoral Thesis. Uppsala : Swedish University of Agricultural Sciences, 82.

Bulens, A., Van Beirendonck, S., Van Thielen, J., Buys, N., Driessen, B., 2017. Hiding walls for fattening pigs: Do they affect behavior and performance? *Applied Animal Behaviour Science* 195, 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.06.009>

Büttner, K., Czycholl, I., Basler, H., Krieter, J., 2018. Effects of an intensified human–animal interaction on tail biting in pigs during the rearing period. *The Journal of Agricultural Science* 156, 1039–1046. <https://doi.org/10.1017/S002185961800103X>

Caldas, E.D., Michelon, A., Foppa, L., Simonelli, S.M., Pierozan, C.R., Dario, J.G.N., Duarte, J.V.S., Silva, C.C.R., Silva, C.A., 2020. Effect of stocking density and use of environmental enrichment materials on the welfare and the performance of pigs in the growth and finishing phases. *Spanish Journal of Agricultural Research* 18, e0504. <https://doi.org/10.5424/sjar/2020184-15946>

Camerlink, I., Turner, S.P., 2013. The pig’s nose and its role in dominance relationships and harmful behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 145, 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.02.008>

Camerlink, I., Ursinus, W.W., 2020. Tail postures and tail motion in pigs: A review. *Applied Animal Behaviour Science* 230, 105079. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.105079>

Camerlink, I., Ursinus, W.W., Bijma, P., Kemp, B., Bolhuis, J.E., 2015. Indirect Genetic Effects for Growth Rate in Domestic Pigs Alter Aggressive and Manipulative Biting Behaviour. *Behav Genet* 45, 117–126. <https://doi.org/10.1007/s10519-014-9671-9>

Camp, Montoro, J., Boyle, L.A., Solà-Oriol, D., Muns, R., Gasa, J., Garcia Manzanilla, E., 2021. Effect of space allowance and mixing on growth performance and body lesions of grower-finisher pigs in pens with a single wet-dry feeder. *Porc Health Manag* 7. <https://doi.org/10.1186/s40813-020-00187-7>

Chapel, N.M., Lucas, J.R., Radcliffe, S., Stewart, K.R., Lay, D.C., 2018. Comparison of Vocalization Patterns in Piglets Which Were Crushed to Those Which Underwent Human Restraint. *Animals* 8, 138. <https://doi.org/10.3390/ani8080138>

- Chou, J.-Y., Drique, C.M.V., Sandercock, D.A., D'Eath, R.B., O'Driscoll, K., 2019. Rearing Undocked Pigs on Fully Slatted Floors Using Multiple Types and Variations of Enrichment. *Animals* 9, 139. <https://doi.org/10.3390/ani9040139>
- Chou, J.-Y., O'Driscoll, K., Sandercock, D.A., D'Eath, R.B., 2020. Can increased dietary fibre level and a single enrichment device reduce the risk of tail biting in undocked growing-finishing pigs in fully slatted systems? *PLOS ONE* 15, e0241619. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241619>
- Clark, C.C.A., D'Eath, R.B., 2013. Age over experience: Consistency of aggression and mounting behaviour in male and female pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 147, 81–93. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.04.014>
- Clouard, C., Resmond, R., Vesque-Annear, H., Prunier, A., Merlot, E., 2023. Pre-weaning social behaviours and peripheral serotonin levels are associated with behavioural and physiological responses to weaning and social mixing in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 259, 105833. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.105833>
- Cornale, P., Macchi, E., Miretti, S., Renna, M., Lussiana, C., Perona, G., Mimosi, A., 2015. Effects of stocking density and environmental enrichment on behavior and fecal corticosteroid levels of pigs under commercial farm conditions. *Journal of Veterinary Behavior* 10, 569–576. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2015.05.002>
- Cornu, P., 2021. *La systématique agraire à l'INRA*. éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-3176-8>
- D'Eath, R.B., Arnott, G., Turner, S.P., Jensen, T., Lahrmann, H.P., Busch, M.E., Niemi, J.K., Lawrence, A.B., Sandøe, P., 2014. Injurious tail biting in pigs: how can it be controlled in existing systems without tail docking? *Animal* 8, 1479–1497. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001359>
- D'Eath, R.B., Jack, M., Futro, A., Talbot, D., Zhu, Q., Barclay, D., Baxter, E.M., 2018. Automatic early warning of tail biting in pigs: 3D cameras can detect lowered tail posture before an outbreak. *PLOS ONE* 13, e0194524. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194524>
- Denis, G., 2014. Une histoire institutionnelle de l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) – Le premier Inra (1946-1980). *Histoire de la recherche contemporaine. La revue du Comité pour l'histoire du CNRS* 125–136. <https://doi.org/10.4000/hrc.802>

Déplaud, M.-O., 2022. Produire de la viande à grande échelle Les bâtiments d'élevage comme instruments de modernisation de la filière porcine dans la France des années 1970. Politiques de la machine agricole. Approches sociologiques et historiques des trajectoires de mécanisation de l'agriculture (1945-2021). Juin 2022, Paris, France, 23.

