

Stage Mission S7

Quels sont les effets d'une situation de compétition alimentaire sur le comportement des truies gestantes en alimentation de précision ?

Abstract

Since few years, researchers from SysPorc team, INRAE St-Gilles (France), are working on precision feeding (PF). This new feeding strategy consists in distributing « the right amount of feed with the right composition at the right time to each sow in the herd » (inspired from Pomar *et al.*, 2009). Simulations indicated that PF reduced protein intake, feed costs and environmental losses compared to conventional feeding (CF) (Gaillard *et al.*, 2020b). The integration of environmental and behavioural data recorded by various sensors in animal breeding would allow to refine nutritional intake even more precisely. This report is presenting the effect of feeding competition on sow's behaviour. Sows were fed with PF and group-housed. During the feeding competition week (test week) one of the two feeders of the room was closed. We studied the effect of week (basic week – preceding test week vs. test week), parity (primiparous vs. multiparous) and ability to gain weight in basic week (inferior vs. superior of group median) on body weight (BW) and backfat thickness (BT) gain, injuries, activity, feeding behaviours and social behaviours. Social behaviour was recorded thanks to manual video analysis. Sow with inferior BW gain in basic week gained more BW and BT during test week than others. The BT gain and injury score decreased in test week compared to basic week. The number of non-feeding visit decreased in test week compared to basic week (2.49 vs. 4.68 visits/d). The number of feeding visits stayed constant between 1.00 and 1.15 visits/d. The time spent in the feeder for feeding visits increased in test week while it decreased for non-feeding visits compared to basic week (-13.3 min, $P < 0.04$). The time slot for feeding visits changed from 00:00-5:00 during the basic week to 00:00-11:00 during the test week. During test week, sows spent less time lying than during basic week (-5%, $P < 0.01$). They were more active from 6:00 am to 8:00 am, in test week. Week had no effect on the average time spent in each area of the room, but the sows changed areas more often during test week compared to basic week (99.3 vs. 83.9 changes/36 h, $P = 0.06$). During test week waiting time for feeder increased by almost 1h30 over 36 h ($P \leq 0.01$) and sleeping time decreased by 1h20 over 36h compared to basic week ($P \leq 0.01$). Sows expressed significantly more negative/associable behaviours (head butt, pushing, flight) during test week compared to basic week (22.3 vs. 6.9 negative behaviours in total over 36 h, $P \leq 0.01$). In summary, during test week the sows were more active and did less non-food visits than during basic week. Moreover, the sows expressed more negative behaviours during test week than basic week but did not appear to be more aggressive.

Résumé

Depuis quelques années, les chercheurs de l'équipe SysPorc, INRAE de St-Gilles (France), travaillent sur l'alimentation de précision (AP). Cette nouvelle stratégie d'alimentation consiste à donner "la bonne quantité d'aliment avec la bonne composition au bon moment à chaque animal du groupe" (inspiré de Pomar *et al.*, 2009). En truies gestantes, des simulations indiquent que l'AP permettrait de réduire l'apport en protéines, le coût alimentaire et les rejets environnementaux par rapport à une alimentation conventionnelle (AC) (Gaillard *et al.*, 2020b). L'intégration de données environnementales et comportementales enregistrées par différents capteurs en élevage permettrait d'affiner encore plus précisément les apports nutritionnels. Ce rapport étudie l'effet d'un test de compétition alimentaire sur le comportement de truies gestantes logées en groupe et nourries avec une AP. Le test de compétition alimentaire consistait à fermer un des deux distributeurs automatiques d'aliments (DAC) d'une salle de gestation pendant 5 jours (semaine de « test ») et été précédé d'une semaine sans test avec les deux DAC ouverts (semaine de « base »). Nous avons étudié l'effet de la semaine (base vs. test), de la parité (primipares vs. multipares) et de la catégorie de gain de poids en semaine de base (inférieur vs. supérieur à la médiane du groupe) sur le gain de poids et d'épaisseur de lard dorsal (ELD), les lésions corporelles, l'activité, le comportement alimentaire et le comportement social, enregistré par analyse vidéo. Les truies avec un gain de poids inférieur à la médiane en semaine de base ont un gain de poids et d'ELD plus important que les autres pendant la semaine de test. Le gain d'ELD et le score de lésion diminuent pendant la semaine de test. Le nombre de visites non-alimentaires diminue en semaine de test comparé à la semaine de base (4,68 contre 2,49 visites/j). Le nombre de visites alimentaires reste compris entre 1,00 et 1,15 visite/j. Les truies passent 13,3 min de moins au DAC en semaine test pour les visites non-alimentaires ($P < 0,04$). La plage horaire d'accès au DAC pour des visites alimentaires s'allonge de 00h00-5h00 en semaine de base à 00h00-11h00 en semaine de test. Les truies passent moins de temps couchées en semaine de test qu'en semaine de base (-5%, $P < 0,01$) et sont plus actives de 6h00 à 8h00. La semaine n'a pas d'effet sur le temps moyen passé dans chaque zone de la salle mais les truies ont tendance à changer plus souvent de zone en semaine de test (83,9 vs. 99,3 changements/36 h, $P = 0,06$). En semaine de test, le temps d'attente devant le DAC augmente de près d'1h30/36 h ($P \leq 0,01$), le temps de sommeil diminue d'1h20/36h ($P \leq 0,01$). Les truies expriment plus de comportements négatifs/associables (coups de tête, bousculades, fuites) en semaine de test (6,9 vs. 22,3 comportements négatifs au total/ 36h, $P \leq 0,01$). Pour conclure, durant la semaine de test : les truies sont plus actives et le nombre de visites non-alimentaires diminue, les truies expriment plus de comportements négatifs mais ne semblent pas plus agressives.

Abréviations

AC : Alimentation Conventiionnelle

AP : Alimentation de Précision

EEC : Evaluation de l'Etat Corporel

ELD : Epaisseur de lard dorsal

GMQ : Gain Moyen Quotidien

IFIP : Institut de la filière porcine

Lys DIS : Lysine digestible iléale standardisée

N : Azote

P : Phosphore

STTD-P : Digestibilité fécale standardisée du phosphore

Total-CA : Calcium total

1. Sommaire

1	Introduction.....	8
2	Bibliographie.....	2
2.1	Modèle nutritionnel et stratégie alimentaire	2
2.1.1	D'hier à aujourd'hui, les enjeux de l'alimentation des truies gestantes	2
2.1.2	Des premiers modèles de nutrition à l'alimentation de précision	2
2.1.3	Intérêts des nouvelles stratégies alimentaires	3
2.2	De nouvelles données à intégrer au modèle nutritionnel.....	4
2.2.1	Niveau d'activité physique	4
2.2.2	Comportement alimentaire et hiérarchie	4
2.2.3	Comportement social : l'agressivité des truies.....	5
3	Matériel et méthode	6
3.1	Protocole	6
3.1.1	Animaux, logement et alimentation.....	6
3.1.2	Tests de compétition alimentaire et calendrier	6
3.2	Collecte des données	6
3.2.1	Mesures brutes.....	6
3.2.2	Analyse de vidéos	7
3.2.3	Calculs.....	7
3.3	Traitement statistique :.....	8
4	Résultats et discussion.....	9
4.1	Etat général des truies	9
4.1.1	Gain de poids hebdomadaire	9
4.1.2	Gain d'ELD hebdomadaire	9
4.1.3	ECC.....	9
4.2	Comportement alimentaire	10
4.2.1	Nombre de visites.....	10
4.2.2	Temps journalier passé au DAC	10
4.2.3	Répartition journalière du nombre de visites.....	10
4.2.4	Répartition journalière temps de visites	11
4.3	Comportement social	11
4.3.1	Occupation de la salle, posture et activités.....	11
4.3.2	Activité d'investigation	12
4.3.3	Interactions avec les autres truies.....	13
	Conclusion.....	14
	Bibliographie	15
	Annexes.....	18

1 Introduction

L'alimentation de précision (**AP**), ou alimentation sur mesure, des truies est étudiée depuis 2017 au sein de l'équipe SysPorc de l'UMR PEGASE basée à Saint-Gilles, Ille-et-Vilaine, France. Cette stratégie alimentaire innovante vise à ajuster individuellement et quotidiennement les apports alimentaires aux besoins de chaque truie. Concrètement, chaque truie reçoit chaque jour au distributeur d'aliments concentrés (**DAC**) un mélange de deux aliments : un à forte teneur en lysine, environ 8 g de lysine digestible iléale standardisée (**Lys DIG**) /kg d'aliment, et l'autre à faible teneur, environ 3 g de Lys DIG/kg d'aliment. Des simulations et une récente étude à l'INRAE Saint-Gilles ont montré que l'AP permet de réduire l'ingestion de protéine entraînant une diminution du coût alimentaire et des rejets environnementaux (azote et phosphore), sans impact sur les performances de production (gain de poids) et reproduction (poids et taille de portée) des truies gestantes. Cette stratégie n'est pour le moment appliquée qu'en élevage expérimental. L'objectif à moyen terme est d'affiner le modèle nutritionnel sur lequel est basé l'AP, notamment par la prise en compte de données comportementales et environnementales enregistrées par différents capteurs disponibles en élevage.

L'objectif de ce rapport est d'étudier le comportement de truies gestantes, nourries en AP, en situation de compétition alimentaire. Ainsi, la problématique de ce rapport est :

Quels sont les effets d'une compétition alimentaire sur le comportement des truies gestantes en alimentation de précision ?

L'expérimentation mise en place pour répondre à cette problématique a impliqué deux bandes de truies gestantes, soit 32 truies au total. La compétition alimentaire a été provoquée en fermant l'accès à l'un des deux DAC de la salle de gestation durant une semaine. Les mesures prises au cours de cette semaine dite de « test » ont été comparées à celles de la semaine précédente, sans événement, dite « semaine de base ». Le poids, l'épaisseur de lard dorsal (**ELD**) et l'évaluation de l'état corporel (**EEC**) ont été mesurés chaque semaine en élevage. L'activité des truies et leurs passages au(x) DAC ont été collectés automatiquement grâce à des boucles auriculaires. Les interactions sociales, l'occupation des truies (observe, dort, investigue le sol, un objet ...), position ou déplacement (debout, assise, couchée ...) et leur localisation dans la salle (5 aires) durant les 36 premières heures de chacune de ces deux semaines ont été recueillis suite à une analyse manuelle et à posteriori de vidéos.

Ce rapport débute par une bibliographie présentant l'évolution des modèles nutritionnels et des stratégies alimentaires appliquées aux truies gestantes ces dernières années, puis les nouvelles données qui pourraient être intégrées au modèle nutritionnel afin d'en améliorer la précision. Ensuite, la partie matériel et méthode présente en détail le protocole expérimental, les données recueillies et leur traitement statistique. La troisième partie contient les résultats de l'effet de la semaine « test » sur l'état général des truies (gain de poids, d'ELD et EEC), leur comportement alimentaire (nombre, durée et répartition des visites alimentaires et non-alimentaires) et leur comportement social (temps et nombre de comportements positifs et négatifs), accompagnés d'une discussion.

Tableau 1: Evolution de 1980 à 2016 des performances de reproduction des truies, en France.

Source : IFIP, 2016 et 2017.

Année	1980	2016		
	Moyenne	Moyenne	10 % meilleures	1 % meilleures
Nombre d'élevages	8680	1327	132	13,0
Nombre de truies /élevage	49	262	393	361
Nombre de nés totaux /portée	10,7	14,8	15,5	16,8
Nombre de nés vivants /portée	10,2	13,7	14,5	15,6
Nombre de sevrés /portée	8,90	11,8	12,8	13,7
Nombre de portées /an	2,28	2,49	2,54	2,54
GMQ portée, kg/j	1,80	2,80	3,00	3,10
Porcelets sevrés /truie /an	20,2	29,4	32,7	34,8

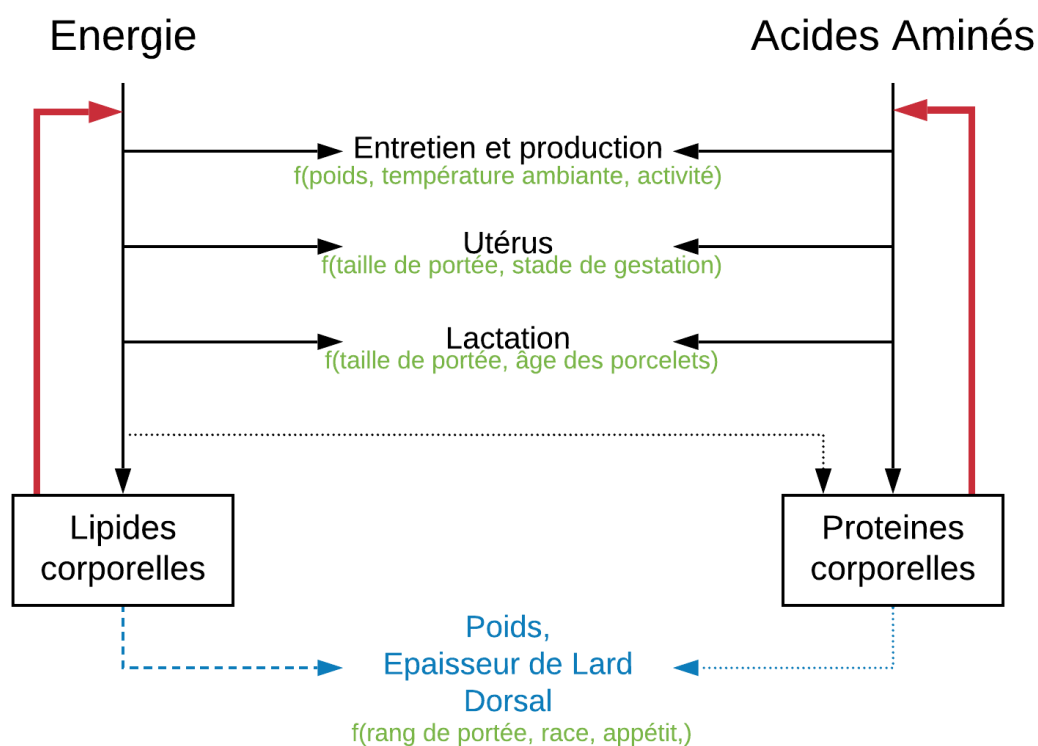


Figure 1: Schéma des paramètres pris en compte dans le modèle nutritionnels des truies gestantes

Source : Dourmad et al., 2008.

2 Bibliographie

Cette bibliographie présente l'évolution des modèles nutritionnels utilisés pour calculer les besoins des truies gestantes, les liens connus entre comportement et besoins nutritionnels, ainsi que les méthodes de collecte de ces comportements.

2.1 Modèle nutritionnel et stratégie alimentaire

2.1.1 D'hier à aujourd'hui, les enjeux de l'alimentation des truies gestantes

A partir des années 1980, le premier enjeu de l'alimentation des truies a été d'accompagner les évolutions dues à la sélection génétique orientée vers l'amélioration de la prolificité afin d'augmenter la rentabilité des élevages. En effet, de 1980 à aujourd'hui, les performances de reproduction et d'allaitement des truies se sont fortement améliorées (Tableau 1). Le nombre de porcelets nés vivants par portée a augmenté de 4,1 porcelets avec de meilleures performances de croissance (+ 1 kg/j) (Dourmad, 2019). De nouvelles matières premières, comme le soja, et de nouveaux modes de conservation, tels que les silos de maïs grain humide, ont été utilisés afin de minimiser le coût alimentaire.

Par ailleurs, la réglementation européenne de 2013 pour la protection des truies a imposé qu'elles soient logées en groupe et libres, permettant ainsi l'expression de leur comportement. Ainsi, les bâtiments ont dû être modifiés et les modes de distribution des aliments ont évolué vers des systèmes automatisés. Bien que coûteux, les DAC facilitent le travail de l'éleveur et la conduite de l'alimentation dans de nombreux élevages. Les DAC permettent aussi une individualisation des rations.

A l'avenir, les stratégies alimentaires appliquées devront encore plus intégrer le bien-être animal et chercher à réduire les rejets environnementaux afin de répondre aux attentes sociétales (Dourmad, 2019).

2.1.2 Des premiers modèles de nutrition à l'alimentation de précision

A l'échelle de la truie, l'alimentation permet l'apport de nutriments nécessaire au maintien de son état corporel, aux besoins des fœtus et de l'utérus, ou de la lactation (Figure 1). Le contrôle de la satisfaction des besoins se fait par des observations objectives de l'état corporel de la truie, par exemple via des pesées et des mesures d'épaisseur de lard dorsal (Dourmad, 2019).

La première étape pour construire un modèle de nutrition est d'évaluer les besoins des animaux et les valeurs nutritionnelles des aliments, et de les exprimer dans la même unité (van Milgen *et al.*, 2008). Ces unités rendent compte que l'utilisation des nutriments par l'animal est le résultat d'une interaction entre l'aliment et l'animal. Cette interaction s'illustre par exemple par l'existence de deux valeurs de digestibilité de l'énergie pour un même aliment: une pour le porc en croissance et une pour la truie (Noblet *et al.*, 2002).

