



HAL
open science

Détection précoce des diarrhées chez les porcelets sevrés à partir des données d'abreuvement, d'alimentation et de poids

Johan Thomas, Yvonnick Rousselière, Michel Marcon, Anne Hémonic

► To cite this version:

Johan Thomas, Yvonnick Rousselière, Michel Marcon, Anne Hémonic. Détection précoce des diarrhées chez les porcelets sevrés à partir des données d'abreuvement, d'alimentation et de poids. 54es Journées de la Recherche Porcine, Ifip; Inrae, Feb 2022, en ligne, France. pp.363-368. hal-03752685

HAL Id: hal-03752685

<https://hal.inrae.fr/hal-03752685v1>

Submitted on 17 Aug 2022

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.

Détection précoce des diarrhées chez les porcelets sevrés à partir des données d'abreuvement, d'alimentation et de poids

Johan THOMAS, Yvonnick ROUSSELIERE, Michel MARCON, Anne HEMONIC

IFIP-Institut du Porc, BP 35104, 35651 Le Rheu cedex, France

johan.thomas@ifip.asso.fr

Détection précoce des diarrhées chez les porcelets sevrés à partir des données d'abreuvement, d'alimentation et de poids

La détection précoce de pathologies en élevage porcine est une piste prometteuse pour aider les éleveurs à surveiller la santé des animaux, réduire les usages d'antibiotiques et traiter de façon ciblée les animaux malades. L'objectif de cette étude est d'évaluer la valeur prédictive des consommations individuelles d'eau et d'aliment, en fonction du poids vif, pour détecter précocement l'apparition de diarrhée chez des porcelets sevrés. Quinze lots de 102 porcs, logés dans des cases équipées de nourrisseurs, abreuvoirs et bascules connectées, ont été identifiés individuellement par des boucles RFID et leur état sanitaire a été suivi quotidiennement. Les résultats ont montré que les consommations moyennes d'eau et d'aliment des porcs sains n'ont pas été significativement différentes selon leur catégorie de poids (lourd, moyen, léger), sauf en cinquième semaine en lien avec le niveau d'abreuvement atypique d'un porc lourd. Par ailleurs, aucune différence significative n'a été observée entre les consommations moyennes d'eau des animaux sains et malades, ni le jour de l'observation de la diarrhée ni deux jours avant. À l'inverse, une différence significative a été notée entre les consommations alimentaires moyennes des porcelets sains et diarrhéiques sur la première période du post-sevrage, à la fois le jour même d'apparition de la diarrhée, 24 heures et 48 heures avant. Néanmoins, les méthodes d'apprentissage automatique testées n'ont pas permis une détection précoce des diarrhées de manière efficace, les résultats de sensibilité et de spécificité étant insuffisants (respectivement 74 et 58 %) pour une utilisation pertinente sur le terrain. Pour les études futures, de nouveaux paramètres comme la mesure automatique de la température corporelle ou la localisation des porcelets dans la case par analyse d'images pourraient améliorer les performances de ces méthodes.

Early detection of diarrhoea in weaned piglets from individual feed, water and weighing data

Detecting diseases early in pig farming is a promising way to help breeders monitor animal health, reduce antibiotic use and treat sick animals in a targeted manner. This study analysed individual water and feed consumption as a function of the live weight of weaned piglets and its relation to diarrhoea. Data were collected from 15 batches of 102 piglets each, using specific automata (i.e. connected feeders, connected drinkers, automatic weighing stations, RFID ear tags), and piglet health status was monitored daily. Analysis used seven machine learning methods. Mean water and feed consumption of healthy pigs did not differ significantly among weight categories, except in week five, due to atypical water consumption by a heavy pig. In addition, mean water consumption did not differ significantly between healthy and sick piglets, either on the day that diarrhoea was observed or two days before. However, mean feed consumption of healthy piglets and those with diarrhoea did differ significantly from day 4-9 post-weaning and even 24 and 48 h before the onset of clinical signs. Nevertheless, the machine-learning methods tested did not provide effective early detection of diarrhoea, due to insufficient sensitivity and specificity of results (74% and 58%, respectively) for field use. In future studies, new parameters such as automatic measurement of body temperature or location of piglets in the pen by image analysis could improve the performance of these methods.

INTRODUCTION

La lutte contre l'antibiorésistance est un défi majeur et mondial de santé publique, qui concerne à la fois la médecine humaine et la médecine vétérinaire. La résistance aux antibiotiques est un phénomène naturel mais le mauvais usage de ces médicaments chez l'homme et l'animal accélère le processus. Un usage raisonné des antibiotiques est donc essentiel. En élevage, différents leviers d'action sont possibles pour y arriver comme la prévention des maladies par la biosécurité ou la vaccination par exemple. La détection précoce des pathologies est une autre piste prometteuse pour réduire les usages d'antibiotiques. Elle permettrait de traiter de façon plus ciblée et rapide les animaux malades, ce qui limiterait la propagation de la maladie et augmenterait l'efficacité du traitement (Ferran *et al.*, 2011 ; Lhermie *et al.*, 2016).