Driessen, B., Freson, L., Buyse, J., 2020. Fasting Finisher Pigs before Slaughter Influences Pork Safety, Pork Quality and Animal Welfare. *Animals* 10, 2206. <https://doi.org/10.3390/ani10122206>

Fraser, D., 1987. Attraction to blood as a factor in tail-biting by pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 17, 61–68. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(87\)90008-6](https://doi.org/10.1016/0168-1591(87)90008-6)

Ferrari, S., Silva, M., Guarino, M., Aerts, J.M., Berckmans, D., 2008. Cough sound analysis to identify respiratory infection in pigs. *Computers and Electronics in Agriculture* 64, 318–325. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.07.003>

Fraser, D., 1978. Observations on the behavioural development of suckling and early-weaned piglets during the first six weeks after birth. *Animal Behaviour* 26, 22–30. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(78\)90004-0](https://doi.org/10.1016/0003-3472(78)90004-0)

Fredriksen, B., Hexeberg, C., 2009. The effect of removing animals for slaughter on the behaviour of the remaining male and female pigs in the pen. *Res Vet Sci* 86, 368–370. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2008.06.005>

Georgsson, L., Svendsen, J., 2002. Degree of competition at feeding differentially affects behavior and performance of group-housed growing-finishing pigs of different relative weights. *Journal of Animal Science* 80, 376–383. <https://doi.org/10.2527/2002.802376x>

Goossens, X., Sobry, L., Ödberg, F., Tuytens, F., Maes, D., Smet, S.D., Nevens, F., Opsomer, G., Lommelen, F., Geers, R., 2008. A population-based on-farm evaluation protocol for comparing the welfare of pigs between farms. *Animal Welfare* 17, 35–41. <https://doi.org/10.1017/S0962728600031961>

Haigh, A., O'Driscoll, K., 2019. Irish pig farmer's perceptions and experiences of tail and ear biting. *Porcine Health Management* 5. <https://doi.org/10.1186/s40813-019-0135-8>

- Hakansson, F., Houe, H., 2020. Risk factors associated with tail damage in conventional non-docked pigs throughout the lactation and rearing period. *Preventive Veterinary Medicine* 184. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105160>
- Hakansson, F., Jensen, D.B., 2023. Automatic monitoring and detection of tail-biting behavior in groups of pigs using video-based deep learning methods. *Frontiers in Veterinary Science* 9. <https://doi.org/10.3389>
- Harley, S., More, S., Boyle, L., Connell, N.O., Hanlon, A., 2012. Good animal welfare makes economic sense: potential of pig abattoir meat inspection as a welfare surveillance tool. *Irish Veterinary Journal* 65. <https://doi.org/10.1186/2046-0481-65-11>
- Heffner, R.S., Heffner, H.E., 1990. Hearing in domestic pigs (*Sus scrofa*) and goats (*Capra hircus*). *Hearing Research* 48, 231–240. [https://doi.org/10.1016/0378-5955\(90\)90063-U](https://doi.org/10.1016/0378-5955(90)90063-U)
- Held, S., Mendl, M., Devereux, C., Byrne, R.W., 2000. Social tactics of pigs in a competitive foraging task: the ‘informed forager’ paradigm. *Animal Behaviour* 59, 569–576. <https://doi.org/10.1006/anbe.1999.1322>
- Hunter, E.J., Jones, T.A., Guise, H.J., Penny, R.H.C., Hoste, S., 2001. The Relationship Between Tail Biting in Pigs, Docking Procedure and Other Management Practices. *The Veterinary Journal* 161, 72–79. <https://doi.org/10.1053/tvjl.2000.0520>
- Iglesias, P.M., Camerlink, I., 2022. Tail posture and motion in relation to natural behaviour in juvenile and adult pigs. *Animal* 16. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100489>
- Ji, W., Bi, Y., Cheng, Z., Liu, R., Zhang, X., Shu, Y., Li, X., Bao, J., Liu, H., 2021. Impact of early socialization environment on social behavior, physiology and growth performance of weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 238. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105314>
- Jørgensen, B., 2003. Influence of floor type and stocking density on leg weakness, osteochondrosis and claw disorders in slaughter pigs. *Animal Science* 77, 439–449. <https://doi.org/10.1017/S1357729800054382>

Kelley, K.W., McGlone, J.J., Gaskins, C.T., 1980. Porcine Aggression: Measurement and Effects of Crowding and Fasting. *Journal of Animal Science* 50, 336–341.