Les premiers modèles de prédiction des besoins des porcs en énergie, acides aminés et minéraux sont apparus dans les années 1990, notamment avec le développement des outils informatiques et des approches factorielles pour estimer les besoins (Dourmad, 2019).

En 2008, Dourmad *et al.* ont élaboré le modèle InraPorc, aujourd'hui majoritairement utilisé en France pour évaluer les stratégies alimentaires et pour la formulation d'aliments. Il s'agit d'un logiciel qui utilise un modèle mathématique dynamique prenant en compte les interactions entre l'aliment et l'animal ainsi que le statut physiologique de la truie (en gestation ou en lactation) (Figure 2). Il permet le calcul d'une ration pour un animal moyen au sein d'un groupe. Nous nommerons cette stratégie « **Alimentation Conventiionnelle** » (**AC**) dans la suite ce rapport.

L'étude de la variation individuelle des besoins au cours de la gestation (Gaillard *et al.*, 2019) a montré que certaines caractéristiques propres à l'animal comme le rang de portée, mais aussi la semaine de gestation et les performances reproductives (nombre de porcelets et taille de la portée) doivent être pris en compte dans le calcul des besoins nutritionnels (Tableau 2). Par exemple, les besoins en Lys DIS et en phosphore (digestibilité fécale standardisée du phosphore, **STDP**) augmentent fortement dans le dernier tiers de la gestation et sont plus importants pour les primipares que pour les multipares (Gaillard *et al.*, 2020b).

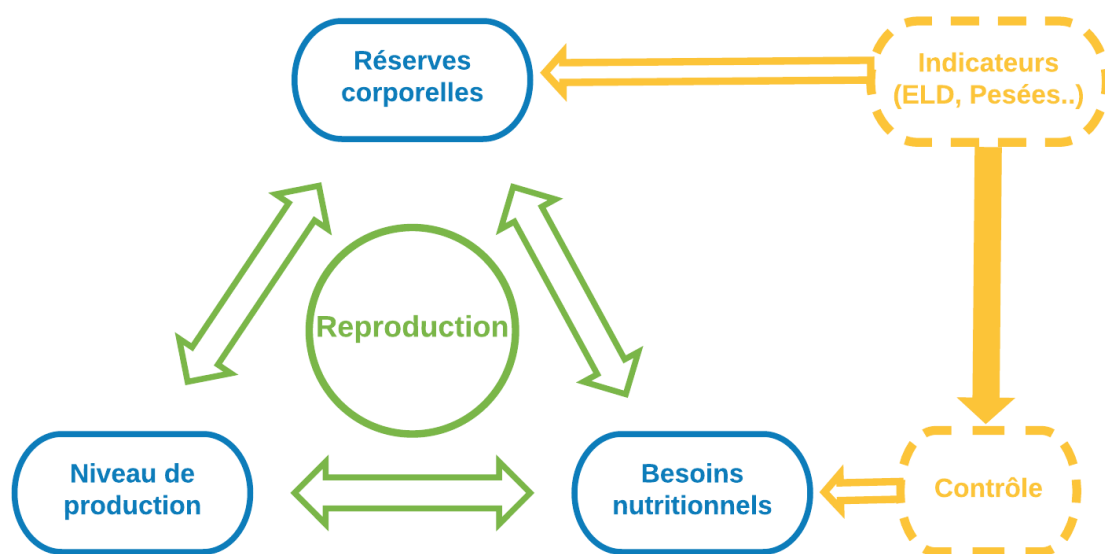


Figure 2 : Modélisation des facteurs de variation des besoins et de l'utilisation des nutriments chez la truie gestante et allaitante.

Source : Dourmad et al., 2008.

Tableau 2 : Synthèse des effets de la taille de la portée, de la semaine de gestation et du rang de portée sur les besoins en énergie, lysine, P et Ca.

Source : Gaillard et al., 2019

Besoins en nutriments	Taille de portée	Semaine de gestation (S)	Rang de portée
EM	↗	↗	↗
Lys DIS	↗	S 1 à 6 : ↗ S 7 à 10 : stable S 11 à 17 : ↗	↘
STTD-P et Total-CA	↗	A partir de S 9 : ↗	↘

Légende :

S : Semaine

↗ : augmentation

EM : Energie métabolisable

Lys DIS : lysine digestible iléale standardisée

STTD-P : digestibilité fécale standardisée du phosphore (standardized total tract digestibility)

Total-CA : calcium total

En 2017, Dourmad *et al.* ont amélioré le modèle InraPorc afin de développer de nouvelles stratégies d'alimentation comme l'alimentation multiphase, prenant en compte le stade physiologique de l'animal, mais aussi **l'alimentation de précision (AP)** basée sur les besoins individuels variant au cours d'un stade physiologique. L'AP peut être définie comme « le développement des techniques d'alimentation qui permettent l'apport de la bonne quantité et de la bonne composition d'aliment, au bon moment, pour chaque animal » (Pomar *et al.*, 2009). L'objectif de l'AP est donc de prendre en compte la variabilité des besoins en nutriments existante entre truies, et au cours de la gestation (Dourmad *et al.*, 2008 ; NRC, 2012).

2.1.3 Intérêts des nouvelles stratégies alimentaires

Un ajustement des apports nutritionnels, que ce soit uniquement par rapport au stade physiologique, avec l'alimentation multi-phases, ou par rapport à l'individu avec l'AP, permet une réduction des rejets d'azote (**N**), de phosphore (**P**), du coût alimentaire et du nombre de truies sur- ou sous-alimentées. Le tableau 3 synthétise les bénéfices environnementaux et économiques de l'AP et le l'alimentation multi-phases.

Rejets environnementaux. Une expérimentation de Monteiro *et al.* (2015), en porcs à l'engraissement, comparant la formulation standard brésilienne à une alimentation multi-phases (4 phases), calculée à partir du modèle InraPorc, montre que l'alimentation multiphase permet de réduire l'excrétion d'azote (-25 %). Une autre expérimentation de Pomar *et al.* (2009), comparant l'AP à l'AC en porcs à l'engraissement, montre une réduction de 25 % des apports en N et de 29 % en P pour les porcs en AP. L'excrétion de N et P est réduite de 36 % pour les porcs en AP. Une expérimentation de Brossard *et al.* (2020), comparant aussi l'AP à l'AC avec des porcs à l'engraissement, présente des résultats plus faible. L'apport de N est réduit de 8,8 % et son excrétion de 14,4 % pour les porcs en AP. La simulation de Gaillard *et al.* (2020b), sur des truies gestantes, comparant l'AP à l'AC, prévoit une réduction de 11 et 13,8% des apports en azote et en phosphore respectivement, et une réduction des rejets en azote et phosphore de 16,7 % et 15,4 % respectivement, pour les truies en AP.

Ingestion de lysine et satisfaction des besoins. Monteiro *et al.* (2015), dans son expérimentation sur l'alimentation multi-phase en porcs à l'engraissement, a constaté une réduction de la quantité de lysine ingérée par rapport à une alimentation standard (-8,1 % pour la première phase à -22 % pour la dernière). L'expérimentation de Brossard *et al.* (2020), comparant l'AP à l'AC pour les porcs à l'engraissement, montre une réduction de 10,8 % des apports en lysine pendant la période de croissance grâce à l'AP. Selon une simulation de Gaillard *et al.* (2019), sur les truies gestantes, l'AP permettrait également de réduire de 27 % l'apport en lysine digestible. De plus, l'AP permettrait de satisfaire les besoins d'un plus grand nombre de truies, en limitant le nombre de truies sur- ou sous-alimentées, particulièrement chez les primipares (Figure 3).

Coûts d'alimentation. L'expérimentation de Monteiro *et al.* (2015) a montré une réduction du coût alimentaire grâce à l'alimentation multi-phases de 6,8%, en porcs à l'engraissement. Celle de Pomar *et al.* (2009) montre une réduction de 4,6 % du coût alimentaire en AP en porc à l'engraissement. Selon la simulation de Gaillard *et al.* (2020b) l'AP permettrait une réduction de 3,8 % du coût alimentaire en truies gestantes. Selon une expérimentation de Cloutier *et al.* (2019), comparant l'AP à l'AC pour les truies gestantes, l'AP permettrait une réduction de 2 € du coût d'alimentation par truie par an. Toutefois, ces améliorations du coût d'alimentation ne prennent pas en compte l'investissement matériel nécessaire pour assurer la distribution des mélanges en AP.

Performances de reproduction et comportement alimentaire. Selon des résultats expérimentaux préliminaires en truies gestantes, l'AP n'a pas d'effet sur les performances de reproduction (poids de portée, nombre total de porcelets et de mort-nés). L'AP permettrait un meilleur taux de survie des porcelets à la mise-bas chez les nullipares, selon Cloutier *et al.* (2019), potentiellement grâce à une meilleure couverture des besoins

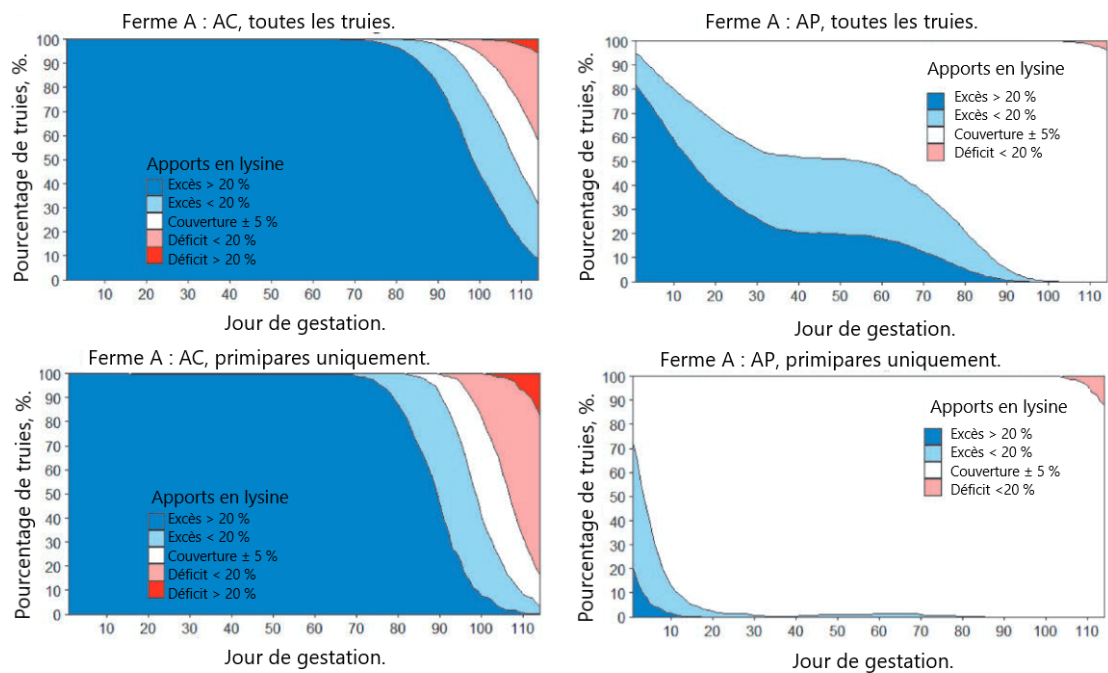


Figure 3: Proportion de truies gestantes sur et sous-alimentées en lysine, en AP (à droite) et AC (à gauche) pour toutes les truies (en haut) ou les primipares seulement (en bas)

Source : Gaillard et al., 2020b

Tableau 3 : Synthèse des bénéfices environnementaux et économiques de l'AP et de l'alimentation multi-phases en truies gestantes et porcs à l'engraissement, comparé à une alimentation standard

Source : création de l'auteur à partir des articles cités.

Expérimentation	Monteiro et al. (2015)	Gaillard et al. (2020b)	Pomar et al. (2009)	Brossard et al. (2020)
Comparaison	Multi-phases vs. Standard	AP vs.AC	AP vs.AC	AP vs.AC
Animaux	Porcs engraissement	Truies gestantes	Porcs engraissement	Porcs engraissement, phase de croissance.
Formulation				
Ingestion lysine	-8,1 à -22 % selon phase			-10,8 %
Coût alimentaire	-6,8 %	-3,8 %	-4,6 %	
Rejets environnementaux				
Apport N	-15,8 %	-11 %	-25 %	-8,8 %
Apport P	-9,42 %	-13,8 %	-29 %	
Excrétion N	-24,9 %	-16,7 %	-36 %	-14,4 %
Excrétion P	-14,6 %	-15,4 %		

en acides aminés en fin de gestation. L'AP ne semble pas avoir d'effet sur le comportement alimentaire des truies (Gaillard *et al.*, et 2021).

En pratique. La mise en place d'une AP nécessite plusieurs silos et lignes de distribution, ainsi que l'achat de DAC permettant le mélange de deux aliments. La distribution se fait en mélangeant en proportions variables quotidiennement et pour chaque truie deux aliments différents par leur composition nutritionnelle. Par exemple, dans l'expérimentation de 2019-2020 de Gaillard *et al.* (2021), l'AP est composée d'un mélange variable d'un aliment riche en lysine et un aliment plus pauvre en lysine à respectivement 8,5 g et 3,3 g de Lys DIS / kg d'aliment.

L'AP permet donc une réduction des rejets environnementaux (N et P) et du coût alimentaire avec une meilleure satisfaction des besoins des truies. Elle n'a pas d'impact négatif sur les performances de reproduction et sur le comportement alimentaire des truies. Une prédiction encore plus fine des besoins nutritionnels des truies est envisageable en intégrant à ce modèle des données environnementales et comportementales (fréquentation du DAC et quantités ingérées, activité, agressivité...) disponibles grâce au développement des capteurs en élevage (Gaillard *et al.*, 2020a).

2.2 De nouvelles données à intégrer au modèle nutritionnel

Le comportement des truies influence leurs besoins nutritionnels. Par exemple, une truie en position debout a un besoin en énergie double par rapport à une truie couchée (van Milgen *et al.*, 2008). Cette deuxième partie de bibliographie, se focalise sur des comportements spécifiques (activité, comportement alimentaire et comportement social) étudiés par la suite en expérimentation au cours du stage. Elle présente les techniques disponibles pour identifier et/ou quantifier ces comportements ainsi que leurs effets sur les besoins nutritionnels des truies.

2.2.1 Niveau d'activité physique

Le niveau d'activité physique des truies dépend de nombreux critères : de l'individu, du mode de logement, de la température, etc. Dans le modèle InraPorc de 2008, par manque de données individuelles d'activité, l'activité renseignée a été estimée à 240 minutes passées debout par truie par jour. La position debout représente un coût énergétique doublé par rapport à la position couchée, il serait donc pertinent de pouvoir l'évaluer individuellement et quotidiennement.

Les capteurs de mesure de l'activité des truies peuvent être de 3 types : les capteurs de pressions, les accéléromètres et les caméras avec analyse de vidéo. Un système de capteur de pression collé sous la truie a été expérimenté par Oliviero *et al.* (2008), sur des truies bloquées en cage de mise bas et permettait d'identifier la position « debout » ou « couchée » de la truie. Des capteurs sous forme de boucle d'oreille contiennent un accéléromètre et permettent de mesurer le nombre de mouvements par heure pour les différentes postures (« couchée », « debout » et « marche ») avec une bonne fiabilité (Cornou et Lundbye-Christensen, 2012). Enfin, Yang *et al.*, 2020 ont mis au point un logiciel de reconnaissance et d'analyse vidéo qui permet d'estimer de manière assez fiable l'activité de chaque animal. Il a été testé sur des truies en lactation et a permis de mesurer le temps passé pour différentes activités : inactif, allaitement, alimentation, abreuvement, avec une fiabilité supérieure à 88 %.

2.2.2 Comportement alimentaire et hiérarchie

L'étude du comportement alimentaire (nombre de visites, temps passé au DAC) permettrait de déterminer la hiérarchie au sein d'un groupe de truies. La dépense énergétique pour l'accès au DAC dépend de ces facteurs.

Paramètres d'utilisation du DAC. Les systèmes de distribution automatiques, tels que le DAC, permettent de mesurer automatiquement le nombre de visites journalières, leurs durées et la quantité d'aliment distribuée par visite.

Ces paramètres peuvent varier selon le régime alimentaire. Gaillard *et al.* (2020) ont montré que le temps journalier passé au DAC augmentait au cours de la gestation pour les truies en AP tandis qu'elle reste stable pour les truies en AC. Ces paramètres sur l'utilisation du DAC peuvent aussi être liés à la hiérarchie sociale au sein du groupe. Les dominants réalisent plus de visites au DAC (Andersen *et al.*, 1999 ; Kranendonk *et al.*, 2007), principalement non alimentaires. Ils font plus de repas, en moindre quantité et y consacrent plus de temps (Place *et al.*, 1995).

Ordre d'accès au DAC. L'utilisation de l'ordre d'accès au DAC pour déterminer la hiérarchie est encore discutée. Hunter *et al.* (1988) et Barnett *et al.* (2001) montrent que les animaux subordonnés ont tendance à être agressés et ont accès plus tardivement au DAC que les dominants, à l'origine des agressions. Toutefois, Parent *et al.* (2012) n'ont pas pu prouver que l'ordre d'accès au DAC était un moyen fiable de mesurer les rangs hiérarchiques des truies.