Le suivi en continu du comportement des porcs a été exploré dans différentes études pour établir des diagnostics précoces (Matthews *et al.*, 2016 ; Miller *et al.*, 2019 ; Alameer *et al.*, 2020). Différentes techniques d'élevage de précision ont été mobilisées (analyse d'images ou de sons) et des résultats intéressants sont ressortis pour améliorer la gestion des élevages (Berckmans, 2004 ; Cornou et Kristensen, 2013). L'objectif de cet article est d'évaluer la valeur prédictive des consommations individuelles d'eau et d'aliment, en fonction du poids vif, pour détecter précocement l'apparition de diarrhée chez des porcelets sevrés.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Les animaux

L'étude a porté sur 15 bandes de 102 porcelets sevrés à 28 jours d'âge et élevés dans une salle de post-sevrage pendant 5 semaines. Les porcs étaient répartis dans six cases de 17 animaux, selon un allotement prenant en compte la portée (quatre maximum par case), le sexe du porcelet (sexe-ratio de 50/50) et le poids au sevrage. A chaque bande, deux cases regroupaient des porcs d'une même catégorie de poids moyen : légers ($6,7 \pm 0,46$ kg), moyens ($8,0 \pm 0,38$ kg) et lourds ($9,5 \pm 0,56$ kg).

1.2. Les automates

Chaque case disposait de deux nourrisseurs connectés pour l'enregistrement des consommations d'aliment, d'un abreuvoir connecté pour la collecte des consommations d'eau et d'un plateau peseur connecté pour l'enregistrement des poids vifs des porcelets, le tout en temps réel.

Chaque porcelet était équipé d'une puce RFID basse fréquence (*Radio Frequency Identification*) positionnée à l'oreille, communiquant par radiofréquence avec les automates. Le nourrisseur connecté était constitué d'une auge équipée d'une sonde capable de détecter la présence d'aliment sec, d'une antenne RFID pour identifier les porcelets et d'un moteur relié à une vis sans fin. Dès que la sonde était découverte, la micro-vis distribuait une nouvelle dose d'aliment de 10 grammes (± 2 g) à chaque porcelet (Rousselière *et al.*, 2020a).

L'abreuvoir connecté, Aqualab, était constitué d'un abreuvoir bol de marque Suevia, réglé à 1 l/min (± 10 ml), relié à un compteur d'eau, et d'une antenne RFID (Rousselière *et al.*, 2016). Chaque abreuvoir était associé à un plateau peseur suspendu à l'aide de deux jauges de contraintes, à l'avant et à l'arrière, permettant une pesée précise des animaux venant s'abreuver à ± 10 grammes (Marcon *et al.*, 2018).

1.3. La conduite des animaux

Les porcelets étaient nourris *ad libitum* durant la totalité de l'essai. Un aliment 1^{er} âge standard du commerce était distribué durant les 14 premiers jours d'essai, puis les animaux étaient nourris avec un aliment 2^{ème} âge jusqu'à leur sortie. L'ambiance de la salle était gérée par un boîtier de régulation paramétré selon les standards recommandés, à savoir 28°C à l'entrée des porcelets et une descente progressive jusqu'à 24°C à leur sortie. Le boîtier pilotait les ventilateurs de la salle et les chauffages installés au-dessus de chacune des cases.

1.4. Les observations sanitaires

Dans le but de collecter un maximum d'information sur l'état de santé individuel des animaux, des observations quotidiennes sur les porcs, réalisées par les animaliers, étaient complétées par des observations plus poussées trois fois par semaine par des techniciens spécialisés. L'ensemble des problèmes sanitaires étaient notés selon une grille normalisée. Notamment, pour l'aspect digestif, la notation suivante était utilisée : D0 = déjections normales, D1 = fèces molles, D2 = diarrhée marquée. Les autres signes cliniques (problèmes respiratoires, locomoteurs, nerveux, les plaies ...) étaient aussi notés pour discriminer les animaux sains des animaux malades, mais ces pathologies n'ont pas été étudiées dans le cadre de cet article.