<https://doi.org/10.2527/jas1980.502336x>

Kelly, H.R.C., Bruce, J.M., English, P.R., Fowler, V.R., Edwards, S.A., 2000. Behaviour of 3-week weaned pigs in Straw-Flow®, deep straw and flatdeck housing systems. *Applied Animal Behaviour Science* 68, 269–280. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00109-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00109-X)

Kristensen, H.H., Jones, R.B., Schofield, C.P., White, R.P., Wathes, C.M., 2001. The use of olfactory and other cues for social recognition by juvenile pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 72, 321–333. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00209-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00209-4)

Kritas, S.K., Morrison, R.B., 2007. Relationships between tail biting in pigs and disease lesions and condemnations at slaughter. *Veterinary Record* 160, 149–152. <https://doi.org/10.1136/vr.160.5.149>

Lahrmann, H.P., Hansen, C.F., D'Eath, R.B., Busch, M.E., Nielsen, J.P., Forkman, B., 2018. Early intervention with enrichment can prevent tail biting outbreaks in weaner pigs. *Livestock Science* 214, 272–277. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.06.010>

Larrère, R., Burgat, F., 2009. Chapitre 10 - Éthique et bien-être de l'animal d'élevage, in: *Éthologie appliquée, Synthèses*. Éditions Quæ, Versailles, 150–159.

<https://doi.org/10.3917/quae.boiss.2009.01.0150>

Larsen, M.L.V., Andersen, H.M.-L., Pedersen, L.J., 2018. Tail posture as a detector of tail damage and an early detector of tail biting in finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 209, 30–35.

<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.08.016>

Larsen, M.L.V., Pedersen, L.J., Jensen, D.B., 2019. Prediction of Tail Biting Events in Finisher Pigs from Automatically Recorded Sensor Data. *Animals* 9, 458. <https://doi.org/10.3390/ani9070458>

Lebret, B., Couvreur, S., Dourmad, J.-Y., Meunier-Salaün, M.-C., Guingand, N., Robin, P., Hassouna, M., Cariolet, R., 2004. Comparaison expérimentale de deux conduites d'élevage de porcs en croissance. *JRP* 36, France, 53–62.

Lingling, F., Zhou, B., Li, H., Schinckel, A., Liang, T., Chu, Q., Li, Y., Xu, F., 2018. Teeth clipping, tail docking and toy enrichment affect physiological indicators, behaviour and lesions of weaned pigs after re-location and mixing. *Livestock Science* 212, 137-142.

<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.04.005>

Mason, G.J., 1991. Stereotypies: a critical review. *Animal Behaviour* 41, 1015–1037.

[https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80640-2](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80640-2)

Marx, G., Horn, T., Thielebein, J., Knubel, B., von Borell, E., 2003. Analysis of pain-related vocalization in young pigs. *Journal of Sound and Vibration, First International ISMA Workshop on Noise and Vibration in Agricultural and Biological Engineering* 266, 687–698.

[https://doi.org/10.1016/S0022-460X\(03\)00594-7](https://doi.org/10.1016/S0022-460X(03)00594-7)

Meese, G.B., Ewbank, R., 1973. The establishment and nature of the dominance hierarchy in the domesticated pig. *Animal Behaviour* 21, 326–334. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(73\)80074-0](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(73)80074-0)

Mendl, M., Burman, O.H.P., Parker, R.M.A., Paul, E.S., 2009. Cognitive bias as an indicator of animal emotion and welfare: Emerging evidence and underlying mechanisms. *Applied Animal Behaviour Science* 118, 161–181. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.02.023>

Meyer-Hamme, S.E.K., Lambertz, C., Gauly, M., 2016. Does group size have an impact on welfare indicators in fattening pigs? *Animal* 10, 142–149. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001779>

Ming, D., Wang, W., Huang, C., Wang, Z., Shi, C., Ding, J., Liu, H., Wang, F., 2021. Effects of Weaning Age at 21 and 28 Days on Growth Performance, Intestinal Morphology and Redox Status in Piglets. *Animals* 11, 2169. <https://doi.org/10.3390/ani11082169>

Moinard, C., Mendl, M., Nicol, C.J., Green, L.E., 2003. A case control study of on-farm risk factors for tail biting in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 81, 333–355.

[https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00276-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00276-9)

Newberry, R.C., Wood-Gush, D.G.M., Hall, J.W., 1988. Playful behaviour of piglets. *Behavioural Processes* 17, 205–216. [https://doi.org/10.1016/0376-6357\(88\)90004-6](https://doi.org/10.1016/0376-6357(88)90004-6)

Nguyen, D.T., Lee, Kyooyeol, Choi, H., Choi, M., Le, M.T., Song, N., Kim, J.-H., Seo, H.G., Oh, J.-W., Lee, Kyungtae, Kim, T.-H., Park, C., 2012. The complete swine olfactory subgenome: expansion of the olfactory gene repertoire in the pig genome. *BMC Genomics* 13, 584. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-13-584>

Oliveira, P.A.D., Meunier-Salaün, M.-C., Robin, P., Tonnel, N., Fraboulet, J.B., 1999. Analyse du comportement du porc en engraissement élevé sur litière de sciure ou sur caillebotis intégral. *JRP* 31, France, 117-123.