Faciliter la détermination de la hiérarchie. La hiérarchie au sein d'un groupe de truies peut être mesurée selon divers tests. Ils reposent tous sur la mise en compétition de deux animaux ou plus pour une ressource alimentaire. Ces tests impliquent donc de déplacer les truies, ce qui est chronophage et potentiellement dangereux pour les animaux et les intervenants. L'observation de l'utilisation du DAC par les truies pourraient être un moyen plus simple d'étudier la hiérarchie. Il ne semble pas y avoir de références actuellement rapportant et quantifiant l'effet de la hiérarchie sur les besoins nutritionnels. Il serait intéressant d'explorer le lien entre activité, comportement alimentaire et hiérarchie afin d'affiner le modèle nutritionnel de l'AP.

2.2.3 Comportement social : l'agressivité des truies

Aggressivité liée à la compétition alimentaire. Durant la période de gestation, les truies sont logées en groupes et libres, dans le respect de la réglementation européenne de 2013. Elles sont alors rationnées afin d'éviter une surcharge pondérale dont les risques sont une augmentation des boiteries et des mises bas plus longues qui affectent la survie des porcelets (Dourmad *et al.*, 1996). Cette restriction alimentaire engendre une compétition dans la zone de distribution de l'alimentation, caractérisée par une agressivité entre truies et des tentatives de vols de rations, particulièrement en cas de distribution groupée à l'auge.

La distribution de l'aliment via un système de DAC constitue un moyen de limiter la compétition alimentaire puisque chaque truie reçoit une alimentation individualisée, adaptée à ses besoins, sans risque de vol de sa ration (Meunier-Salaün *et al.*, 2007). Le ratio « nombre de truies par DAC » a donc une forte influence sur le niveau de compétition alimentaire. Wavreille *et al.* (2009) recommandent un maximum de 52 truies par DAC, sur la base d'un temps d'ingestion de 118 g /min et d'une occupation du DAC 20 h/24. Barnett *et al.* (2001) évoquent le caractère défavorable d'un seul accès à l'alimentation car le temps d'attente augmente, favorisant les agressions.

Vers l'automatisation de la détection des comportements agressifs. La bibliographie sur le comportement social des truies s'intéresse très majoritairement aux comportements agressifs, certainement car ils sont facilement identifiables et sans équivoques. On peut supposer que l'agressivité entre truies influence leur niveau d'activité donc leurs besoins alimentaires, d'où le potentiel intérêt de la prendre en compte dans le nouveau modèle nutritionnel de l'AP. Prunier *et al.* (2020) travaillent actuellement sur un projet de machine learning, dont l'objectif est de détecter les agressions à partir des données d'accéléromètres portés à l'oreille des porcs.

Les paramètres de vocalisation (durée, répartition, fréquence) étant spécifiques aux situations et aux émotions des porcs (Briefer, 2012), des systèmes de reconnaissance sonore permettent par exemple de détecter les cris de douleur des porcelets (Schön *et al.*, 2004). On peut donc facilement imaginer d'ici quelques années le développement de technologies permettant de déterminer l'occurrence des comportements agressifs à partir d'enregistrements sonores.

L'analyse d'images pourrait permettre de classer les comportements agressifs selon le degré d'agressivité (Chen *et al.*, 2017) et ainsi gagner en précision sur l'estimation de la dépense énergétique liée à ce comportement. Lee *et al.* (2016) ont développé un système de détection des agressions (précision de 95,7%) qui permet une reconnaissance des comportements, comme les coups de tête ou les poursuites, à faible coût.



Figure 4: Photographie d'une truie marquée à la peinture, ici la A. Source : personnelle.

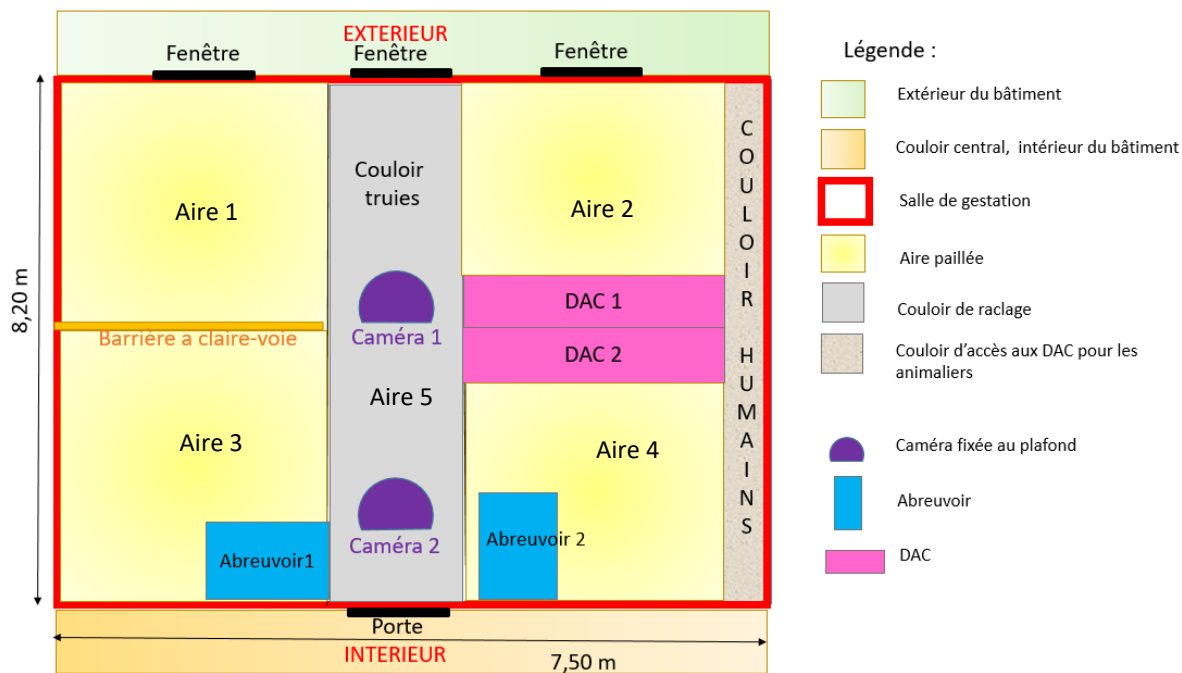


Figure 5 : Plan d'une salle de gestation et de ses équipements. Source : personnelle.

Année 2020	Juillet		Août				Septembre				Octobre	
Semaine	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Tâche / Test												
Marquage et boucles d'oreille	Bande 1			Bande 2								
Insémination		Bande 1			Bande 2							
Transfert en salle de gestation		Bande 1			Bande 2							
Test A : Hiérarchie		Bande 1	Bande 1		Bande 2	Bande 2						
Situation Basale 1				Bande 1	Bande 1	Bande 1	Bande 2					
Test B : Compétition alimentaire 1							Bande 1	Bande 2				
Situation Basale 2								Bande 1	Bande 2	Bande 1	Bande 1&2	
Test B : Compétition alimentaire 2									Bande 1	Bande 2		
Test C : Stress Auditif												Bande 1&2

Légende :

 Période visionnée avec Observer Période d'expérimentation sur la compétition alimentaire

Figure 6 : Calendrier des expérimentations. Source : personnelle.

3 Matériel et méthode

3.1 Protocole

3.1.1 Animaux, logement et alimentation

Animaux. L'expérimentation a porté sur deux bandes de 17 et 15 truies gestantes (respectivement « Bande 1 » et « Bande 2 »). Il n'y a pas eu d'introduction de nouveaux animaux après l'insémination. Il s'agit de truies croisées Large White x Landrace. Parmi ces 32 truies, il y avait 8 primipares également réparties au sein des bandes. En amont de l'expérimentation, les truies ont été bouclées à l'oreille avec trois capteurs : un capteur d'activité (accéléromètre), un capteur permettant leur reconnaissance au DAC et un autre pour l'abreuvoir. Chaque lundi, les truies étaient taguées d'une lettre sur leur dos à l'aide d'une bombe de peinture adaptée (non sensible à l'humidité et non toxique) et d'un pochoir (Figure 4). Cette lettre a été attribuée de manière aléatoire et restait la même durant toute l'expérimentation. Le marquage avait pour but de permettre l'observation de la truie via les caméras placées au plafond des salles.

Logement. Chaque bande était logée dans une salle de 8,2x7,5 mètres, avec des zones paillées chaque jour. Chaque salle était équipée de deux DAC (marque Gestal, Canada), de deux abreuvoirs automatiques (marque Asserva, France), et de deux caméras (marque Ro-main, Canada) filmant les truies en continu (Figure 5). La lumière était allumée 24h/24h les jours d'expérimentations pour permettre une bonne qualité de vidéo et la visibilité du marquage des truies.

Alimentation. Les truies ont été nourries suivant une stratégie d'alimentation de précision (AP), c'est-à-dire avec un rationnement calculé individuellement et quotidiennement, suivant le modèle InraPorc (cf. III. Bibliographie). L'aliment à forte teneur en lysine contient 8,5 g de Lys DIG/kg d'aliment et celui à faible teneur 3,3 g de Lys DIG/kg d'aliment. Les deux aliments ont été formulés pour avoir la même valeur d'énergie métabolisable de 13,14 MJ/kg.

3.1.2 Tests de compétition alimentaire et calendrier

Tests de compétition alimentaire. Le test de compétition alimentaire consistait à fermer un des deux DAC accessible aux truies d'une même bande du lundi midi au vendredi midi. Ce test a été répété deux fois, lors du premier test c'est le DAC coté porte qui a été condamné, puis l'autre DAC lors du deuxième test. Ce dernier ne fera pas partie de nos résultats faute de temps pour l'analyse des vidéos. Chaque semaine de test était précédé d'une semaine sans test de même durée afin de recueillir les données d'une situation dite « de base » dans le but de comparer les changements de comportements entre ces deux semaines.

Calendrier. Les deux tests de compétition alimentaire étaient intégrés à une expérimentation de plusieurs semaines, comportant également l'étude de la mise en place de la hiérarchie lors de l'entrée en salle de gestation, et un test de stress auditif. Les tests de compétition alimentaire ont eu lieu entre la 3^{ème} et la 5^{ème} semaine de gestation des truies pour la première bande, et la 1^{er} et la 3^{ème} pour la deuxième bande, suivant le planning de la figure 6.

3.2 Collecte des données

3.2.1 Mesures brutes

Poids et ELD. Chaque lundi matin, les truies étaient pesées et leur épaisseur de la lard dorsal (**ELD**) mesurée. Le poids était relevé suite à leur passage et contention dans une balance. En parallèle, l'EPL était mesuré en arrière de la dernière cote, à 3 cm de la colonne vertébrale, de chaque côté du dos.

Evaluation de l'état corporel (EEC). Il s'agit d'une observation visuelle de l'animal, suivant une grille (Figure 7) inspirée du protocole Welfare Quality (2009). L'objectif de cette grille est de caractériser l'état général de la truie (abcès, boiterie, pathologie respiratoire, morsure de la queue et/ou de la vulve), et de compter et caractériser la sévérité des nouvelles atteintes (souvent liées à des bagarres).

FICHE ETAT CORPOREL (EEC)

DATE :	MARQUAGE :	
BANDE :	ANIMAL ID :	
SALLE :	ORDRE PASSAGE # :	

Misère Physiologique	Présence :		Absence :	
Bursites	Note 0 :	Note 1 :	Note 2 :	Note 3 :
Propreté (% sale)				
Queue mordue	Note 0 :	Note 1 :	Note 2 :	
Boiterie	Note 0 :	Note 1 :	Note 2 :	Note 3 :
Pb Respiratoires	Pumping :	groin tordu :		
Prolapsus rectal	Présence :		Absence :	
Oreilles déformées	Présence :		Absence :	
Abcès	Présence :		Absence :	
Etat de peau	Note 1:	Note 2:		
Ruptures/hernies	Note 2:			

Plaies	Zone	Griffures	Lésions	Autres
Côté G	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Côté D	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

Figure 7: Grille de notation de l'EEC, inspirée du protocole Welfare Quality (2009),

Tableau 4: Explication de l'éthogramme. Source :personnelle.

Comportement	Description-Observation attendue
Position	
Assise	Poitrail décollé du sol, en appuis sur son arrière-main .
Couchée	Poitrail et arrière-main touchant le sol.
Debout immobile	Debout, sans mouvement pendant plus d'une minute.
Debout piétine	Debout, active.
Debout court	Debout, court.
Occupation	
Mange	Enfermée dans le DAC
Boit	Tête dans l'abreuvoir
Investigue le DAC	Sent, donne des coups de tête dans le DAC
Investigue le sol	Tête vers le sol, groin qui gratte le sol
Gratte le sol	Gratte le sol avec un antérieur
Se frotte	Se frotte le corps à un objet
Observe	Tête et/ou oreilles qui bougent, attentive à son environnement
Dort	Couchée les yeux fermés, si non visible : couchée immobile depuis plus de cinq minutes.
Comportement Social	
Seule	Pas de contact physique ou d'interaction avec une autres truie
Dort avec	Couchée avec une partie du corps touchant une autre truie
Groin à groin avec	Groin qui touche/sent la tête/les oreilles d'une autre truie
Sent	Groin qui touche/sent le corps d'une autre truie (autre que la tête)
Coup de tête	Donne un coup de tête à une autre truie, mouvement énergétique.
Pousse	Pousse avec son corps une autre truie, la force à se déplacer.
Mord	Ouvre la bouche pour mordre ou mord une autre truie.
Menace	Tête dirigée vers le sol, dans une attitude d'intimidation.
Attaque	Se jette sur une truie avec une attitude négative par le suite
Reçoit du positif	Reçoit un comportement positif d'une autre truie
Reçoit du négatif	Reçoit un comportement négatif d'une autre truie
Fuit	Se déplace pour ne pas subir une attitude négative
Légende	
	Comportement négatif/associable
	Comportement positif/sociable

On distingue donc les griffures, atteinte au niveau de la peau, des lésions, atteinte au niveau des muscles. Une atteinte en « 1L » est inférieure à 5 cm, « 5L » est supérieure à 5 cm et « 16 L » est sanglante.

Activité physique. Les capteurs d'activité (boucles auriculaires) permettent de recueillir automatiquement pour chaque heure et chaque truie, le temps passé, en minutes pour les différentes positions : « debout immobile », « en marche » et « couchée ».

Comportement alimentaire. Pour chaque truie et chaque visite, l'heure d'entrée et de sortie ainsi que la quantité d'aliment consommée lors d'une visite sont enregistrées par le DAC.

3.2.2 Analyse de vidéos

Les vidéos ont été visionnées et annotées manuellement grâce au logiciel The Observer XT 14. Ce logiciel permet de relever l'horaire et la durée de chaque comportement identifié. Les comportements observés sont définis dans l'**éthogramme** (Tableau 4). Cet éthogramme relève la localisation de l'animal dans la salle (5 aires), la posture (couchée, assise, debout immobile, debout piétine et debout marche), l'activité (dort, observe, investit le DAC, le sol ...) et le comportement social (donne un coup de tête, sent le groin, dort collé à, pousse, mord, fuit ...) de chaque truie. Les 36 premières heures de vidéo de la première semaine « base » et de la première semaine « test » ont été visionnées. Nous nous sommes limités aux 36 premières heures car chaque truie a été observée individuellement : trois heures sont nécessaires pour visionner 36 heures de vidéos pour une truie. Le relevé du comportement des truies a donc nécessité environ 190 heures de travail.

3.2.3 Calculs

Calculs Poids et ELD. Nous avons calculé les gains de poids et d'ELD durant la semaine de base et durant la semaine test de compétition alimentaire. Ils ont été calculés comme suit :

Gain semaine de base = mesure du lundi en semaine de test – mesure du lundi en semaine de base

Gain semaine de compétition = mesure du lundi la semaine suivant celle de test – mesure du lundi en semaine de compétition

Deux groupes, « inf » et « sup », ont été formés selon le schéma de la figure 8, afin de catégoriser les truies selon leur gain de poids en semaine de base. Les truies du groupe « inf » ont un gain de poids inférieur ou égal à la médiane (4kg) et celles du groupe « sup » ont un gain de poids supérieur à la médiane.

Calcul score d'EEC. A partir des notations de la grille d'évaluation de l'état corporel (Figure 7), un score a été calculé afin de comparer les truies entre elles et au cours du temps. Ainsi, un coefficient a été attribué à chaque groupe de griffure/lésion (1L = coefficient 1, 5L = coefficient 2 et 16L = coefficient 3) et multiplié par le nombre d'occurrences de ces griffures/lésions, pour chacune des 3 zones de l'animal (l'avant main = tête + oreilles + épaules, milieu = dos + flancs, arrière main = croupe + postérieurs). On obtient ainsi 3 notes pour un côté de l'animal. La note globale correspond à la moyenne de ces 6 notes.

Calcul des temps d'activité. Les données recueillies grâce aux capteurs d'activités du lundi midi au mercredi midi ont nécessité un nettoyage manuel approfondi avant l'analyse statistique. En effet, seulement 22 capteurs ont fonctionné lors de la semaine de base et 28 lors de la semaine de test. Pour chaque heure, les capteurs renvoient automatiquement la somme du temps passé (en min) « debout en mouvement », « debout immobile » et « couché ». La somme en minutes du temps consacré à chacune de ces modalités durant les 48 premières heures (du lundi 12h00 au mercredi 11h59) a également été calculée.