1.5. L'analyse des données

La sélection des animaux inclus dans l'analyse des données

Après nettoyage de la base de données pour retirer les valeurs aberrantes (compteur d'eau défectueux, coupure de courant, puce RFID perdue, ...), 53 550 lignes (une ligne représente un animal, un jour donné) ont été utilisées pour les analyses. Sur les 1 530 porcelets présents dans la base de données, 138 (soit 9% des animaux) n'ont présenté aucun symptôme de diarrhée ou autres signes cliniques durant toute la période de post-sevrage. Ces animaux constituent le groupe sains. Il faut noter que ce groupe est réduit à 122 animaux pour les semaines 1, 2 et 3 du fait du nettoyage de la base de données. Un total de 1 143 animaux a été noté D1 et/ou D2 (soit 4 254 lignes) et utilisé pour les analyses. Au total, plus de 44 000 lignes n'ont pas été exploitées dans la base de données, car elles correspondaient à des porcs ayant présenté d'autres signes cliniques que des diarrhées (toux, boiterie, plaies...) ou à des jours d'essais présentant des données manquantes (liée à la difficulté d'avoir une notation individuelle de l'état de santé de chaque porcelet tous les jours) ou aberrantes (par exemple, dues à une fuite d'eau à un abreuvoir). Par ailleurs, dans les cas où la diarrhée d'un porc durait plusieurs jours, seules les données correspondant au premier jour de cette diarrhée ont été retenues pour constituer le groupe d'animaux « malades », afin de comparer leur comportement à celui des animaux « sains », l'objectif de l'étude étant la détection précoce des diarrhées.

Création de variables pour l'analyse

Les consommations d'eau et d'aliment étant directement liées au poids vif des animaux, elles ont systématiquement été divisées par le poids vif pour être exprimées respectivement en g/g et ml/g de manière à pouvoir comparer des résultats d'animaux indépendamment de leur poids à un âge donné.

Par ailleurs, pour représenter l'évolution du comportement du porcelet en fonction du temps et de sa santé digestive lors des

analyses via l'apprentissage automatique (*machine learning*), les variables suivantes ont été ajoutées : le cumul, depuis le début de l'essai, des consommations ; les moyennes mobiles sur 2 et 3 jours des consommations d'eau et d'aliment. Ces moyennes mobiles ont permis d'obtenir un résultat prenant en compte le jour (J-1) ou les deux jours (J-1 et J-2) précédant l'apparition de la diarrhée (J), ce qui illustre les dynamiques de consommations d'eau et d'aliment du porcelet juste avant qu'il ne soit cliniquement malade.

L'analyse des données, les tests statistiques et l'apprentissage automatique

Tout d'abord, les consommations journalières d'eau et d'aliment des animaux sains ont été étudiées. Les résultats des trois catégories de poids ont été visualisés par des boîtes à moustache et comparés un à un par un test de Tukey (logiciel Python). Les analyses ont été réalisées avec les données des jours 2 à 36, regroupées par semaine du vendredi au vendredi. Le jour 1, qui correspondait à l'arrivée en post-sevrage n'a pas été pris en compte dans ces analyses car le comportement des porcelets était fortement modifié par leur arrivée dans un nouvel environnement.

La variabilité intra-individuelle des consommations d'eau et d'aliment chez les animaux sains a été évaluée par le calcul du coefficient de variation (rapport entre l'écart type et la moyenne) de chaque porc semaine par semaine. Une moyenne a ensuite été calculée avec les coefficients obtenus pour tous les porcs.

Ensuite, les consommations d'aliment et d'eau des groupes sains et malades ont été comparées jour par jour par un test de Tukey pour évaluer les différences entre les moyennes. En raison d'un nombre important de données et d'effectif déséquilibré, la normalité n'a pas été vérifiée avant le test de Tukey, en accord avec la documentation `scipy.stats.shapiro`. L'objectif était de vérifier si un animal diarrhéique se nourrissait ou s'abreuvait différemment d'un animal sain et, si oui, combien de jours à l'avance. Les comparaisons ont donc été faites le jour même du début de la diarrhée, et également 24 h et 48 h avant. Pour ces comparaisons, les 4 premiers jours de l'essai ont été retirés de l'analyse des données. En effet, durant les premiers jours, qui correspondait au sevrage, les porcelets exprimaient un comportement exploratoire pour la découverte de leur nouvel environnement : absence de la mère, automates d'alimentation et d'abreuvement, nouveaux congénères dans la case, etc. Pour les jours 3 et 4, les observations de santé étaient réduites en raison du week-end. Le début de l'analyse des données a donc commencé le lundi suivant le sevrage, c'est-à-dire le cinquième jour de présence dans la salle, avec des données fiables. Par ailleurs, en l'absence de porcs observés malades les jours 31, 32, 34 et 36 ont été exclus de la comparaison entre les données « sains » et « malades » car ils ne répondaient pas à l'objectif de cette étude basée sur la détection précoce des diarrhées.

Enfin, une approche d'apprentissage automatique utilisant le package `scikit-learn` du langage Python via le logiciel Jupyter a été réalisée en testant sept méthodes différentes (régression logistique, analyse discriminante linéaire, méthode des k plus proches voisins, arbres de décision, classification naïve gaussienne de Bayes, machines à vecteurs de support et forêt aléatoire). L'objectif était de trouver la méthode la plus précise pour classer les porcelets dans les deux groupes sains ou

malades selon les caractéristiques de leurs consommations d'eau et d'aliment. La base de données a été scindée en un jeu d'apprentissage ($n=10$ bandes) et un jeu de test ($n=5$). Pour comparer les résultats, nous avons calculé la spécificité et la sensibilité, qui permettent, respectivement, d'évaluer le taux des fausses alertes envoyées par l'algorithme et, a contrario, le taux de malades non détectés par la méthode.