Ollagnier, C., Kasper, C., Wallenbeck, A., Keeling, L., Bee, G., Bigdeli, S.A., 2023. Machine learning algorithms can predict tail biting outbreaks in pigs using feeding behaviour records. *PLOS ONE* 18, e0252002. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252002>

Ollivier, C., Van Tilbeurgh, V., 2019. Chapitre 3. Comprendre ou gérer l'animal d'élevage : une analyse interactionniste, in: *Humains et animaux dans les agricultures alternatives, Références*. Éducagri éditions, Dijon cedex, 53–69. <https://doi.org/10.3917/edagri.vanda.2019.01.0053>

O'Malley, C.I., Steibel, J.P., Bates, R.O., Ernst, C.W., Siegford, J.M., 2022. The Social Life of Pigs: Changes in Affiliative and Agonistic Behaviors following Mixing. *Animals* 12, 206. <https://doi.org/10.3390/ani12020206>

Petersen, H.V., Vestergaard, K., Jensen, P., 1989. Integration of piglets into social groups of free-ranging domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 23, 223–236. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(89\)90113-5](https://doi.org/10.1016/0168-1591(89)90113-5)

Pol, F., Kling-Eveillard, F., Champigneulle, F., Fresnay, E., Ducrocq, M., Courboulay, V., 2021. Human–animal relationship influences husbandry practices, animal welfare and productivity in pig farming. *animal* 15, 100103. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100103>

Prevolnik Povše, M., Mesarec, N., Skok, J., Škorjanc, D., 2021. Agonistic Interactions between Littermates Reappear after Mixing Multiple Litters at Weaning in Pigs. *Agriculture* 11, 844. <https://doi.org/10.3390/agriculture11090844>

Rabhi, N., Thibodeau, A., Côté, J.-C., Devillers, N., Laplante, B., Fravallo, P., Larivière-Gauthier, G., Thériault, W.P., Faucitano, L., Beauchamp, G., Quessy, S., 2020. Association Between Tail-Biting and Intestinal Microbiota Composition in Pigs. *Frontiers in Veterinary Science* 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.563762>

- Rault, J.-L., Camerlink, I., Goumon, S., Mundry, R., Špinka, M., 2021. The Joint Log-Lift Task: A Social Foraging Paradigm. *Frontiers in Veterinary Science* 8. <https://doi.org/10.3389>
- Rhim, S.-J., Son, S.-H., Hwang, H.-S., Lee, J.-K., Hong, J.-K., 2015. Effects of Mixing on the Aggressive Behavior of Commercially Housed Pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 28. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0907>
- Roguet, C., Duflot, B., Rieu, M., 2017. Évolution des modèles d'élevage de porcs en Europe et impacts sur les performances technico-économiques. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires* 73–86. <https://doi.org/10.4000/economierurale.5139>
- RStudio Team, 2020. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA. <http://www.rstudio.com/>
- Rydhmer, L., Zamaratskaia, G., Andersson, H.K., Algers, B., Guillemet, R., Lundström, K., 2006. Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science* 56, 109–119. <https://doi.org/10.1080/09064700601079527>
- Rzezniczek, M., Gyax, L., Wechsler, B., Weber, R., 2015. Comparison of the behaviour of piglets raised in an artificial rearing system or reared by the sow. *Applied Animal Behaviour Science* 165, 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.01.009>
- Salazar, L.C., Ko, H.-L., Yang, C.-H., Llonch, L., Manteca, X., Camerlink, I., Llonch, P., 2018. Early socialisation as a strategy to increase piglets' social skills in intensive farming conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 206, 25–31. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.05.033>
- Sandercock, D.A., Barnett, M.W., Coe, J.E., Downing, A.C., Nirmal, A.J., Di Giminiani, P., Edwards, S.A., Freeman, T.C., 2019. Transcriptomics Analysis of Porcine Caudal Dorsal Root Ganglia in Tail Amputated Pigs Shows Long-Term Effects on Many Pain-Associated Genes. *Frontiers in Veterinary Science* 6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00314>
- Schrøder-Petersen, D.L., Simonsen, H.B., 2001. Tail Biting in Pigs. *The Veterinary Journal* 162, 196–210. <https://doi.org/10.1053/tvj.2001.0605>