Calculs à partir des données du DAC. Les données enregistrées par le DAC ont été collectées et nettoyées du mardi 00h00 au mercredi 23 h 59. Ces visites au DAC ont été catégorisées comme suit :

- visite alimentaire : la truie entre dans le DAC et une certaine quantité d'aliment est distribuée,
- visite non-alimentaire : la truie entre dans le DAC mais aucun aliment n'est distribué, car elle a déjà consommé sa ration journalière.

Gain de poids
hebdomadaire en
semaine de base

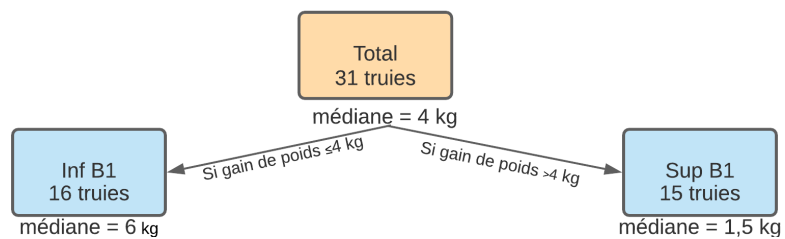


Figure 8 : Arbre de décision pour la formation des groupes de truies basés sur le gain de poids en semaine de base. Source : personnelle.

Le total des visites au DAC chaque jour est la somme des visites alimentaires et non-alimentaires. Pour ces deux types de visites, nous avons également calculé leur durée, en minute. Le temps journalier passé au DAC a ensuite été calculé comme étant la somme de ces durées.

Calculs à partir des comportements observés. A partir des comportements issus de l'analyse vidéo, nous avons calculé :

- le temps passé dans chacune des 5 aires sur les 36 heures observées, pour chaque truie et chaque semaine
- le nombre de changement d'aire sur les 36 heures observées, pour chaque truie et chaque semaine
- le temps passé pour les 4 occupations auquel les truies consacrent le plus de temps (dormir, observer, investiguer le sol et investiguer le DAC) sur les 36 heures observées, pour chaque truie et chaque semaine
- le temps passé à exprimer des comportements sociaux négatif vs. positifs (tableau 4) sur les 36 heures observées, pour chaque truie et chaque semaine. De plus, le temps passé à exprimer des comportements positifs/sociables excluant « dort avec » a été calculé pour ne garder que le temps où la truie est active puisque le « dort avec » n'est appliqué que lorsque la truie est couchée. Ceci pour faciliter la comparaison avec le temps de comportements négatif.
- Le nombre total de comportements sociaux négatif vs. positifs, exprimé sur 36h pour chaque truie.

3.3 Traitement statistique :

L'analyse statistique des différents jeux de données a été réalisée appliquant un modèle linéaire à effets mixtes grâce à la fonction LME du package NLME du logiciel R. L'unité expérimentale est la truie. Les facteurs pris en compte sont, selon les jeux de données, :

- La **semaine** (base vs. test)
- Le **rang** de portée (primipares vs. multipares),
- Le **groupe**, basé sur le gain de poids (inf vs. cf. 2.2.3)
- L'**heure** de l'évaluation (0 à 48 h) – pour les données enregistrées en continu.

ainsi que les doubles interactions entre ces facteurs. Lorsque les doubles interactions n'étaient pas significatives le modèle a été réduit, c'est-à-dire que les interactions ont été retirées du modèle.

Tableau 5 : Synthèse des effets de la semaine, de la parité et du groupe sur le gain de poids et d'EPL hebdomadaire

Variable	σ	Moyenne														P-value					
		Semaine		Rang de portée		Groupe		Base				Test									
		Base	Test	Prim	Multi	Inf	Sup	Prim	Multi	Inf	Sup	Prim	Multi	Inf	Sup	R	S	G	R*S	R*G	S*G
Gain de poids hebdomadaire, en kg.	3,83	4,19	4,37	4,41	4,24	4,04	4,53	4,44	4,11	2,16	6,37	4,37	4,37	5,94	2,70	0,73	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	0,93	0,72	$\leq 0,01$
Gain d'ELD hebdomadaire, en mm.	1,23	0,75	0,32	0,48	0,55	0,62	0,42	0,29	0,91	0,55	0,96	0,67	0,19	0,71	0,10	0,41	0,77	0,30	0,11	0,69	0,05

Légende :

ELD : Epaisseur de lard dorsal

σ : écart-type

R : Rang de portée (Primipare ou Multipare)

S : Semaine (Base ou Test)

G : Groupe (Inf ou Sup)

Prim : Primipares

Multi : Multipares

Inf : truies dont le gain de poids en semaine de base est inférieur à la médiane (4 kg)

Sup : truies dont le gain de poids en semaine de base est supérieur à la médiane (4 kg)

 : $P \leq 0,01$

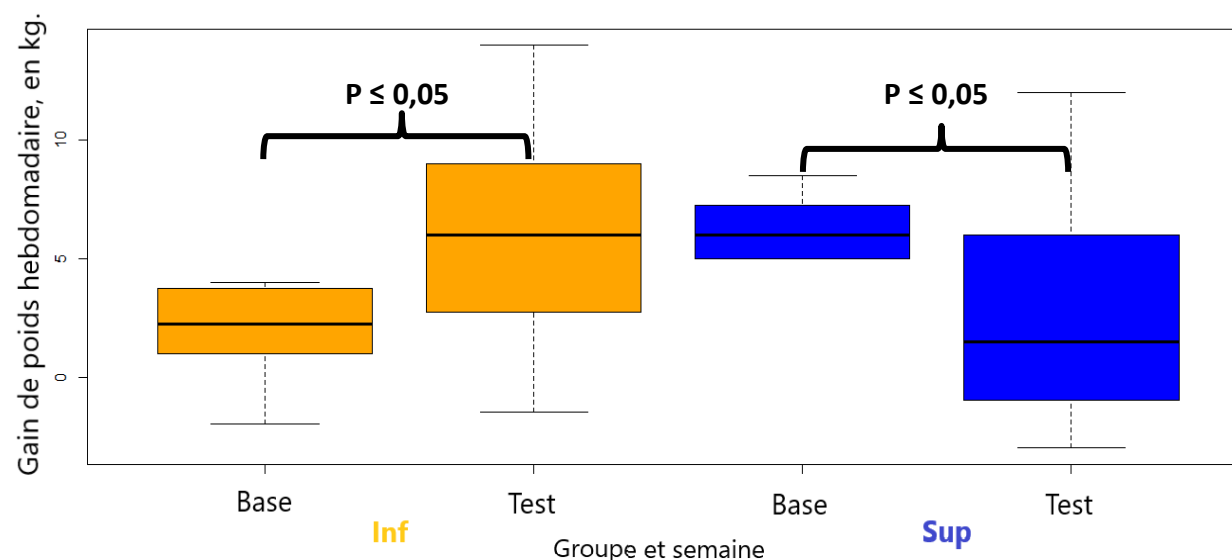


Figure 9 : Diagramme en boîte du gain de poids selon la semaine et le groupe

4 Résultats et discussion

Nous étudierons ici l'effet du test de compétition alimentaire sur l'état général des truies (Poids, EPL, EEC) et sur les trois principales activités des truies gestantes : s'alimenter, se déplacer et interagir avec ses congénères.

4.1 Etat général des truies

4.1.1 Gain de poids hebdomadaire

La parité (Primipare vs. Multipare) n'a pas d'effet sur le gain de poids hebdomadaire (Tableau 5). On observe une interaction entre les groupes basés sur le gain de poids et la semaine. Les truies « inf », avec un faible gain de poids en semaine de base, ont un gain de poids significativement plus élevé en semaine de compétition (on passe de 2,16 à 5,94 kg respectivement) tandis que les truies « sup », avec un fort gain de poids en semaine de base, ont un gain de poids plus faible en semaine de compétition (6,37 et 2,70 kg respectivement, figure 8).

Heugebaert *et al.* (2013) ont étudié l'effet de la réduction du nombre de repas distribués quotidiennement et manuellement aux truies gestantes logées en groupe. Ils n'ont pas constaté d'effet de la réduction du nombre de repas distribués sur le poids, pour les truies sur paille. Ils constatent cependant un plus faible gain de poids pour les truies sur caillebotis nourries une fois par jour et l'expliquent par une activité accrue de ces truies.

L'écart-type de la mesure, de 3,83 kg, est important par rapport aux moyennes. Ceci s'explique en partie par le fait que le poids de manière immédiate du contenu digestif et urinaire de l'animal.

4.1.2 Gain d'ELD hebdomadaire

La parité n'a pas d'effet sur le gain d'ELD (Tableau 5). On remarque que le gain d'ELD a tendance à diminuer en semaine de compétition (0,75 vs. 0,32 mm, $P=0,05$). De même qu'avec le poids, on remarque que le gain d'ELD des truies du groupe « inf » a tendance à être plus important en semaine de compétition qu'en semaine de base (0,71 vs. 0,55 mm respectivement). A l'inverse, les truies du groupe « sup » ont tendance à avoir un gain d'ELD plus faible en semaine de compétition qu'en semaine de base (-0,10 vs. 0,96 mm, respectivement).

Comme pour le poids, Heugebaert *et al.* (2013) ont montré que la limitation de l'accès à l'alimentation n'a pas d'effet sur l'ELD des truies logées sur paille.

L'écart-type, de 1,23 mm est élevé par rapport aux moyennes. Toutefois, Dourmad *et al.* (2001) souligne la forte variabilité de cette mesure et rapporte un écart-type de 5,4 mm entre truies.

4.1.3 ECC

Score global. Le groupe de gain de poids n'a pas d'effet sur le score global de griffure et lésion (Tableau 6). La semaine et le rang de portée ont un effet sur le score global ($P\leq 0,01$).

En semaine de test ce score diminue, quelle que soit le rang de portée (33,1 vs. 19,0 pour les primipares et 11,1 vs. 9,0 pour les multipares). Ce résultat est en désaccord avec Paboeuf *et al.* (2010) qui ont observé que les truies au DAC (situation de forte compétition alimentaire) étaient plus fréquemment et sévèrement blessées que les truies en réfectoire collectif (moindre compétition). Ils avancent que l'attente au DAC est propice aux agressions, rejoignant Barnet *et al.*, 2001. Cette diminution du nombre de blessures est peut-être liée au fait que les truies esquivent plus leurs congénères en semaine de test (cf. 3.3.3).

Les primipares ont un score significativement plus élevée que les multipares ($P\leq 0,01$). Leur score moyen est de 26,1, contre 10,1 pour les multipares. Les primipares ont donc généralement plus de blessures et/ou plus importantes que les multipares. Ceci rejoint Hodgkiss *et al.* (1998) qui ont montré que les truies de rang de portée 1 et 2 avaient significativement plus de lésions que les autres. Gonyou *et al.* (2002) ont aussi montré un nombre plus important de blessures pour les primipares.

Tableau 6 : Synthèse des effets de la semaine, du rang de portée et du groupe sur le score global de griffures et lésions.

Variable	σ	Moyennes														P-values						
		Ensemble	Semaine		Rang de portée		Groupe		Base				Test				R	S	G	R*S	R*G	S*G
			Base	Test	Primi	Multi	Inf	Sup	Primi	Multi	Inf	Sup	Primi	Multi	Inf	Sup						
Score global	12,2	14,2	16,8	11,6	26,1	10,1	14,0	14,4	33,1	11,1	17,4	16,1	19,0	9,0	10,6	12,6	≤0,01	0,23	0,95	≤0,01	0,37	0,41

σ : écart-type, Primi : Primipares, Multi : Multipares, Inf : gain de poids en semaine de base ≤4kg, Sup : gain de poids en semaine de base >4kg,

R : Rang de portée, S : Semaine, G : Groupe

■ : P≤0,01, ■ : 0,01 < P < 0,05, ■ : 0,05 ≤ P < 0,10

Tableau 7: Synthèse des effets de la semaine, de la parité et du groupe sur le nombre et la durée journalière des visites alimentaire, ou non, au DAC.

Variable	σ	Moyennes								P-values		
		Ensemble	Semaine		Rang de portée		Groupe		R	S	G	
			Base	Test	Primi	Multi	Inf	Sup				
Nombre de visites quotidiennes												
Nombre total de visites par jour.	2,88	4,17	5,61	2,73	2,82	4,63	4,09	4,25	0,03	≤0,01	0,78	
Nombre de visites alimentaires par jour.	0,44	1,11	1,12	1,10	1,00	1,15	1,10	1,12	0,27	0,50	0,92	
Nombre de visites non-alimentaires par jour.	2,63	3,79	4,68	2,49	2,81	4,05	3,80	3,78	0,09	≤0,01	0,85	
Temps journalier												
Temps journalier des visites, en min/jour.	46,3	55,2	61,5	48,9	44,7	58,8	45,5	65,6	0,34	0,02	0,13	
Temps journalier des visites alimentaires , en min/jour.	26,3	35,8	33,3	38,3	29,6	38,0	33,9	37,7	0,37	0,11	0,57	
Temps journalier des visites non-alimentaires . en min/jour.	40,1	24,9	30,3	17,0	23,0	25,4	15,8	34,2	0,65	0,04	0,07	

σ : écart-type, Primi : Primipares, Multi : Multipares, Inf : gain de poids en semaine de base ≤4kg, Sup : gain de poids en semaine de base >4kg,

R : Rang de portée, S : Semaine, G : Groupe

■ : P≤0,01, ■ : 0,01 < P < 0,05, ■ : 0,05 ≤ P < 0,10

Tableau 10 : Répartition journalière du nombre et du temps de visite alimentaire, ou non, en fonction de la semaine, de la parité et du groupe .

Variable	P-values						
	R	S	G	H	R*H	S*H	G*H
Nombre de visites quotidiennes							
Nombre total de visites/h.	0,51	0,55	0,86	≤0,01	0,21	0,97	0,50
Nombre de visites alimentaires /h.	0,30	0,28	0,34	0,60	≤0,01	≤0,01	0,71
Nombre de visites non-alimentaires /h.	0,23	0,76	0,92	0,09	0,14	0,83	0,59
Temps journalier							
Temps total de visite, en min/truie/h.	0,10	≤0,01	0,68	≤0,01	0,09	≤0,01	0,67
Temps de visite alimentaire , en min/truie/h.	0,62	≤0,01	0,69	0,24	0,49	0,14	0,93
Temps de visite non-alimentaire , en min/truie/h.	0,10	0,91	0,39	0,43	0,12	0,92	≤0,01

R : Rang de portée, S : Semaine, G : Groupe, H : tranche d'heure,

■ : P≤0,01, ■ : 0,01 < P < 0,05, ■ : 0,05 ≤ P < 0,10

4.2 Comportement alimentaire

4.2.1 Nombre de visites

La semaine (Base vs. Test) a un effet significatif sur le nombre de visites quotidiennes totales et non-alimentaires ($P \leq 0,01$, tableau 7). Le nombre de visites non-alimentaires passe de 4,68 visites par jour en semaine de base à 2,49 en semaine de test et le nombre total de visites respectivement de 5,61 à 2,73.

La parité a aussi un effet sur le nombre de visites totales quotidiennes : les multipares effectuent en moyenne 4,63 visites par jour contre 2,82 pour les primipares ($P=0,03$). Ceci est en désaccord avec la bibliographie, Wavreille *et al.* (2009) ayant observé que les nullipares effectuaient plus de visites au DAC que les multipares. Dans notre étude, le nombre de visites alimentaires n'est pas impacté par la parité (1,0 pour les primipares vs. 1,15 pour les multipares, $P=0,27$). Ces valeurs sont en accord avec celles de Gaillard *et al.* (2021) où les primipares effectuaient 1,01 visite alimentaire par jour vs. 1,11 pour les multipares. Dans Gaillard *et al.* (2021) cette différence était significative ($P=0,01$) ce qui n'est pas le cas de notre étude, probablement à cause de notre faible effectif (32 vs. 131 individus dans Gaillard *et al.* 2021) notamment concernant les primipares (8 vs. 34 dans Gaillard *et al.* 2021).

Le nombre de visites alimentaires varie très peu (écart-type=0,44) et reste compris entre 1,00 et 1,15 quel que soit les modalités : les truies consomment majoritairement leur ration en un repas. Ceci avait déjà été montré par Courboulay *et al.* en 2001, Meunier-Salaün *et al.* en 2002 et Gaillard *et al.* en 2021. Le nombre moyen de visites totales est de 4,17 par jour dans nos résultats. Il est donc inférieur aux résultats de Marcon *et al.* (2020) qui constatait une moyenne de 6,5 visites par jour avec 48 à 72 truies pour 2 DAC.

4.2.2 Temps journalier passé au DAC

La semaine a un effet significatif sur le temps total des visites, qui diminue de 12,6 min en passant de la semaine de base à la semaine de test ($P=0,02$, tableau 7). On observe que le temps consacré aux visites alimentaires augmente en semaine de test comparé à la semaine de base tandis que le temps consacré aux visites non-alimentaires diminue fortement (moins 13,3 min, $P=0,04$).