2. RESULTATS

2.1. Consommations d'aliment et d'eau des animaux sains

Les consommations d'aliment (Figure 1) et d'eau (Figure 2) des porcelets ont été comparées semaine par semaine selon leur catégorie de poids. Pour les données d'alimentation, il n'y a pas eu de différence significative entre les catégories de poids pour une semaine donnée. Au niveau de l'abreuvement, une différence significative a été observée entre le groupe des légers et celui des lourds, en semaine 5 ($P < 0,05$). Ce résultat est expliqué par la présence d'un porcelet très consommateur d'eau dans le groupe des lourds en semaine 5 (également présent en semaine 4, mais sans entraîner de différence significative).

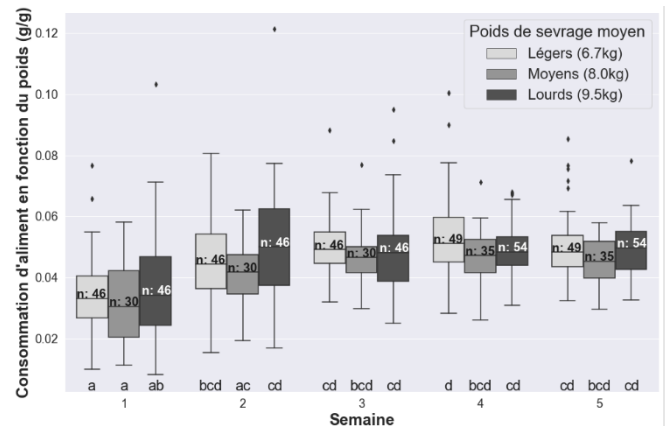


Figure 1 - Comparaisons de la consommation d'aliment (exprimée en proportion du poids des porcelets sains pendant les 5 semaines de post-sevrage

Des lettres différentes indiquent que les moyennes sont significativement différentes selon le test de Tukey ($P < 0,05$).

Par ailleurs, la consommation moyenne d'aliment a augmenté à partir de la 2^{ème} et 3^{ème} semaine, où elle a été significativement plus élevée que lors de la première semaine. Ainsi, elle est passée de 3,4 à 4,9 % du poids vif entre le début et la fin de la période de post-sevrage. La consommation moyenne d'eau a également évolué de semaine en semaine : elle est passée de 7,1 à 11,3 % du poids vif entre le début et la fin de la période.

La variabilité intra-individuelle des consommations d'eau et d'aliment est présentée dans le tableau 1 à partir de la moyenne des coefficients de variation (CV) de chacun des 122, puis 138 porcs sains semaine par semaine. Des coefficients très similaires ont été observés entre les catégories de poids pour la même semaine avec une différence maximale de 5 %, tant pour la consommation d'aliment que d'eau. A noter également que les coefficients, et donc les variabilités intra-individuelles, ont diminué au fur et à mesure de l'essai, passant de 39 à 16 % pour l'alimentation et de 40 à 25 % pour l'abreuvement.

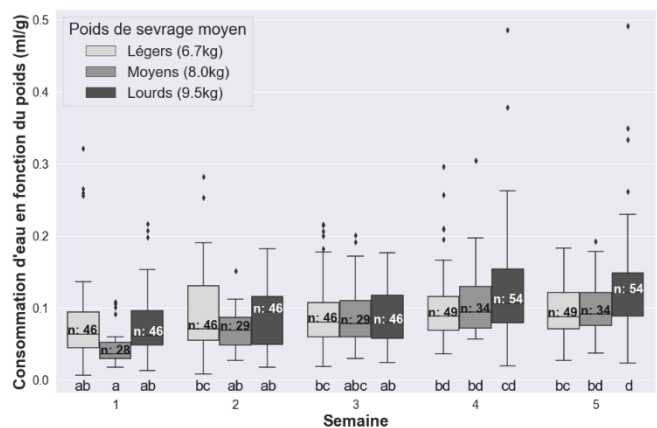


Figure 2 - Comparaisons de la consommation d'eau exprimée en proportion du poids des porcelets sains pendant les 5 semaines de post-sevrage

Des lettres différentes indiquent que les moyennes sont significativement différentes selon le test de Tukey ($P < 0,05$).

2.2. Comparaison des consommations d'eau et d'aliment entre animaux sains et diarrhéiques

La comparaison des moyennes des consommations d'eau n'a montré aucune différence significative entre le groupe des animaux sains et celui des animaux malades le jour du début de la diarrhée (Figure 3). Cette observation est également valable pour les consommations des deux jours précédant la première notation de diarrhée.