- Scollo, A., Contiero, B., Gottardo, F., 2016. Frequency of tail lesions and risk factors for tail biting in heavy pig production from weaning to 170 kg live weight. *The Veterinary Journal* 207, 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.10.056>
- Sell, A., Vidondo, B., Wechsler, B., Burla, J., Nathues, H., 2020. Risk factors for tail lesions in undocked fattening pigs reared on Swiss farms. *SAT* 162, 683–695. <https://doi.org/10.17236/sat00278>
- Singer, P., 2012. *La libération animale*. France : Payot, 480.
- Statham, P., Green, L., Bichard, M., Mendl, M., 2009. Predicting tail-biting from behaviour of pigs prior to outbreaks. *Applied Animal Behaviour Science* 121, 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.09.011>
- Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1989. The behaviour of pigs in a semi-natural environment. *Animal Science* 48, 419–425. <https://doi.org/10.1017/S0003356100040411>
- Stukenborg, A., Traulsen, I., Puppe, B., Presuhn, U., Krieter, J., 2011. Agonistic behaviour after mixing in pigs under commercial farm conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 129, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.10.004>
- Tallet, C., Spinka, M., Maruscáková, I., Simecek, P., 2010. Human Perception of Vocalizations of Domestic Piglets and Modulation by Experience With Domestic Pigs (*Sus scrofa*). *Journal of comparative psychology* (Washington, D.C. : 1983) 124, 81–91. <https://doi.org/10.1037/a0017354>
- Tallet, C., Rakotomahandry, M., Herlemont, S., Prunier, A., 2019. Evidence of Pain, Stress, and Fear of Humans During Tail Docking and the next four weeks in Piglets (*Sus scrofa domesticus*). *Frontiers in Veterinary Science* 6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00462>
- Taylor, N.R., Main, D.C.J., Mendl, M., Edwards, S.A., 2010. Tail-biting: A new perspective. *The Veterinary Journal* 186, 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.08.028>
- Thomsen, R., Edwards, S.A., Rousing, T., Labouriau, R., Sørensen, J.T., 2016. Influence of social mixing and group size on skin lesions and mounting in organic entire male pigs. *Animal* 10, 1225–1233. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000069>

- Torrey, S., Widowski, T.M., 2006. Is belly nosing redirected suckling behaviour? *Applied Animal Behaviour Science* 101, 288–304. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.02.009>
- Ursinus, W.W., Van Reenen, C.G., Kemp, B., Bolhuis, J.E., 2014. Tail biting behaviour and tail damage in pigs and the relationship with general behaviour: Predicting the inevitable? *Applied Animal Behaviour Science* 156, 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.04.001>
- Valros, A., 2022. Review: The tale of the Finnish pig tail – how to manage non-docked pigs? animal, *Manipulating Pig Production XVIII: Proceedings of the Eighteenth Biennial Conference of the Australasian Pig Science Association (APSA), 15-18 November 2021, Brisbane, Australia* 16, 100353. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100353>
- Valros, A., Ahlström, S., Rintala, H., Häkkinen, T., Saloniemi, H., 2004. The prevalence of tail damage in slaughter pigs in Finland and associations to carcass condemnations. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science* 54, 213–219. <https://doi.org/10.1080/09064700510009234>
- Van de Weerd, H.A., Docking, C.M., Day, J.E.L., Edwards, S.A., 2005. development of harmful social behaviour in pigs with intact tails and different enrichment backgrounds in two housing systems. *Animal science : an international journal of fundamental and applied research*. <https://doi.org/10.1079/ASC40450289>
- Veissier, I., Miele, M., 2015. Petite histoire de l'étude du bien-être animal : comment cet objet sociétal est devenu un objet scientifique transdisciplinaire. *INRAE Productions Animales* 28, 399–410. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2015.28.5.3042>
- Verbeek, E., Keeling, L., Landberg, R., Lindberg, J.E., Dicksved, J., 2021. The gut microbiota and microbial metabolites are associated with tail biting in pigs. *Sci Rep* 11, 20547. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99741-8>
- Walker, P.K., Bilkei, G., 2006. Tail-biting in outdoor pig production. *Vet J* 171, 367–369. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.10.011>
- Wallenbeck, A., Keeling, L.J., 2013. Using data from electronic feeders on visit frequency and feed consumption to indicate tail biting outbreaks in commercial pig production¹. *Journal of Animal Science* 91, 2879–2884. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5848>

Wallgren, T., Larsen, A., Lundeheim, N., Westin, R., Gunnarsson, S., 2019a. Implication and impact of straw provision on behaviour, lesions and pen hygiene on commercial farms rearing undocked pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 210, 26–37.

<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.10.013>

Wallgren, T., Lundeheim, N., Wallenbeck, A., Westin, R., Gunnarsson, S., 2019b. Rearing Pigs with Intact Tails—Experiences and Practical Solutions in Sweden. *Animals* 9, 812.

<https://doi.org/10.3390/ani9100812>

Wickham H, 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.

<https://ggplot2.tidyverse.org>.

Zonderland, J.J., Cornelissen, L., Wolthuis-Fillerup, M., Spoolder, H.A.M., 2008a. Visual acuity of pigs at different light intensities. *Applied Animal Behaviour Science* 111, 28–37.