La parité n'a pas d'effet significatif sur le temps des différentes visites, on observe toutefois que les primipares ont des durées inférieures aux multipares (44,7 vs. 58,8 min/jour au total, respectivement). Cette tendance se retrouve aussi dans les résultats de Gaillard *et al.*, 2021 (51,7 vs. 68,2 min/jour au total, respectivement). Toutefois ces observations vont à l'encontre des résultats de Wavreille *et al.* (2009), qui avaient montré que les primipares passent 10 min de plus chaque jour au DAC que les multipares.

Le groupe a aussi un effet sur le temps consacré aux visites alimentaires : les truies du groupe « inf » ont tendance à passer 18,4 min de moins par jour dans le DAC pour des visites non-alimentaires que les truies du groupe « sup », soit moitié moins de temps que les truies du groupe « sup » ($P=0,07$). Le nombre de visites non-alimentaires est presque identique pour les deux groupes (3,80 visites/jour pour les truies « inf » et 3,78 pour les « sup »), ces visites sont donc plus courtes. Peut-être qu'elles subissent plus de pression de la part des autres truies quand elles sont dans le DAC ce qui les poussent à sortir plus rapidement.

Le temps moyen journalier passé au DAC est ici de 55,2 minutes, presque le double du résultat de Marcon *et al.* (2020) avec 23 min/j seulement, dont 13 min/j pour les visites alimentaires. Ces résultats sont issus d'une expérimentation où 48 à 72 sont logées sur caillebotis, en groupe dynamique, avec 2 ADC. On peut donc supposer que l'augmentation du ratio nombre de truie/ DAC écourte le temps de visite au DAC.

4.2.3 Répartition journalière du nombre de visites

Le nombre de visites alimentaires et non alimentaire varie selon l'heure de la journée (tableau 8 et figure 10). Les visites alimentaires ont principalement lieu en début de journée alimentaire, c'est-à-dire minuit dans cet élevage. On constate que les visites non-alimentaires ont principalement lieu à 8h00, heure de l'arrivée des animaliers et du paillage. Ces résultats sont similaires à ceux de Gaillard *et al.* (2021), obtenus dans le même

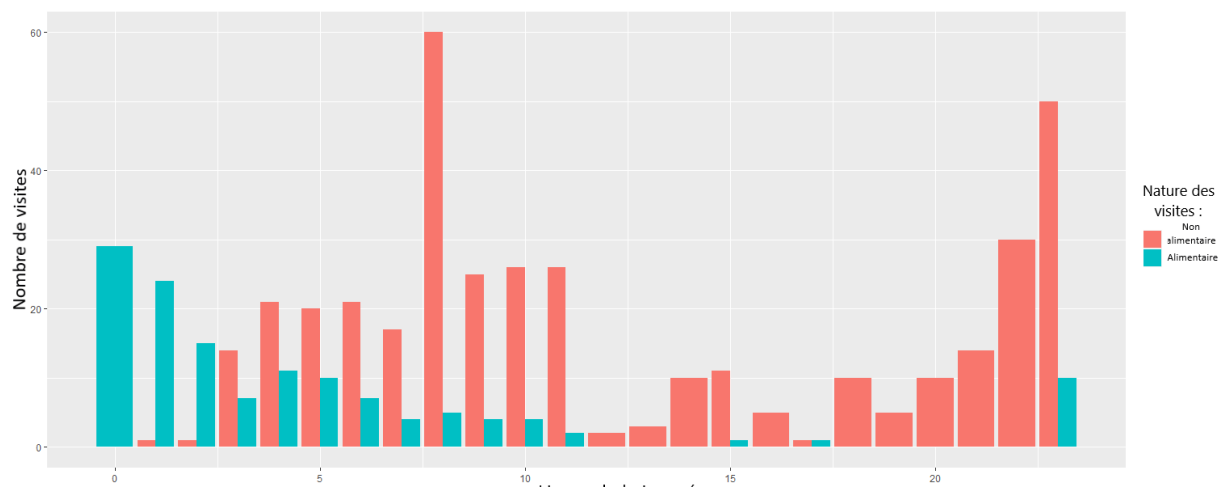


Figure 10 : Répartition journalière du nombre de visites alimentaires et non-alimentaires.

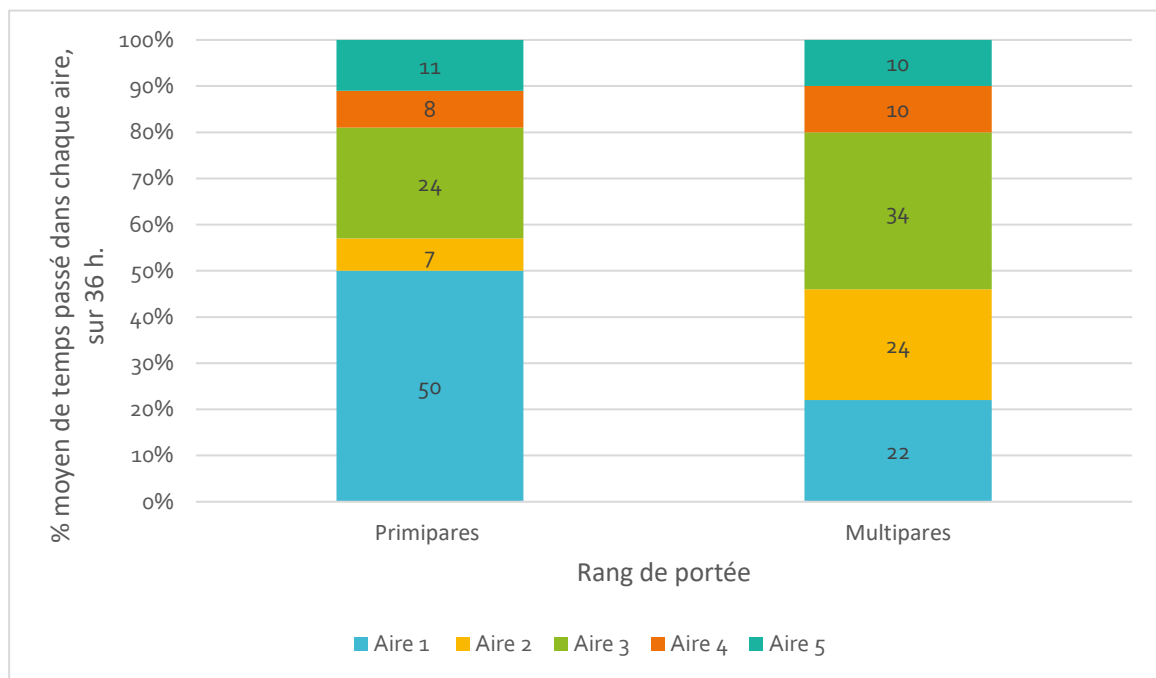


Figure 11: Pourcentage moyen de temps passé dans chaque aire en fonction du rang de portée.

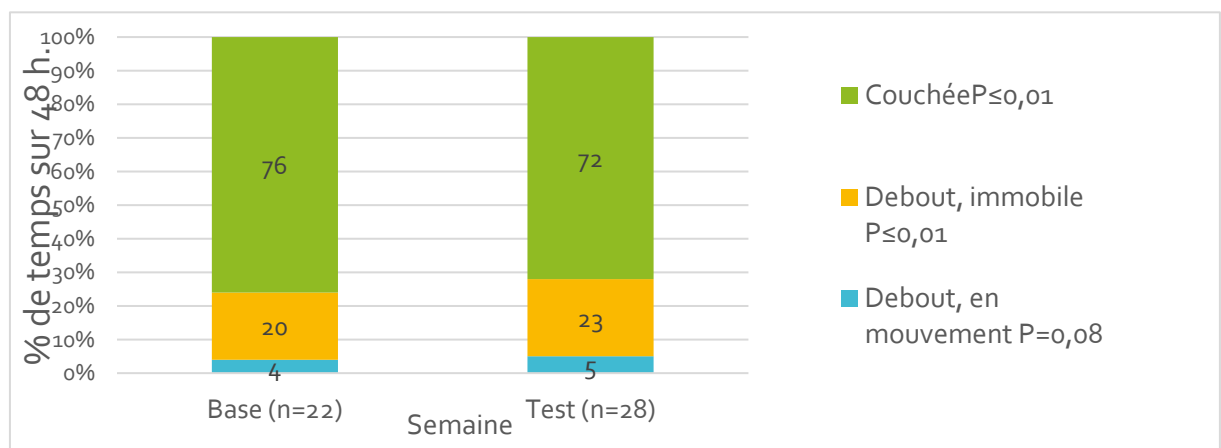


Figure 12: Comparaison, selon la semaine (base vs. test) des sommes de temps d'activité pendant 48 heures.

élevage expérimental. Wavreille *et al.* (2009) a également montré que le DAC était majoritairement occupé durant les 12 premières heures suivant le démarrage de la distribution d'aliment.

Les multipares sont les premières et seules à visiter le DAC durant les 2 premières heures de la journée alimentaire ($P \leq 0,01$, Annexe 1). Les primipares sont certes moins nombreuses mais on constate que l'amplitude horaire de leurs visites est plus faible. Gaillard *et al.* (2021) avaient aussi constaté un accès au DAC plus tardif pour les primipares que les multipares.

En semaine de base, les visites alimentaires s'arrêtent à 5h00 puis reprennent à 23h00. Cette plage horaire s'allonge significativement en semaine de test ($P \leq 0,01$), en s'arrêtant à 11h00. On observe aussi quelques visites en milieu de journée pour les visites alimentaires en semaine de test, ce qui n'est pas le cas en semaine de base. (Annexe 1). Ceci paraît logique puisque le nombre de DAC est divisé par deux et que le temps de visite alimentaire varie très peu.

4.2.4 Répartition journalière temps de visites

Le temps total de visite varie significativement en fonction de l'heure et de la semaine ($P \leq 0,01$, tableau 8). Les visites de 0h00 à 5h00 sont plus longues en semaine de test qu'en semaine de base (Annexe 2). Elles sont aussi plus longues de 15h00 à 17h00 en semaine de test qu'en semaine de base. Toutefois les visites sont plus longues de 17h00 à 21h00 en semaine de base qu'en semaine de test. Le rang de portée a aussi tendance à affecter la répartition journalière du temps de visites ($P = 0,09$). Les primipares effectuent des visites plus longues que les multipares de 3h00 à 15h00, puis l'inverse de 15h00 à 20 h00.

Le temps de visites alimentaires varie significativement en fonction de l'heure et de la semaine ($P \leq 0,01$). De 1h00 à 5h00 les visites alimentaires sont plus longues en semaine de test qu'en semaine de base (Annexe 2). Le temps de visites non-alimentaires varie significativement en fonction du groupe de gain de poids en semaine basale. De 15h00 à 0h00, les truies du groupe « sup » effectuent des visites plus longues que les celles du groupe « inf ». Le rang de portée a aussi tendance à influencer la répartition journalière du temps de visites non alimentaires ($P = 0,10$). De 3h00 à 8h00, les primipares effectuent des visites plus longues que les multipares. De 15h00 à 22h00 cette tendance s'inverse.

4.3 Comportement social

4.3.1 Occupation de la salle, posture et activités

Occupation de la salle. Le rang de portée a un effet significatif sur le temps total (somme sur 36 h) passé dans les différentes aires (figure 11 et Annexe 3). Les primipares passent en moyenne 50 % du temps dans l'aire 1 et 7 % dans l'aire 2 contre 22 et 24 %, respectivement, pour les multipares ($P \leq 0,01$). Les primipares ont aussi tendance à passer moins de temps dans l'aire 3 que les multipares (24 % vs 34 %, $P = 0,06$). En se référant à la figure 5, on constate que les primipares passent la majorité de leur temps dans les aires opposées aux DAC tandis que les multipares passent plus de temps dans les aires adjacentes aux DAC. On peut supposer que les primipares évitent l'agitation autour du DAC, partiellement source de conflits. On remarque en observant les vidéos que l'aire 1 est la moins paillée car c'est la zone où les truies ont le plus souvent tendance à déféquer. Peut-être que les truies ont plus facilement accès à cette zone car elle est la moins confortable.

Les truies du groupe « inf » ont tendance à passer plus de temps dans l'aire 4 que celles du groupe « sup » (279,0 min vs. 134,1 min, $P = 0,09$). L'aire 4 correspond à l'aire adjacente au DAC resté ouvert en semaine de test. La semaine n'a pas d'effet sur le temps total passé dans chaque zone. La semaine n'a pas d'effet sur le temps passé dans les différentes aires.

Par contre, les truies ont tendance à changer plus souvent de zone en semaine de test (99,3 changements en 36 h de semaine test contre 83,9 changements en semaine de base, $P = 0,06$). Elles sont donc mobiles en semaine de test et probablement plus actives.

Posture et activité. Le temps passé par chaque truie dans une position (couchée, debout immobile, en mouvement) a été mesuré de deux façons : via l'analyse vidéo sur 36h et via les capteurs sur 48h. La comparaison

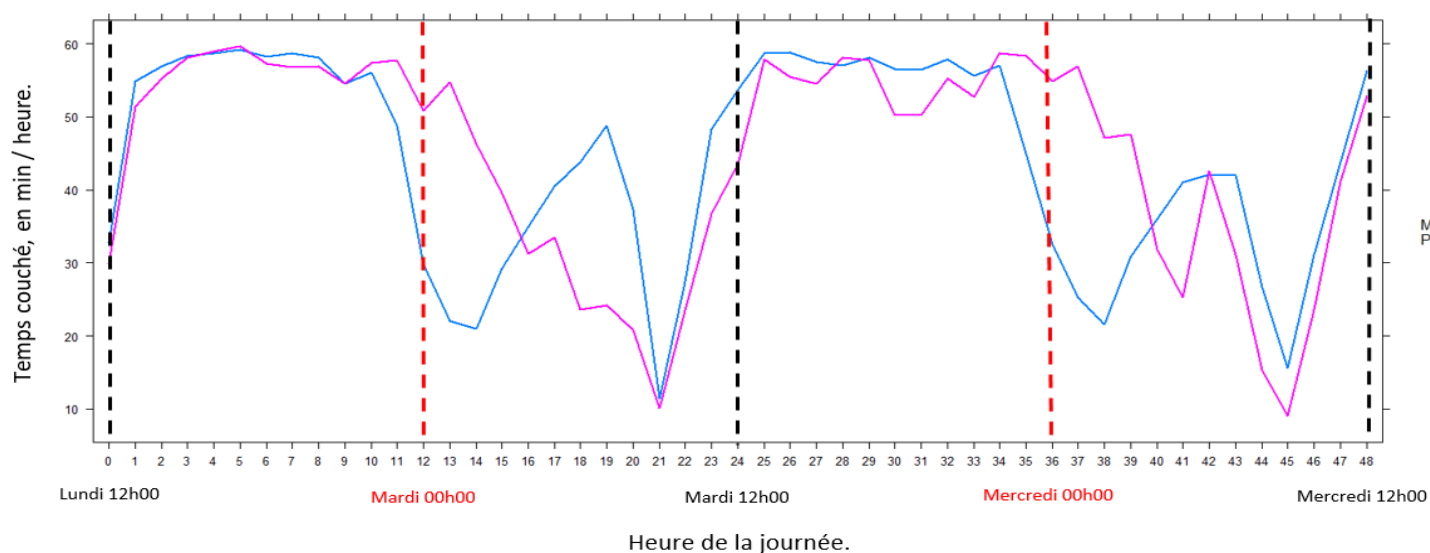


Figure 13 : Temps moyen passé couché selon l'heure de la journée et du rang de portée, en min par heure.