En revanche, pendant les jours 5 à 8, des différences significatives ont été observées entre les moyennes des consommations d'aliment des animaux sains et des animaux malades, le jour même du démarrage de la diarrhée (Figure 4). Ces différences étaient également significatives pour les données recueillies 24 et 48 heures avant l'observation de la diarrhée. En effet, les animaux malades consommaient moins d'aliment que les animaux sains au minimum 2 jours avant l'apparition des signes cliniques. A partir du jour 9 et jusqu'à la fin du lot, les différences n'étaient plus significatives.

Tableau 1 – Moyennes des coefficients de variation intra-individuelle des consommations d'eau et d'aliment en fonction du poids, semaine par semaine (en %)¹

Coefficients de Variation moyen de la consommation en fonction du poids (%)	Semaine 1			Semaine 2			Semaine 3			Semaine 4			Semaine 5		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Alimentation	38	40	39	27	30	25	21	20	19	16	16	16	17	15	16
Abreuvement	38	42	41	37	42	37	29	27	31	27	23	25	27	24	24

¹P = Petits ; M = Moyens ; G = Gros

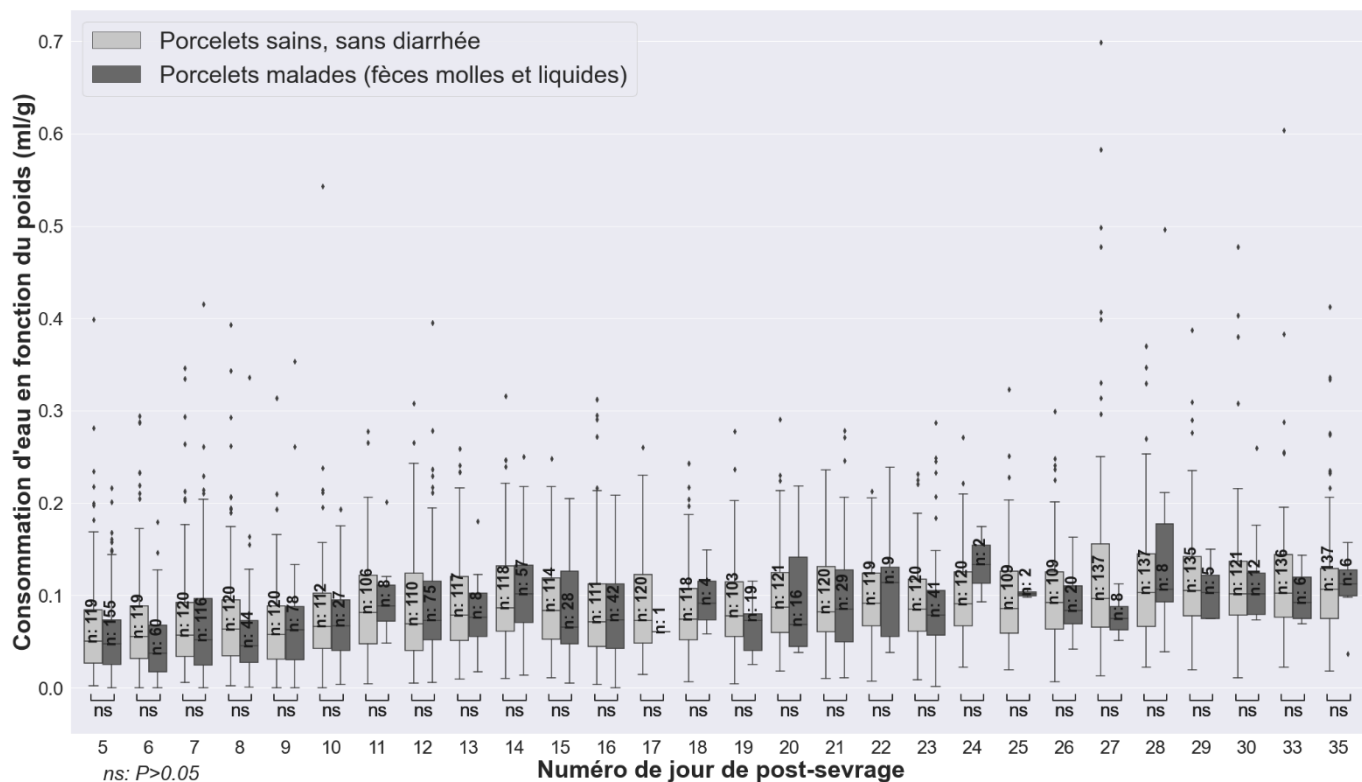


Figure 3 - Comparaisons des consommation d'eau en fonction du poids des porcelets sains et diarrhéiques, le jour de l'apparition de la diarrhée.