<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.05.010>

Zonderland, J.J., Wolthuis-Fillerup, M., van Reenen, C.G., Bracke, M.B.M., Kemp, B., Hartog, L.A. den, Spoolder, H.A.M., 2008b. Prevention and treatment of tail biting in weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 110, 269–281.

<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.04.005>

Zonderland, J.J., van Riel, J.W., Bracke, M.B.M., Kemp, B., den Hartog, L.A., Spoolder, H.A.M., 2009. Tail posture predicts tail damage among weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 121, 165–170.

<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.09.002>

Zonderland, J.J., Schepers, F., Bracke, M.B.M., den Hartog, L.A., Kemp, B., Spoolder, H.A.M., 2011. Characteristics of biter and victim piglets apparent before a tail-biting outbreak. *Animal* 5, 767–775.

<https://doi.org/10.1017/S1751731110002326>

Annexe 1 : Extraits des données brutes sur les comportements observés en continu à la sortie du logiciel The Observer XT (B1C31 = Bande 1 Case 31)

Observations	Behaviors	Total number									
J-1_08022	Belly_nosi	2	J-3_06022	Belly_nosi	9	J-5_04022	Belly_nosi	10	J0_090220	Belly_nosi	5
J-1_08022	Manip_M	49	J-3_06022	Manip_M	75	J-5_04022	Manip_M	16	J0_090220	Manip_M	43
J-1_08022	Nosing_Gr	104	J-3_06022	Nosing_Gr	70	J-5_04022	Nosing_Gr	64	J0_090220	Nosing_Gr	74
J-1_08022	Nosing_Q	75	J-3_06022	Nosing_Q	52	J-5_04022	Nosing_Q	56	J0_090220	Nosing_Q	125
J-1_08022	Jeu	93	J-3_06022	Jeu	61	J-5_04022	Jeu	53	J0_090220	Jeu	109
J-1_08022	Nosing_O	69	J-3_06022	Nosing_O	35	J-5_04022	Nosing_O	37	J0_090220	Nosing_O	60
J-1_08022	Manipula	20	J-3_06022	Manipula	11	J-5_04022	Manipula	14	J0_090220	Manipula	49
J-1_08022	Autre inté	91	J-3_06022	Autre inté	131	J-5_04022	Autre inté	36	J0_090220	Autre inté	156
J-2_07022	Belly_nosi	8	J-4_05022	Belly_nosi	30	J-6_03022	Belly_nosi	4	J1_100220	Manip_M	6
J-2_07022	Manip_M	66	J-4_05022	Manip_M	32	J-6_03022	Manip_M	17	J1_100220	Nosing_Gr	31
J-2_07022	Nosing_Gr	69	J-4_05022	Nosing_Gr	109	J-6_03022	Nosing_Gr	67	J1_100220	Nosing_Q	44
J-2_07022	Nosing_Q	97	J-4_05022	Nosing_Q	56	J-6_03022	Nosing_Q	32	J1_100220	Nosing_O	22
J-2_07022	Jeu	140	J-4_05022	Jeu	113	J-6_03022	Jeu	75	J1_100220	Manipula	12
J-2_07022	Nosing_O	40	J-4_05022	Nosing_O	40	J-6_03022	Nosing_O	34	J1_100220	Autre inté	32
J-2_07022	Manipula	25	J-4_05022	Manipula	11	J-6_03022	Manipula	7	B1_C31_J	Belly_nosi	1
J-2_07022	Autre inté	128	J-4_05022	Autre inté	96	J-6_03022	Autre inté	74	B1_C31_J	Manip_M	9
						J-7_02022	Nosing_Gr	60	B1_C31_J	Nosing_Gr	12
						J-7_02022	Nosing_Q	21	B1_C31_J	Nosing_Q	57
						J-7_02022	Jeu	6	B1_C31_J	Jeu	10
						J-7_02022	Nosing_O	6	B1_C31_J	Nosing_O	34
						J-7_02022	Manipula	5	B1_C31_J	Manipula	15
						J-7_02022	Autre inté	21	B1_C31_J	Autre inté	33

B1_C31_J	Belly_nosi	35
B1_C31_J	Manip_M	28
B1_C31_J	Nosing_G	75
B1_C31_J	Nosing_Q	139
B1_C31_J	Jeu	117
B1_C31_J	Nosing_O	23
B1_C31_J	Manipula	100
B1_C31_J	Autre inté	93
B1_C31_J	Belly_nosi	13
B1_C31_J	Manip_M	29
B1_C31_J	Nosing_G	21
B1_C31_J	Nosing_Q	125
B1_C31_J	Jeu	181
B1_C31_J	Nosing_O	34
B1_C31_J	Manipula	184
B1_C31_J	Autre inté	154