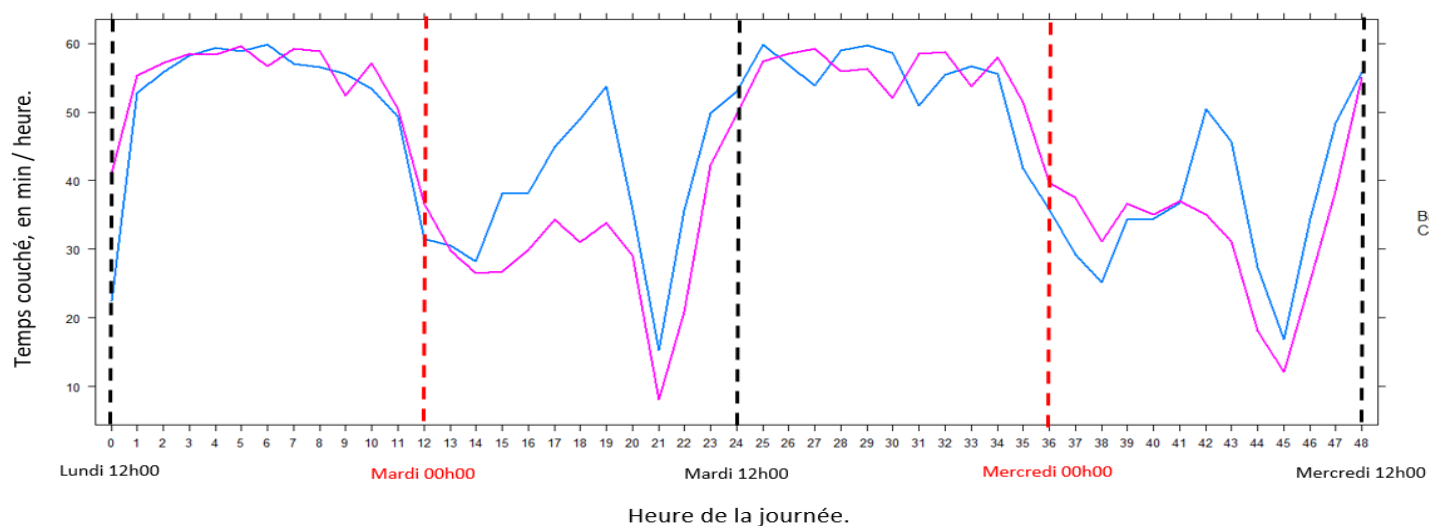


Figure 14 : Temps moyen passé couché selon l'heure de la journée et la semaine, en min par heure

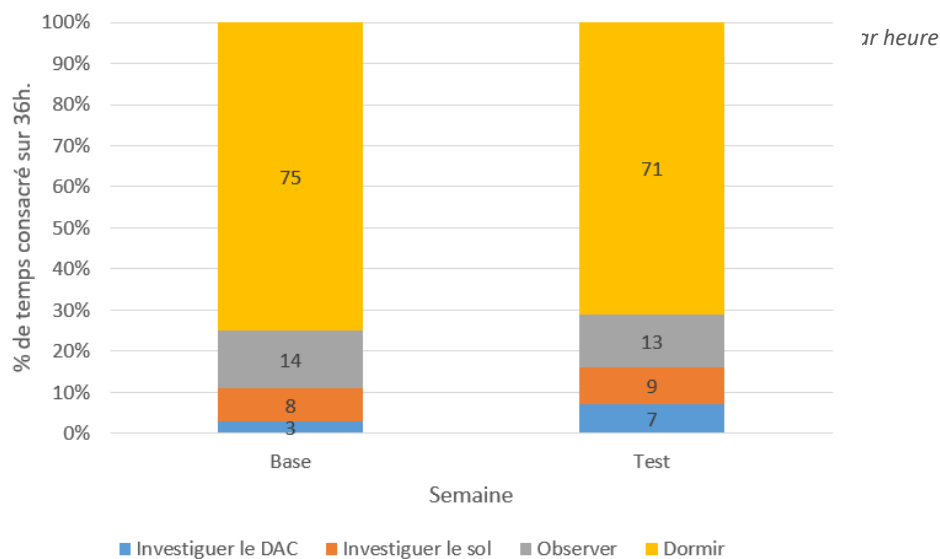


Figure 15: Pourcentage de temps consacré aux différentes occupations, selon la semaine, sur 36h.

entre les données issues des boucles d'activité et celles issues de l'analyse d'image montre des résultats différents (Annexe 4). Nous présentons uniquement les résultats issus des capteurs. Le détail des résultats est présenté en annexe 5. Le rang de portée et le groupe n'ont pas d'effet sur les temps d'activité. On constate un effet de la semaine : en semaine de test les truies passent moins de temps couchées qu'en semaine de base (figure 12, $P < 0,01$). Logiquement, le temps passé « debout immobile » s'accroît en semaine de test (figure 12, $P = 0,01$), de même pour le temps « debout, en mouvement » ($P = 0,08$). Lors de la semaine de test les truies sont donc plus actives.

Les résultats obtenus sont comparables à ceux des Marcon *et al.* (2020) pour qui les truies équipées de capteurs d'activité auriculaires passaient 67 % de leur temps couché, 28 % debout immobile et 5 % debout en mouvement. Dans cette même publication se trouvent les résultats d'essais en chambres respiratoires pour estimer précisément la dépense énergétique des truies liée à ces déplacements. Ils concluent qu'une truie debout en mouvement double sa dépense énergétique par rapport à une truie debout immobile. Une truie qui court (vitesse > 3 km/h) quadruple cette dépense par rapport à l'immobilité debout. Ces travaux justifient donc la précision nécessaire dans l'évaluation de l'activité des truies afin d'ajuster aux mieux les apports alimentaires journaliers.

La répartition journalière de ces activités, heure par heure, pour les 48 premières heures de chaque semaine est présentée en figures 13 et 14. Ces graphiques nous permettent de constater que les truies sont plus actives les 12 premières heures suivant le début de la journée alimentaire (à minuit), ensuite elles restent majoritairement couchées. Les truies passent moins de temps couchées du mardi matin en semaine de test, de 6h00 à 8h00, avant l'arrivée des animaliers et le paillage (Figure 14). Les multipares passent moins de temps couchées que les primipares de 1h00 à 3h00 le mardi et le mercredi (Figure 13). A l'inverse, les primipares passent moins de temps couchées que les multipares de 7h00 à 8h00 le mardi matin. Graphiquement, on observe donc qu'en début de journée alimentaire ce se sont d'abord les multipares qui passent le moins de temps couchées puis les primipares. Les graphiques des autres activités sont en annexe 5. Le détail des analyses statistiques se trouve en annexe 5.

Ces résultats sont à mettre en lien avec la répartition journalière des visites. Les multipares sont les premières à avoir accès au DAC (cf ; 3.2.3), il est donc logique qu'elles soient plus souvent debout durant cette période, potentiellement à attendre pour accéder au DAC. Les primipares ont accès plus tardivement au DAC ce qui explique qu'elles soient plus actives plus tardivement dans la matinée.

Heugebeart *et al.* (2013) ont montré que le nombre de repas offert aux truies et la réduction du nombre de repas, n'a pas d'effet sur le temps passé debout dans une journée. Par contre ils ont constaté que les truies étaient plus souvent debout le matin que l'après-midi, quel que soit le nombre de repas (repas à 8 h 30 et 16h45).

4.3.2 Activité d'investigation

Investiguer le DAC. Les truies passent significativement plus de temps à investiguer le DAC en semaine de test qu'en semaine de base (60,2 min/ 36 h en semaine de base contre 147,8 min/36 h en semaine de test, $P \leq 0,01$). Le temps d'attente est donc presque multiplié par 1,5 en semaine de test (Figure 15) sans que les truies ne soient plus blessées (cf. 3.1.3). L'augmentation du temps d'attente devant le DAC semble logique au vu de l'allongement de la plage horaire d'accès au DAC pour les visites alimentaires (cf. 3.2.3).

Investiguer le sol. La semaine, la parité et le groupe n'ont pas d'effet sur les temps hebdomadaires consacré à l'investigation du sol.

Observer. Les truies du groupe « inf » passent en moyenne 57,7 min / 36 h de moins que celles du groupe « sup » à observer leur environnement. On remarque aussi que les truies du groupe « inf » semblent passer plus de temps à investiguer le sol ou à dormir. La semaine et la parité n'ont pas d'effet sur cette occupation.

Dormir. Les truies ont tendance à passer moins de temps à dormir en semaine de test. Elles perdent presque 1 h 30 de sommeil / 36 h (1567,3 min/ 36 h vs 1477,7 min/36 h, $P = 0,07$). Cette diminution de 8 % du temps de sommeil des truies va de pair avec la diminution de 4 % du temps passé couché, entre la semaine de base et la semaine de test (cf. 3.3.1).

4.3.3 Interactions avec les autres truies

Temps hebdomadaire consacré aux différentes catégories de comportements. Le temps moyen sur 36 h consacré aux différentes catégories de comportements est présenté en annexe 3. On observe que les truies passent globalement plus de temps à exprimer des comportements positifs/sociables que des comportements négatifs/associables. La semaine, la parité et le groupe n'ont pas d'effet sur ces durées.

Nombre de comportements par catégorie. Les primipares expriment significativement plus souvent des comportements positifs que les multipares (39, 0 comportements positifs/sociables /truie vs. 30,5, $P=0,01$). La semaine et la parité n'ont pas d'effet sur le nombre de comportement positifs/sociables.

En semaine de compétition les truies expriment beaucoup plus de comportement négatifs/associables qu'en semaine de base (6,9 comportements négatifs/associables / truie, en semaine de base vs. 22,3 en semaine de test, $P\leq 0,01$). Les truies sont donc plus agressives/agressées en semaines de test. On peut supposer que cette augmentation du nombre de comportements est liée à l'augmentation du temps d'activité des truies et d'attente au DAC (cf. 3.3.2). Cette hypothèse pourrait être vérifiée en étudiant le nombre comportements négatifs selon la localisation de la truie et son occupation.

Focus sur certains comportements négatifs/associables. Les truies donnent significativement plus de coups de tête en semaine de test (3,0 coup de tête/truie/36 h en semaine de base vs. 7,8 en semaine de test, $P\leq 0,01$). Logiquement, elles reçoivent plus de comportements négatifs : 2,2 en semaine de base contre 7,5 en semaine de test ($P\leq 0,01$). Les truies prennent plus la fuite face à leurs congénères en semaine de test (2,2 fuites/truies/ 36h en semaine de base vs. 5,6 en semaine de test, $P\leq 0,01$). On peut supposer qu'elles sont plus souvent intimidées mais refusent l'affrontement. Elles ont aussi tendance à plus bousculer les autres en semaine de test (2,1 bousculades/truies/ 36h en semaine de base vs. 4,9 en semaine de test, $P\leq 0,03$). La parité et le groupe n'ont pas d'effet sur la fréquence de ces comportements négatifs/associables. La fréquence des comportements tels que « mord » ou « attaque » n'est pas présentée car faible. On remarque que les comportements les plus fréquents ne sont pas des comportements qui ont pour but de blesser les autres truies mais plutôt de les intimider. Ceci s'accorde avec le fait que les truies soient relativement moins blessées en semaine de test (cf. 3.1.3). On peut supposer que les truies expriment plus des comportements d'agacement et d'intimidation que d'agressivité.

Tableau 12 : Synthèse des effets de la semaine sur les différentes variables étudiées.

Paramètre	Effet de la semaine (Base vs. Test) sur :	Variation entre la semaine de base et la semaine de test
Gain de poids hebdomadaire.	Oui	↘
Gain d'ELD hebdomadaire.	Oui	↘
Score de griffures/lésion.	Oui	↘
Nombre total de visites/j.	Oui	↘
Nombre de visites alimentaires/j.	Non	
Nombre de visites non-alimentaires/j.	Oui	↘
Temps total de visites, en min/j.	Oui	↘
Temps de visites alimentaires, en min/j.	Oui	↗
Temps de visites non-alimentaires, en min/j.	Oui	↘
Répartition journalière du nombre total de visites.	Non	
Répartition journalière du nombre de visites alimentaires.	Oui	↗
Répartition journalière du nombre de visites non-alimentaires.	Non	
Répartition journalière du temps total de visites.	Oui	
Répartition journalière du temps de visites alimentaires.	Oui	
Répartition journalière du temps de visites non-alimentaires.	Non	
Occupation de la salle, en min/36h.	Non	
Nombre de changements de zone/36h.	Oui	↗
Temps d'activité physique, en min/j.	Oui	↗
Répartition journalière du temps d'activité physique, en min/h.	Oui	
Temps d'investigation du DAC, en min/36h.	Oui	↗
Temps d'investigation du sol, en min/36h.	Non	
Temps d'observation, en min/36h.	Non	
Temps de sommeil du DAC, en min/36h.	Oui	↘
Temps consacré à des comportements positifs/sociables, en min/36h.	Non	
Temps consacré à des comportements négatifs/associables/36h.	Non	
Nombre de comportements positifs/sociables, en min/36h.	Non	
Nombre de comportements négatifs/associables/36h.	Oui	↗
Nombre de coups de tête donnés/36h.	Oui	↗
Nombre de poussages/36h.	Oui	↗
Nombre de fuites/36h.	Oui	↗
Nombre de comportements négatifs reçus/36 h.	Oui	↗

Conclusion

L'objectif de ce rapport était d'étudier l'effet d'une situation de compétition alimentaire sur l'état général, le comportement alimentaire, l'activité et le comportement social de truies gestantes. Le tableau 8 synthétise ces résultats.

Les truies ont un gain d'ELD et un score de griffures/lésions plus faibles en semaine de test. Le gain de poids est plus important en semaine de test qu'en semaine de base.

Concernant le comportement alimentaire, le nombre de visites totales et non-alimentaires diminue en semaine de test. Le temps consacré à ces visites diminue aussi. Le nombre de visites alimentaires varie très peu quelle que soit les modalités. Le temps consacré aux visites alimentaires augmente en semaine de test et la plage horaire sur laquelle ces visites se déroulent s'allonge pour passer de 00H00-5h00 à 00h00-11h.

Le temps passé dans les différentes zones de la salle n'est pas impacté par la semaine de test. Par contre, les truies changent plus souvent de zone en semaine de test. Elles sont effectivement plus actives en semaine de test puisqu'elles passent plus de temps debout, immobile ou en mouvement, que couchées. Elles sont particulièrement plus actives de 6h00 à 8h00 en semaine de test qu'en semaine de base.

En semaine de test les truies passent plus de temps à investiguer le DAC et moins de temps à dormir. Le temps alloué aux comportements positifs/sociables et négatifs/associables ne varie pas selon la semaine. On remarque que les truies consacrent plus de temps à des comportements positifs/sociables que négatifs/associables. La fréquence des comportements négatifs/associables augmente en semaine de test. Les truies ont tendance à donner plus de coups de tête et plus pousser les autres. Logiquement, elles esquivent ou reçoivent plus souvent des comportements négatifs.

En conclusion, la compétition alimentaire rend les truies plus actives. Elles passent plus de temps à attendre devant le DAC et à manger. Elles expriment plus de comportement négatifs d'intimidation puisqu'elles se poussent et s'esquivent plus mais ne semblent pas plus violentes étant donné la réduction du score de griffures/lésions. Cette activité accrue des truies engendre une dépense énergétique. Le modèle nutritionnel pourrait être amélioré par la prise en compte de ces paramètres d'activité et de comportement.

Ce travail n'a pris en compte que les 36 à 48 premières heures suivant la fermeture du DAC, au vu du temps de travail nécessaire à l'analyse d'images. Il pourrait être intéressant d'étudier l'évolution de ces paramètres sur une plus longue période pour connaître la durabilité de ces effets. L'analyse d'images a représenté presque trois mois de travail. Cette méthode est chronophage mais est actuellement la plus fiable pour collecter et analyser les comportements sociaux. Toutefois, l'identification de certains comportements, comme « menace », reste subjective. Le développement d'outils numériques tels que l'identification automatique de certaines postures et activités permettrait un gain de temps considérable et une connaissance plus fine des dépenses énergétiques des truies. Ces données comportementales pourraient ainsi être intégrées au modèle nutritionnel afin d'affiner l'estimation des besoins nutritionnels individuels.