2.3. Analyses des données avec des méthodes d'apprentissage automatique

Les résultats de sensibilité et de spécificité des sept méthodes testées sont présentés dans le tableau 2. La classification naïve

Gaussienne a présenté la meilleure sensibilité, avec un taux de 73,7 %. Cependant, sa spécificité n'a atteint que 58,0 % tandis que les autres méthodes ont toutes dépassé 80 voire 90 % mais avec des spécificités beaucoup plus faibles.

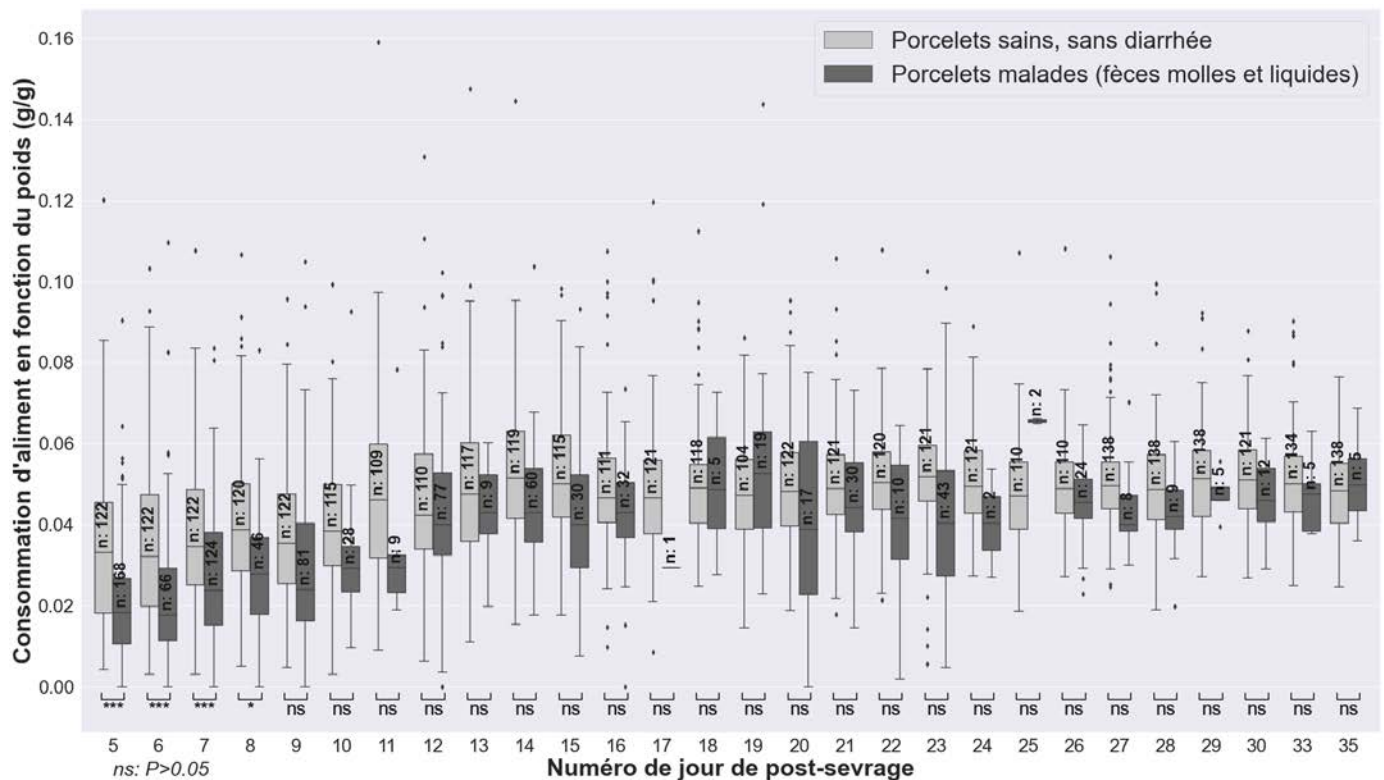


Figure 4 - Comparaisons des consommations d'aliment en fonction du poids des porcelets sains et diarrhéiques, le jour de l'apparition de la diarrhée.

Tableau 2 - Sensibilité et spécificité (en %) des méthodes d'apprentissage automatique testées pour la détection de diarrhée des porcelets à partir des consommations d'eau, d'aliment et du poids (en gras, la meilleure combinaison de résultats).

Méthodes d'apprentissage automatique	Sensibilité	Spécificité
Régression logistique	24,1	92,6
Analyse discriminante linéaire	33,1	90,6
Analyse des k plus proches voisins	21,9	95,3
Arbre de décision	30,9	81,9
Classification naïve bayésienne	73,7	58,0
Machines à vecteurs de support	16,2	96,9
Forêt aléatoire	26,5	92,6

DISCUSSION

Le suivi de 15 bandes de 102 porcelets a permis la création d'une base de données conséquente avec les consommations individuelles et quotidiennes d'eau, d'aliment et le poids des porcelets sevrés pour étudier la possibilité d'une détection précoce des diarrhées de post-sevrage.