B1_C31_J	Belly_nosi	8
B1_C31_J	Manip_M	11
B1_C31_J	Nosing_G	30
B1_C31_J	Nosing_Q	72
B1_C31_J	Jeu	1
B1_C31_J	Nosing_O	24
B1_C31_J	Manipula	97
B1_C31_J	Autre inté	72
B1_C31_J	Belly_nosi	31
B1_C31_J	Manip_M	9
B1_C31_J	Nosing_G	41
B1_C31_J	Nosing_Q	74
B1_C31_J	Jeu	42
B1_C31_J	Nosing_O	38
B1_C31_J	Manipula	21
B1_C31_J	Autre inté	142

B1_C31_j	Belly_nosi	27
B1_C31_j	Manip_M	17
B1_C31_j	Nosing_G	41
B1_C31_j	Nosing_Q	54
B1_C31_j	Jeu	29
B1_C31_j	Nosing_O	34
B1_C31_j	Manipula	15
B1_C31_j	Autre inté	137

Annexe 2 : Extrait du tableau réorganisé des données comportementales observées (B1C31 = Bande 1 Case 31)

Date	02/02/21	03/02/21	04/02/21	05/02/21	06/02/21	07/02/21	08/02/21	09/02/21	10/02/21	11/02/21	12/02/21	13/02/21	14/02/21	15/02/21	16/02/21
Jour	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
BN	0	4	10	30	9	8	2	5	0	1	35	13	8	31	27
MO	0	17	16	32	75	66	49	43	6	9	28	29	11	9	17
NG	60	67	64	109	70	69	104	74	31	12	75	21	30	41	41
NQ	21	32	56	56	52	97	75	125	44	57	139	125	72	74	54
Jeu	6	75	53	113	61	140	93	109	0	10	117	181	1	42	29
NO	6	34	37	40	35	40	69	60	22	34	23	34	24	38	34
MQ	5	7	14	11	11	25	20	49	12	15	100	184	97	21	15
Ago	21	74	36	96	131	128	91	156	32	33	93	154	72	142	137
Objet ajouté									corde						

Annexe 3 : Extrait des scans sur les positions des queues (B1C31 = Bande 1 Case 31 à J-2). Les chiffres en rouge correspondent au nombre de minutes écoulées depuis le début de la vidéo au moment du scan

B1_C31_06/02/2023		
		0
Basse	Recourbée	
Basse	Pendante	4
Basse	NA	
	Haute	2
	NA	11
	Total	17
		30
Basse	Recourbée	
Basse	Pendante	3
Basse	NA	1
	Haute	2
	NA	11
	Total	17
		60
Basse	Recourbée	
Basse	Pendante	4
Basse	NA	1
	Haute	7
	NA	5
	Total	17
		90
Basse	Recourbée	
Basse	Pendante	4
Basse	NA	2
	Haute	7
	NA	4
	Total	17
		120
Basse	Recourbée	
Basse	Pendante	11
Basse	NA	
	Haute	6
	NA	
	Total	17
Somme		
Basse	Recourbée	0
Basse	Pendante	26
Basse	NA	4
	Haute	24
	NA	31
	Total	85

B1_C31_07/02/2023		
		0
Basse	Recourbée	
Basse	Pendante	1
Basse	NA	
	Haute	1
	NA	15
	Total	17
		30
Basse	Recourbée	
Basse	Pendante	4
Basse	NA	1
	Haute	1
	NA	11
	Total	17
		60
Basse	Recourbée	
Basse	Pendante	7
Basse	NA	2
	Haute	3
	NA	5
	Total	17
		90
Basse	Recourbée	
Basse	Pendante	8
Basse	NA	1
	Haute	5
	NA	3
	Total	17
		120
Basse	Recourbée	
Basse	Pendante	9
Basse	NA	2
	Haute	3
	NA	3
	Total	17
Somme		
Basse	Recourbée	0
Basse	Pendante	29
Basse	NA	6
	Haute	13
	NA	37
	Total	85

Annexe 4 : Extrait des données sur les positions des queues (B1C31 = Bande 1 Case 1). NO : non observé ; NO basse : queue observée basse sans pouvoir dire si elle est pendante ou repliée (tucked)

Somme des queues observées par jour dans chaque position :

Jour	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
Tucked	0	0	0	0	0	0	3	2	3	4	5	3	1	3	2
Pendante	4	4	4	5	26	29	25	24	10	13	20	24	18	14	14
NO basse	1	0	1	0	4	6	10	15	4	5	5	8	4	2	6
Haute	20	33	36	43	24	13	8	5	7	5	12	10	10	9	17
NO	60	48	44	37	31	37	39	39	61	58	43	40	52	52	41
Total	85	80	80												

Proportions des queues observées par jour dans chaque position (ici les « NO basses », c'est à dire les queues observées basses dont le détail - Pendante ou Tucked - n'est pas connu, sont exclues au même titre que les queues non observées) :