Bibliographie

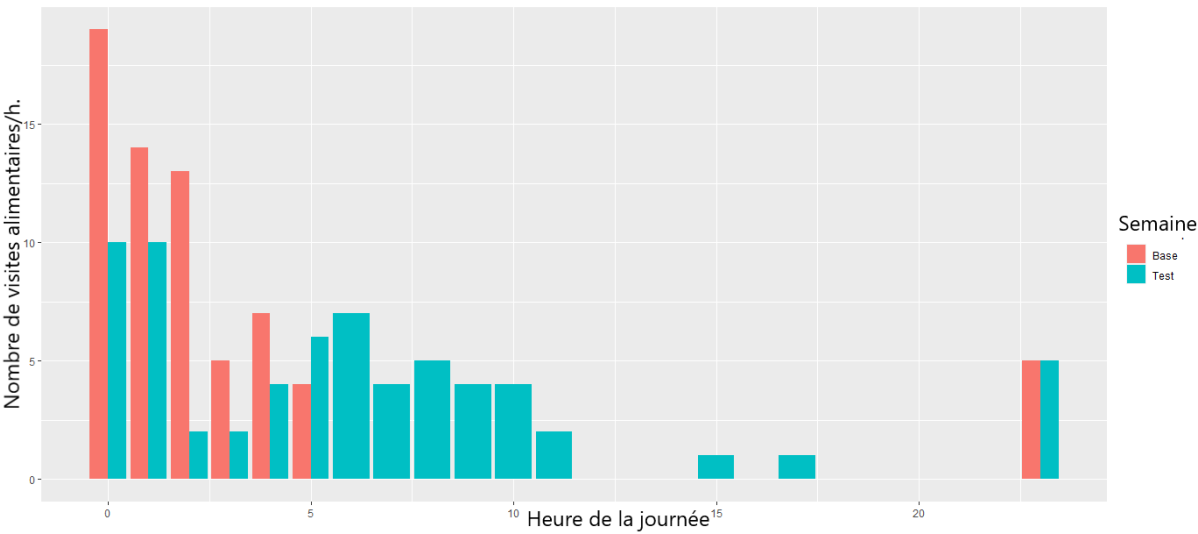
- Andersen I., Knut E., Kristiansen E. 1999. « The Influence of Different Feeding Arrangements and Food Type on Competition at Feeding in Pregnant Sows ». *Applied Animal Behaviour Science* 65 (2): 91-104. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00058-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00058-1).
- Arey D. S. 1999. « Time Course for the Formation and Disruption of Social Organisation in Group-Housed Sows ». *Applied Animal Behaviour Science* 62 (2): 199-207. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00224-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00224-X).
- Barnet J. L., Hemsworth P. H., Cronin G. M., Jongman E. C., Hutson G. D. 2001. « A Review of the Welfare Issues for Sows and Piglets in Relation to Housing ». *Australian Journal of Agricultural Research* 52 (1): 1-28. <https://doi.org/10.1071/ar00057>.
- Briefer E. F. 2012. « Vocal Expression of Emotions in Mammals: Mechanisms of Production and Evidence ». *Journal of Zoology* 288 (1): 1-20. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2012.00920.x>.
- Brossard L., Marcon M., Dourmad J. Y., Van Milgen J., Pomar J., Lopez V., Quiniou, N. 2020. « Application d'un programme d'alimentation de précision chez le porc en croissance alimenté à volonté : effet sur les performances et l'utilisation des nutriments », JRP.
- Chen Z., Changhua M., Yizheng G., Weijia H., Chengzhi R. 2017. « Image motion feature extraction for recognition of aggressive behaviors among group-housed pigs ». *Computers and Electronics in Agriculture* 142: 380-87. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.013>.
- Cloutier L., Dourmad J-Y., Pomar C., Morin-Dore L., Gagnon P. 2019. « Effet d'une alimentation de précision sur les performances, la productivité et le coût d'alimentation pendant la gestation dans un contexte commercial de gestion des truies en groupe », JRP.
- Cornou C., et Lundbye-Christensen S.. 2012. « Modeling of Sows Diurnal Activity Pattern and Detection of Parturition Using Acceleration Measurements ». *Computers and Electronics in Agriculture* 80 (janvier): 97-104. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2011.11.001>.
- Courboulay V., Dubois A., Meunier-Salaün M-C. 2001. « La distribution d'aliment riche en fibres affecte l'activité alimentaire des truies gestantes logées en groupe », JRP.
- Dourmad J-Y, Etienne M., Noblet J. 1996. « Reconstitution of Body Reserves in Multiparous Sows during Pregnancy: Effect of Energy Intake during Pregnancy and Mobilization during the Previous Lactation ». *Journal of animal science* 74 (octobre): 2211-19. <https://doi.org/10.2527/1996.7492211x>.
- Dourmad J.Y., Etienne M., Noblet J. 2001. « Mesurer l'épaisseur de lard dorsal des truies pour définir leurs programmes alimentaires ». *INRAE Productions Animales* 14 (1): 41-50. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2001.14.1.3724>.
- Dourmad J-Y., Brossard L., Pomar C., Pomar J., Gagnon P., Cloutier L.. 2017. « Development of a Decision Support Tool for Precision Feeding of Pregnant Sows ». In , np. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01591145>.
- Dourmad J-Y., Étienne M., Valancogne A., Dubois S., van Milgen J., Noblet J.. 2008. « InraPorc: A Model and Decision Support Tool for the Nutrition of Sows ». *Animal Feed Science and Technology, Mathematical Models that Predict the Effects of Feed Characteristics on Animal Performance*, 143 (1): 372-86. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.019>.
- Dourmad J.Y., Van Milgen J., Valancogne A., Dubois S., Brossard L., Noblet J. 2015. Modelling nutrient utilization in sows: a way towards the optimization of nutritional supplies. In: Nutritional modelling for pigs and poultry, p. 50-61. Eds. Sakomura, N.K., Gous, R.M., Kyriazakis, I., Hauschild, L. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Dourmad J-Y. (2019) Evolution of the feeding approach In sows during the last decades In : Nutrition of hyperprolific sows. Novus International, Inc, pp. 109-132.

- Gaillard C., Gauthier R., Cloutier L., Dourmad J-Y. 2019. « Exploration of Individual Variability to Better Predict the Nutrient Requirements of Gestating Sows1 ». *Journal of Animal Science* 97 (12): 4934-45. <https://doi.org/10.1093/jas/skz320>.
- Gaillard C., Brossard L., Dourmad J-Y. 2020a. « Improvement of Feed and Nutrient Efficiency in Pig Production through Precision Feeding ». *Animal Feed Science and Technology* 268: 114611. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114611>.
- Gaillard C., Quiniou N., Gauthier R., Cloutier L., Dourmad J-Y. 2020b. « Evaluation of a Decision Support System for Precision Feeding of Gestating Sows ». *Journal of Animal Science* 98 (9): skaa255. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa255>.
- Gaillard C., Gauthier R., Dourmad J-Y. 2021. « Gestating sows feeding behaviour with precision feeding ». JAS.
- Gaillard C. Julienne A., Dourmad J-Y. 2021. "Comportement alimentaire des truies en gestation recevant une alimentation de precision". JRP.
- Gaillard C., Durand M., Largouët C., Dourmad J-Y., Tallet C. 2021. Review: Known effects of environment and welfare on nutrient requirements for gestating sows: future adds in to precision feeding?
- Gonyou H. 2002. « Group Housing: Alternative Systems, Alternative Management ».
- Heugebaert S., Calvar C., Caille E., Roy H. 2013. « Conséquences de la distribution de un ou deux repas quotidiens sur les performances zootechniques et le comportement de truies gestantes élevées en groupes ».
- Hunter E. J., Broom D. M., Edwards S. A., Sibly R. M. 1988. « Social Hierarchy and Feeder Access in a Group of 20 Sows Using a Computer-Controlled Feeder ». *Animal Science* 47 (1): 139-48. <https://doi.org/10.1017/S0003356100037144>.
- Hodgkiss N.J., Eddison J.C., Brooks P.H., Bugg P. 1998. Assessment of the injuries sustained by pregnant sows housing in groups using electronic feeders. *Vet. Rec.* 143, 604-607.
- IFIP. 2016. « GTTT : Evolution des résultats moyens nationaux de 1970 à 2015. » <https://www.ifip.asso.fr/PagesStatics/resultat/pdf/retro/00gttt.pdf>.
- Kranendonk G., van der Mheen H., Fillerup M., Hopster H. 2007. « Social Rank of Pregnant Sows Affects Their Body Weight Gain and Behavior and Performance of the Offspring ». *Journal of Animal Science* 85: 420-29. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-074>.
- Lee J., Long J., Park D., Yongwha C. 2016. « Automatic Recognition of Aggressive Behavior in Pigs Using a Kinect Depth Sensor ». *Sensors (Basel, Switzerland)* 16 (5). <https://doi.org/10.3390/s16050631>.
- Marcon M., Quiniou N., Courboulay V., Rousselière Y., Merlot G., Meunier-Salaün M-C., Ramonet Y. 2020. « Améliorer les performances et le bien être des truies gravides par la mobilisation de nouvelles technologies pour une alimentation de précision et la détection de signaux comportementaux ». *Innovations Agronomiques* 79: 245-56.
- Meunier-Salaün M-C., Edwards S. A., Robert S. 2001. « Effect of Dietary Fibre on the Behaviour and Health of the Restricted Fed Sow ». *Animal Feed Science and Technology*, The Role of Dietary Fibre in Pig Production, 90 (1): 53-69. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00196-1](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00196-1).
- Meunier-Salaün M-C, Bizeray D., Colson V., Courboulay V., Lensink J., Prunier A., Remience V., Vandenheede M. 2007. « Bien-être et élevage des porcs ». *Productions animales* 20 (1): 73-80.
- Van Milgen J., Valancogne A., Dubois S., Dourmad J-Y., Sève B., Noblet J. 2008. « InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of growing pigs ». *Animal Feed Science and Technology - ANIM FEED SCI TECH* 143 (mai): 387-405. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.020>.
- Monteiro A. N. T. R., Bertol T. M., de Oliveira P. A. V., Dourmad J. -Y., Coldebella A., Kessler A. M. 2017. « The Impact of Feeding Growing-Finishing Pigs with Reduced Dietary Protein Levels on Performance, Carcass Traits, Meat

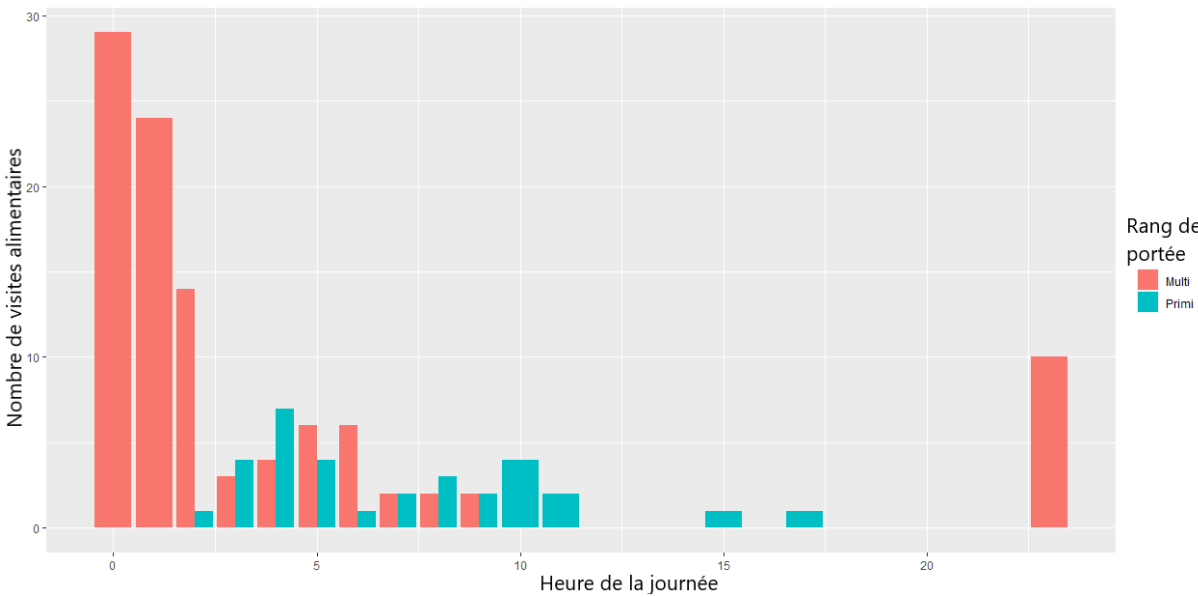
- Quality and Environmental Impacts ». *Livestock Science* 198 (avril): 162-69. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.02.014>.
- NRC, National Research Council. 2012. *Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition*. <https://doi.org/10.17226/13298>.
- Noblet J., Sève B., Jondreville C. (2002) Valeurs nutritives pour les porcs. In : Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. D. Sauvant, J.M. Perez and G. Tran , INRA Editions, Versailles, France, pp. 25-35.
- Oliviero C., Pastell M., Heinonen M., Heikkonen J., Valros A., Ahokas J., Vainio O., Peltoniemi O. 2008. « Using Movement Sensors to Detect the Onset of Farrowing ». <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/730050>.
- Paboeuf F., Gautier M., Cariolet M., Meunier C., Dourmad J-Y. 2010. « Effets des modes de logement et d'alimentation des truies en gestation sur leurs performances zootechniques et leurs comportements », JRP.
- Parent J-P, Bergeron R., Meunier-Salaün M-C., Vasseur E., Courboulay V. 2012. « Ordre de passage dans un distributeur d'alimentation automatisé dans les groupes de truies gestantes: impact de l'heure d'accès au dispositif et du rang hiérarchique », JRP.
- Welfare Quality® assessment for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs) ». https://www.researchgate.net/publication/263444662_Welfare_QualityR_assessment_for_pigs_sows_and_piglets_growing_and_finishing_pigs.
- Place G., Labroue F., Meunier-Salaün M-C. 1995. « Incidence du statut social sur le comportement alimentaire de porcs en croissance dans un système de distribution individuelle informatisé ». *Journées rech. porcine en France*, n° 27. <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/1995/95txtGenetique/G9510.pdf>.
- Pomar C., Hauschild L., Zhang G. , Pomar J., Lovatto A. 2009. « Applying Precision Feeding Techniques in Growing-Finishing Pig Operations ». *Revista Brasileira de Zootecnia* 38 (spe): 226-37. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300023>.
- Prunier A., Tallet C., Lagarrigues G., Sakri O., Vidal A., Lauture F., Brulais S., Godin C., Labyt E. 2019. « Vers une détection automatisée des comportements délétères des porcs en élevage ». In 51. *Journées de la Recherche Porcine*, np. Journées de la Recherche Porcine en France. Paris, France: IFIP - Institut du Porc. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02097194>.
- Schön P.C., Puppe B., Manteuffel G. 2004. « Automated recording of stress vocalization as a tool to document impaired welfare in pigs ». *Animal Welfare* 13 (mai): 105-10.
- Wavreille J., Remience W., Canart B., Bartiaux-Thill N., Vandenheede M., Baudouin N. 2009. « Analyse des modalités d'utilisation d'un distributeur automatique de concentré (DAC) par des truies gestantes logées en groupe dynamique », JRP.
- Yang A., Huasheng H., Bin Z., Shimei L., Haiming G., Changxin C., Xiaofan Y., Yueju X. 2020. « An Automatic Recognition Framework for Sow Daily Behaviours Based on Motion and Image Analyses ». *Biosystems Engineering* 192 (avril): 56-71. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.01.016>.

Annexes

Annexe 1 : Répartition journalière du nombre de visites alimentaires selon la semaine et le rang de portée.

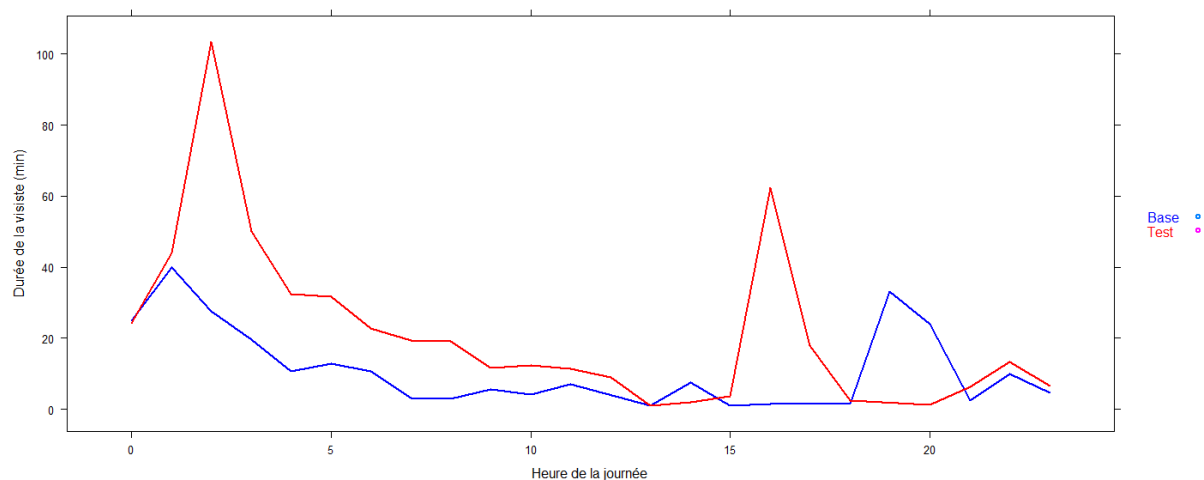


Nombre de visites alimentaires selon la semaine.

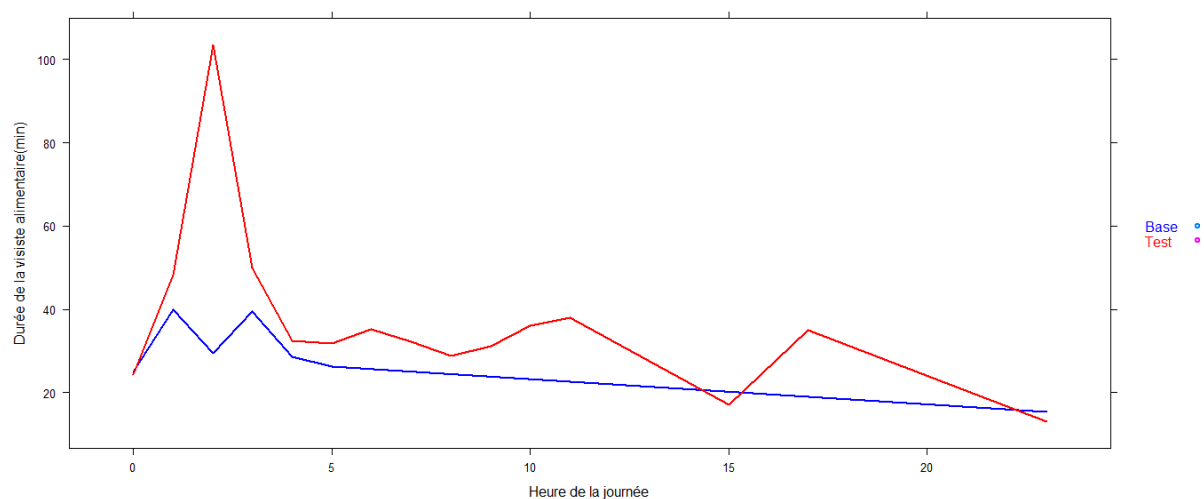


Nombre de visites alimentaires selon le rang de portée.