Tout d'abord, cette étude a permis de montrer que les consommations d'aliment en proportion du poids ne variaient pas selon la catégorie de poids pour les porcelets sains sur toute la période de post-sevrage. Cette même conclusion est faite pour les consommations d'eau, hormis en semaine 5 où la présence d'un porcelet très gaspilleur d'eau a biaisé les résultats. Ces résultats sont particulièrement intéressants car ils

montrent qu'après le sevrage, les porcelets légers et lourds s'adaptent tous aussi bien aux automates d'alimentation et d'abreuvement, ce qui permet de s'affranchir de l'utilisation des catégories de poids lors de l'analyse des données pour la détection précoce des porcelets diarrhéiques.

Ensuite, les données collectées ont confirmé que les porcelets buvaient entre 7 et 11 % de leur poids vif, qu'ils soient sains ou malades, ce qui correspond aux données de précédentes études menées en France (Massabie *et al.*, 2013). Les données d'alimentation, comprises entre 3 et 5 % du poids vif, sont également cohérentes avec d'autres résultats obtenus avec le même protocole (Rousseliere *et al.*, 2020b). De même, le ratio de deux pour un entre l'eau et l'aliment précédemment établi (Mroz *et al.*, 1995) est ici respecté.

Par ailleurs, le fait que les animaux malades continuent à boire normalement, alors que leur consommation d'aliment baisse par rapport aux animaux sains est un résultat majeur : il confirme un postulat assez bien connu sur le terrain, mais cette étude le démontre statistiquement. Ce point est important lors du traitement des animaux malades : il est préférable d'administrer un traitement via l'eau de boisson, plutôt que via l'aliment.

Au vu de nos résultats, l'utilisation des consommations d'aliment a semblé plus pertinente que les consommations d'eau pour la détection précoce de diarrhées. En effet, des différences significatives pour les jours 5 à 8 ont été constatées entre les animaux sains et diarrhéiques, les porcs diarrhéiques consommant moins d'aliment par rapport à leur poids. Ce résultat a également été observé sur les jours précédents l'observation des diarrhées, ce qui pourrait être prometteur pour leur détection précoce. Néanmoins, aucune des sept méthodes d'apprentissage automatique n'a obtenu des résultats de sensibilité et de spécificité suffisants pour prétendre développer un système d'alerte pertinent auprès des éleveurs (le seuil acceptable à viser étant supérieur à 80% pour les deux indicateurs). Comme l'avait déjà supposé de premières

études (Rousselière *et al.*, 2019), c'est la très grande variabilité intra individuelle d'un jour à l'autre dans les consommations d'eau et d'aliment des animaux sains qui a représenté un véritable obstacle à la détection précoce des diarrhées. Avec un coefficient de variation moyen autour de 40% pour ces consommations lors de la première semaine de post-sevrage, aucune discrimination entre animaux sains et malades n'a été possible par les méthodes d'apprentissage automatique. Les mauvaises performances d'apprentissage peuvent aussi être reliées à la surreprésentation des animaux sains dans la base de données d'apprentissage. Malgré les méthodes de rééquilibrage des effectifs sains et malades, les résultats obtenus avec la base de test ont été dégradés.

Pour éviter l'écueil des variations inter et intra-individuelles élevées, de nouvelles approches à l'échelle de la case seront réalisées, avec notamment la localisation des porcelets dans la case pour étudier la fréquentation ou non de certaines zones.

CONCLUSION

Les résultats ont montré que les consommations moyennes d'eau et d'aliment des porcs sains, exprimées en proportion du poids vif, n'étaient pas statistiquement différentes sur la période de post-sevrage selon leur catégorie de poids (lourd, moyen, léger). De plus, aucune différence significative n'a été observée entre la consommation moyenne d'eau des animaux sains et malades, ni le jour de l'observation de la diarrhée ni un et deux jours avant. En revanche, une différence significative a été notée entre la consommation alimentaire moyenne des