Jour	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
Tucked	0	0	0	0	0	0	8,3	6,5	15	18,2	13,5	8,11	3,45	11,54	6,06
Pendante	16,7	10,8	10	10,42	52	69,05	69,4	77,4	50	59,09	54,05	64,86	62,07	53,85	42,42
Haute	83,3	89,2	90	89,6	48	30,96	22,2	16,1	35	22,73	32,43	27,03	34,48	34,62	51,52

Proportions de queues hautes et basses observées chaque jour (incluse les « NO basses ») :

Jour	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
Basse	20	10,81	12,2	10,42	55,56	72,92	82,61	89,13	70,83	81,48	71,43	77,78	69,7	67,86	56,41
Haute	80	89,2	87,8	89,58	44,44	27,08	17,39	10,87	29,17	18,52	28,57	22,22	30,3	32,14	43,59

Annexe 5 : Tableaux de corrélation

R²

	BN	MO	NG	MQ	NQ	JEU	NO	AGO	%QB
BN	1	0,38	-0,27	-0,05	0,04	-0,09	0,04	-0,11	-0,09
MO		1	-0,17	0,15	0,08	0,21	0,1	0,27	0,1
NG			1	-0,21	-0,11	0,35	0,53	0,14	0,1
MQ				1	0,64	0,24	-0,12	0,28	0,23
NQ					1	0,26	0,02	0,3	0,22
JEU						1	0,15	0,61	-0,01
NO							1	0,08	0,09
AGO								1	0,04
%QB									1

P-values

	BN	MO	NG	MQ	NQ	JEU	NO	AGO	%QB
BN	x	0,0003	0,0107	0,6336	0,7080	0,4068	0,6838	0,3106	0,4038
MO		x	0,1089	0,1653	0,4598	0,0492	0,3579	0,0120	0,3350
NG			x	0,0496	0,3255	0,0008	<0,0001	0,1861	0,3756
MQ				x	<0,0001	0,0229	0,2719	0,0099	0,0296
NQ					x	0,0148	0,8509	0,0044	0,0377
JEU						x	0,1769	<0,0001	0,8971
NO							x	0,4345	0,3887
AGO								x	0,6893
%QB									x

Avec BN : *belly-nosing* ; MO : Morsures des oreilles ; NG : Nosing groins ; MQ : Morsures des queues ; NQ : nosing des queues ; JEU : jeu ; NO : nosing oreilles ; AGO : autres comportements agonistiques ; %QB : pourcentage de queues basses

Oli SOURDIN

ELEVAGE SANS CAUDECTOMIE : ETUDE DU COMPORTEMENT SOCIAL DE PORCS AUTOUR D'UN EPISODE DE CAUDOPHAGIE

RAISING UNDOCKED PIGS : A STUDY OF PIGS' SOCIAL BEHAVIOUR AROUND A TAIL-BITING EPISODE

Thèse d'État de Doctorat Vétérinaire : Nantes, le 14 novembre 2023

RESUME

Le bien-être animal en élevage porcin requiert aujourd'hui de limiter l'apparition et l'impact de comportements délétères tels que la caudophagie pour pouvoir arrêter la caudectomie. Dans cet objectif, nous avons besoin de mieux comprendre ces comportements. L'étude présentée ici s'intéresse à la détection précoce et la gestion des épisodes de caudophagie chez des porcs n'ayant pas subi de caudectomie. Elle repose sur des observations réalisées dans un élevage conventionnel porcin Breton. Elle a été menée sur un nombre réduit d'épisodes, ses résultats doivent donc être considérés avec précaution. Des observations en continu des comportements sociaux et des scans des positions des queues ont été réalisés de sept jours avant à sept jours après la détection d'un épisode. Sur cette période, le nombre de morsures de queues observées un jour donné est corrélé aux nosings des queues et à la proportion de queues basses observées dans la case, et les comportements agonistiques autres que les morsures de la queue et des oreilles sont corrélés au jeu. En revanche, aucune tendance dans l'évolution des comportements observés pendant l'épisode n'a été mise en évidence. La proportion de queues basses dans une case augmente progressivement dans les 7 jours qui précèdent l'épisode, ce qui est en faveur de l'utilisation de cette position de queue pour détecter précocement la caudophagie. Lors de l'apparition de l'épisode, l'ajout d'objets manipulables (corde et sac de jute) a permis de diminuer le nombre de morsures le jour même de l'ajout. En revanche, cet effet ne semble pas persister les jours suivants.

MOTS CLES :

- PORC
- BIEN-ETRE ANIMAL
- CAUDOPHAGIE
- CAUDECTOMIE
- QUEUE
- MORSURE
- ELEVAGE CONVENTIONNEL

DATE DE SOUTENANCE : le 14 novembre 2023