Annexe 2 : Répartition journalière du temps de visite total et alimentaire en fonction de la semaine.



Durée des visites (total) en fonction de l'heure de la journée et de la semaine



Durée des visites alimentaires en fonction de l'heure de la journée et de la semaine

Annexe 3 : Tableau récapitulatif des résultats issus d'Observer

Synthèse des effets de la semaine, du rang de portée et du groupe sur les données issues d'Observer.

Variables	σ	Moyennes							P-values		
		Ensemble	Semaine	Rang de portée	Groupe		P-values		R	S	G
		Base	Test	Primi	Multi	Inf	Sup				
Temps hebdomadaire moyen passé dans chaque aire, en min/truie /36 h.											
Aire 1	519,2	641,5	588,0	689,9	1071,0	481,7	622,3	661,4	≤0,01	0,25	0,78
Aire 2	393,7	431,6	440,6	423,0	155,5	521,7	456,4	406,1	≤0,01	0,91	0,76
Aire 3	421,1	674,5	737,5	611,5	503,1	734,1	641,0	710,2	0,06	0,23	0,49
Aire 4	255,6	208,9	227,6	190,2	160,3	225,8	279,0	134,1	0,51	0,32	0,09
Aire 5	140,8	218,6	228,5	208,7	241,8	210,5	187,8	251,38	0,50	0,54	0,11
Nombre moyen de changements de zone/36h.											
Nombre moyen de changements de zone sur 36 h	33,2	91,6	83,9	99,3	100,5	88,5	90,9	92,4	0,23	0,06	0,87
Temps hebdomadaire moyen passé à différentes occupations, en min/truie/36h.											
Investiguer un objet	75,2	104,0	60,2	147,8	100,3	105,3	106,6	101,3	0,28	≤0,01	0,42
Investiguer le sol	63,5	168,0	164,8	186,6	186,6	161,6	175,1	160,5	0,26	0,59	0,44
Observer	108,5	274,1	282,7	265,4	302,0	264,4	246,4	303,7	0,46	0,50	0,03
Dormir	211,0	1522,5	1567,3	1477,7	1493,6	1532,6	1545,8	1497,6	0,57	0,07	0,41
Temps hebdomadaire moyen selon la catégorie de comportement, en min/truie/36h.											
Seul	366,7	816,7	823,4	809,9	888,6	791,6	763,7	873,1	0,48	0,83	0,36
Comportements positifs/sociables	391,1	1319,0	1321,4	1316,7	1249,4	1343,3	1370,6	1264,1	0,52	0,94	0,40
Comportements positifs/sociables sans « dort avec »	74,9	47,3	51,4	43,4	44,3	48,4	53,2	41,2	0,85	0,67	0,54
Comportements négatifs/associables	16,49	8,7	7,9	9,4	6,1	7,9	10,5	6,8	0,53	0,81	0,44
Nombre moyen de comportements/truie/36h.											
Comportement positifs/sociables	11,2	32,7	33,8	31,6	39,0	30,5	32,8	32,7	0,01	0,42	0,94
Comportement négatifs/associables	17,5	14,7	6,9	22,3	14,5	14,8	14,0	15,5	0,82	≤0,01	0,69
Nombre moyen de comportements négatifs/associables particuliers/truie/36h.											
Esquive	4,0	4,3	2,2	5,6	4,7	4,1	4,4	4,3	0,33	≤0,01	0,89
Pousse	4,5	3,8	2,1	4,9	1,6	4,6	3,3	4,3	0,09	0,03	0,33
Coup de tête	5,8	5,2	3,0	7,8	4,4	5,5	5,3	5,1	0,69	≤0,01	0,90
Reçoit du négatif	5,5	5,2	2,2	7,5	6,2	4,9	5,3	5,1	0,23	≤0,01	0,72

σ : écart-type, Primi : Primipares, Multi : Multipares, Inf : gain de poids en semaine de base ≤4kg, Sup : gain de poids en semaine de base >4kg,

R : Rang de portée, S : Semaine, G : Groupe

■ : P≤0,01, ■ : 0,01 < P < 0,05, ■ : 0,05 ≤ P < 0,10

Annexe 4 : Comparaison des données d'accéléromètre à celles d'Observer.

Ce tableau compare les données issues des boucles à celles issues d'Observer. Les ratios permettent de comparer les données issues des boucles, sur 48h d'observation et celles issues d'Observer, sur 36h.

Les ratios sont très différents entre source mais restent cohérents pour une même source. Chaque méthode semble fiable pas comparables.

Tableau comparatifs des données d'activité issues des boucles accéléromètres et d'Observer

Activité	Source	Semaine				Rang de portée				Groupe			
		Base		Test		Prim		Multi		inf		sup	
		Temps	ratio	Temps	ratio	Temps	ratio	Temps	ratio	Temps	ratio	Temps	ratio
Couché	Boucle	2200,0	75,7	2090,0	71,9	2105,0	73,4	2152,0	73,6	2169,0	74,6	2111,0	72,7
	Observer	1846,7	86,1	1749,0	81,9	1796,1	84,2	1798,5	84,2	1795,1	84,1	1800,8	84,3
Debout immobile	Boucle	605,0	28,2	666,0	22,9	639,0	22,3	641,0	21,9	607,0	20,9	669,0	23,0
	Observer	66,3	3,1	51,4	2,4	45,8	2,1	63,4	3,0	53,1	2,5	64,9	3,0
Debout en mouvement	Boucle	102,0	4,8	149,0	5,1	122,0	4,3	130,0	4,4	133,0	4,6	124,0	4,3
	Observer	231,6	10,8	335,8	15,7	290,8	13,6	274,5	12,8	287,3	13,5	269,6	12,6

Annexe 5 : Principaux tableaux et graphiques des données d'activité issues des accéléromètres.

Effets de la semaine, du rang de portée et du groupe sur la somme des différentes activités, en min/48h.

Données issues des boucles d'activité

Variable	σ	Moyennes														P-values					
		Semaine		Rang de portée		Groupe		Base				Test				R	S	G	R*S	R*G	R*G
		Base	Test	Prim	Multi	Inf	Sup	Prim	Multi	Inf	Sup	Prim	Multi	Inf	Sup						
Activité selon les accéléromètres																					
Couchée, en min/48 h.	219	2200	2090	2105	2152	2169	2111	2118	2232	2251	2159	2096	2088	2110	2070	0,46	≤ 0,01	0,44	0,24	0,71	0,74
Debout immobile, en min/48 h.	173	605	666	639	641	607	669	621	600	578	628	657	670	627	704	0,91	0,01	0,37	0,83	0,73	0,84
Debout en mouvement, en min/48 h.	63	102	149	122	130	133	124	99	103	99	104	140	153	157	141	0,60	0,08	0,68	0,28	0,33	0,47

σ : écart-type, Primi : Primipares, Multi : Multipares, Inf : gain de poids en semaine de base ≤4kg, Sup : gain de poids en semaine de base >4kg,

R : Rang de portée, S : Semaine, G : Groupe

■ : P≤0,01, ■ : 0,01 < P < 0,05, ■ : 0,05 ≤ P < 0,10

Effets de la semaine, du rang de portée et du groupe sur répartition journalière des différentes activités, en min/h.

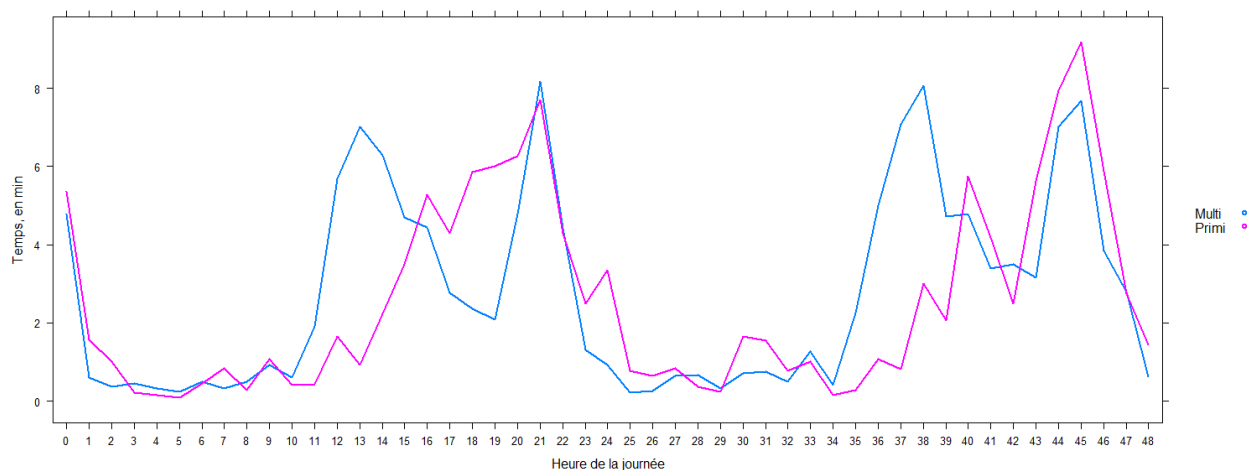
Données issues des boucles d'activité

Variable	σ	Moyennes						P-values									
		Semaine		Rang de portée		Groupe		R	S	G	H	R*S	R*G	R*G	S*H	R*H	G*H
		Base	Test	Prim	Multi	Inf	Sup										
Activité selon les accéléromètres																	
Temps couché, en min par heure.	20	45	43	44	44	45	44	0,45	≤ 0,01	0,93	≤ 0,01	0,97	0,73	0,84	≤ 0,01	≤ 0,01	0,02
Temps debout immobile, en min par heure.	17	13	14	13	13	12	14	0,57	≤ 0,01	0,55	≤ 0,01	0,89	0,95	0,92	≤ 0,01	≤ 0,01	0,05
Temps debout en mouvement, en min par heure.	4	2	3	3	3	3	3	0,36	≤ 0,01	0,10	≤ 0,01	0,57	0,51	0,30	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01

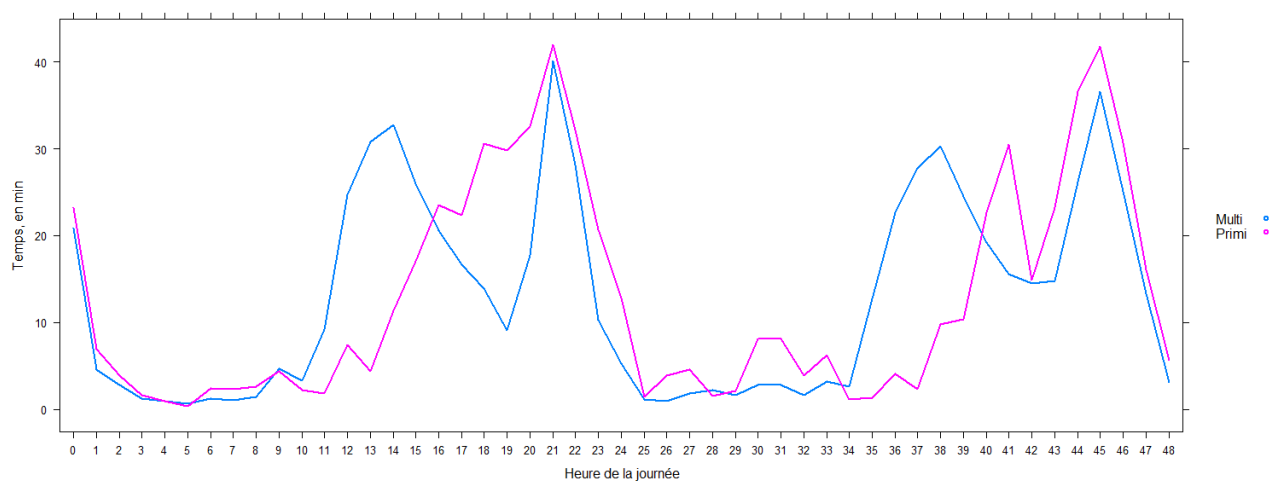
σ : écart-type, Primi : Primipares, Multi : Multipares, Inf : gain de poids en semaine de base ≤ 4 kg, Sup : gain de poids en semaine de base > 4 kg,

R : Rang de portée, S : Semaine, G : Groupe, H : tranche d'heure,

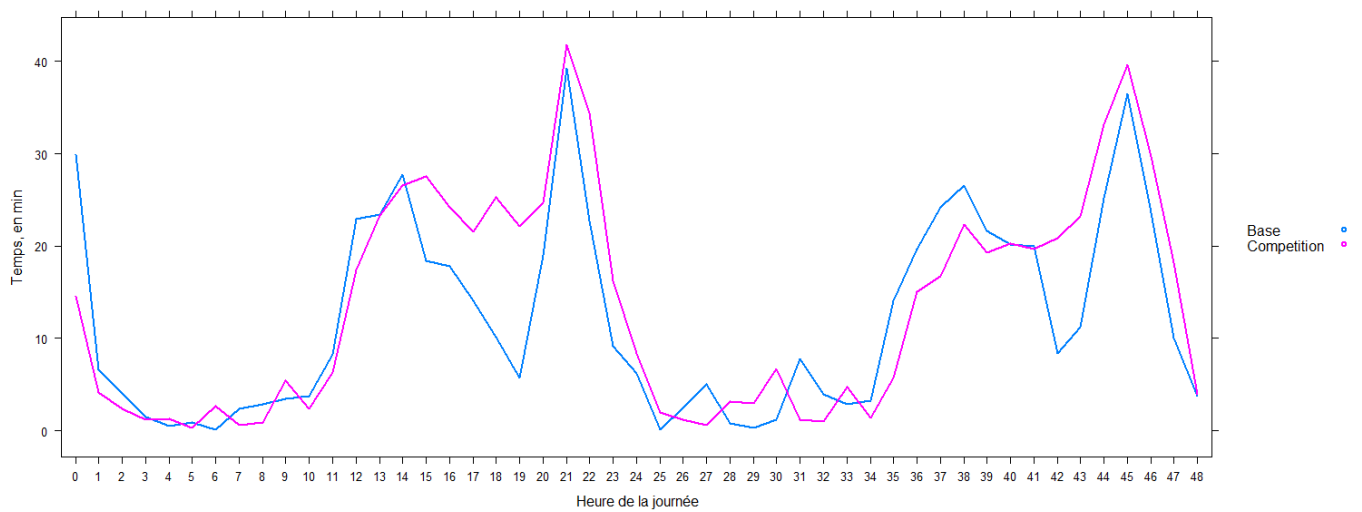
■ : $P \leq 0,01$, ■ : $0,01 < P < 0,05$, ■ : $0,05 \leq P < 0,10$



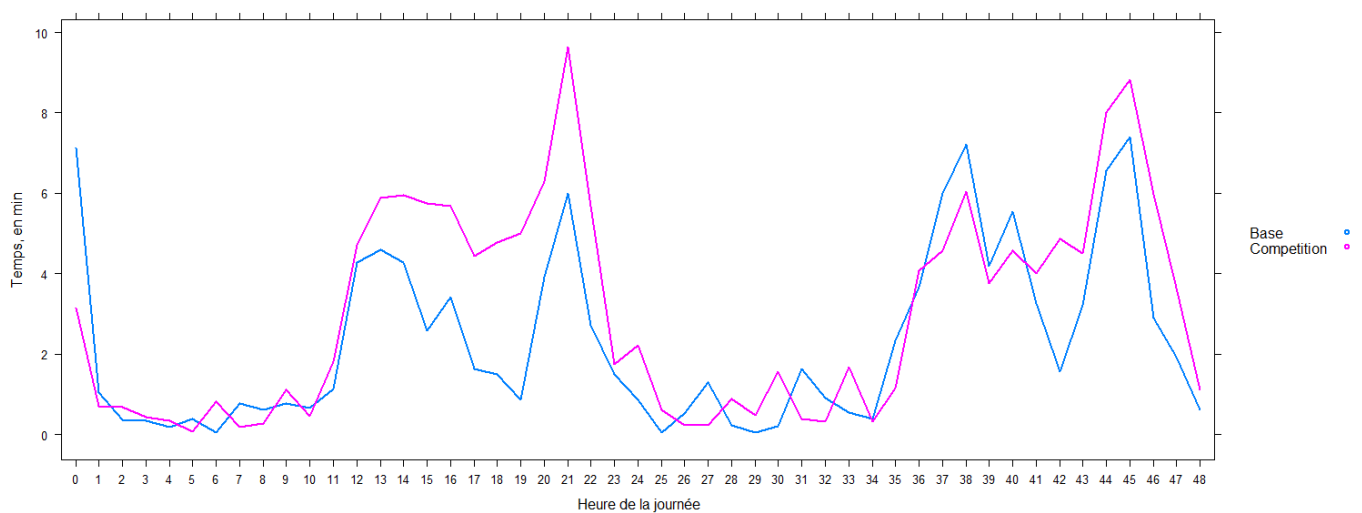
Temps moyen passé debout en mouvement selon l'heure de la journée et le rang de portée, en min par heure.



Temps moyen passé debout en immobile selon l'heure de la journée et le rang de portée, en min par heure.



Temps moyen passé debout immobile selon l'heure de la journée et la semaine, en min par heure.



Temps moyen passé debout en mouvement selon l'heure de la journée et la semaine, en min par heure.