porcelets sains et malades du cinquième au huitième jour de post-sevrage, aussi bien le jour de l'observation de la diarrhée que 24 et 48 heures avant. Cependant, les méthodes d'apprentissage automatique n'ont pas permis d'obtenir un modèle permettant la détection précoce de la diarrhée avec une sensibilité et une spécificité, satisfaisantes pour un outil commercial sur le terrain (74 et 58 % respectivement). La raison de ces faibles résultats est la très grande variabilité inter et intra-individuelle de la consommation d'aliment par les animaux sains, ce qui complique fortement la discrimination des animaux diarrhéiques vis à vis des animaux sains. Pour les études futures, de nouveaux paramètres tels que la mesure automatique de la température corporelle ou la localisation des porcelets dans la case par analyse d'images pourraient améliorer les performances de ces méthodes. Si l'utilisation des données de quantité d'eau consommée ne semble pas pertinentes, le prochain objectif sera d'analyser le comportement d'abreuvement (horaires d'accès aux abreuvoirs, fréquence d'abreuvement...) qui a déjà donné des résultats intéressants dans d'autres études (Madsen et Kristensen, 2005 ; Jensen *et al.*, 2017).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le personnel de la station expérimentale de Romillé et les techniciens de l'Ifip : Lorena GIRRE, Delphine LOISEAU et Romain RICHARD. Cette étude fait partie du projet sino-européen HealthyLivestock, financé par le programme recherche et innovation H2020 de l'Union Européenne, sous le numéro d'agrément 773436.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alameer A., Kyriazakis I., Bacardit J., 2020. Automated recognition of postures and drinking behaviour for the detection of compromised health in pigs. *Sci. Rep.*, 10, 13665.
- Berckmans D., 2004. Automatic on-line monitoring of animals by precision livestock farming. In: F.Madec, G.Clement, ISPAIA (Eds), *Animal production in Europe: The way forward in a changing world*, 27-30. International Society for Animal Hygiene. Saint-Malo, France.
- Cornou C., Kristensen A.R., 2013. Use of information from monitoring and decision support systems in pig production: Collection, applications and expected benefits. *Livest. Sci.*, 157, 552-567.
- Ferran A.A., Toutain P.-L., Bousquet-Mélou A., 2011. Impact of early versus later fluoroquinolone treatment on the clinical; microbiological and resistance outcomes in a mouse-lung model of *Pasteurella multocida* infection. *Vet. Microbiol.*, 148, 292-297.
- Jensen D.B., Toft N., Kristensen A.R., 2017. A multivariate dynamic linear model for early warnings of diarrhea and pen fouling in slaughter pigs. *Comput. Electron. Agric.*, 135, 51-62.
- Lhermie G., Ferran A.A., Assié S., Cassard H., El Garch F., Schneider M., Woerhly F., Pacalin D., Delverdier M., Bousquet-Mélou A., Meyer G., 2016. Impact of timing and dosage of a fluoroquinolone treatment on the microbiological, pathological, and clinical outcomes of calves challenged with *mannheimia haemolytica*. *Front. Microbiol.*, 7, 237.
- Madsen T.N., Kristensen A.R., 2005. A model for monitoring the condition of young pigs by their drinking behaviour. *Comput. Electron. Agric.*, 48, 138-154.
- Marcon M., Rousselière Y., Hémonic A., 2018. Développement d'un dispositif de pesée individuelle et automatisée des porcelets en post-sevrage. *Journées Rech. Porcine*, 50, 243-244.
- Massabie P., Aubert C., Ménard J.L., Roy H., Boulestreau-Boulay A.L., Dubois A., Dezat E., Dennery G., Roussel P., Martineau C., Brunschwig P., Thomas J., Quilien J.P., Briand P., Coutant S., Fulbert L., Huneau T., Lowagie S., Magnière J.P., Nicoud M., Piroux D., Boudon A., 2013. Maîtrise des consommations d'eau en élevage : élaboration d'un référentiel, identification des moyens de réduction, construction d'une démarche de diagnostic. *Innov. Agron.*, 30, 87-101.
- Matthews S.G., Miller A.L., Clapp J., Plötz T., Kyriazakis I., 2016. Early detection of health and welfare compromises through automated detection of behavioural changes in pigs. *Vet. J.*, 217, 43-51.
- Miller A.L., Dalton H.A., Kanellos T., Kyriazakis I., 2019. How many pigs within a group need to be sick to lead to a diagnostic change in the group's behavior? *J. Anim. Sci.*, 97, 1956-1966.
- Mroz Z., Jongbloed A.W., Lenis N.P., Vreman K., 1995. Water in pig nutrition: physiology, allowances and environmental implications. *Nutr. Res. Rev.*, 8, 137-164.
- Rousselière Y., Hémonic A., Marcon M., 2016. Suivi individuel du comportement d'abreuvement du porcelet sevré. *Journ. Rech Porc.*, 48, 355-356.
- Rousselière Y., Hémonic A., Thomas J., Marcon M., 2019. Development of automata to improve individual management of health in pig production. In : *Precision Livestock Farming* (Eds), *Precision Livestock Farming '19*, 699-706. Precision Livestock Farming. Cork, Irlande.
- Rousselière Y., Hémonic A., Thomas J., Marcon M., 2020. Alimentation à volonté, individuelle et automatisée pour des porcelets en post-sevrage. *Journées Rech Porcine*, 52, 415-416.
- Rousselière Y., Hémonic A., Thomas J., Marcon M., 2020b. Analyse descriptive individuelle du comportement alimentaire, d'abreuvement et de la prise de poids journalière de porcelets sains logés en post-sevrage. *Journ. Rech Porc.*, 52, 323-324.