



Prédiction du patron d'activité des truies allaitantes par analyse d'image, et relations avec la survie et la croissance des porcelets

Océane GIRARDIE (1), Mathieu BONNEAU (2), Yvon BILLON (3), Jean BAILLY (3), Ingrid DAVID (1), Laurianne CANARIO (1)

(1) UMR1388 GenPhySE, INRAE, Université de Toulouse, INPT, 31326, Castanet Tolosan

(2) URO143 ASSET, INRAE, 97170, Petit-Bourg, Guadeloupe, France

(3) UE GenESI, INRAE, Le Magneraud, 17700, Surgères, France

oceane.girardie@inrae.fr

Prédiction du patron d'activité des truies allaitantes par analyse d'image, et relations avec la survie et la croissance des porcelets

Le patron d'activité décrit les variations d'activité d'un animal au fil du temps. Nous avons obtenu des données longitudinales sur les postures et l'activité debout, grâce à l'analyse d'image par réseaux de neurones d'enregistrements vidéo de 21 truies Large White et 22 truies Meishan durant leur lactation en case libre. Une méthode de clusterisation a été utilisée pour définir des groupes de truies avec un patron similaire de leurs budgets temps « postures » et « activités debout », donc de la distribution du temps journalier passé dans les différentes postures ou activités. Les effets du comportement de la truie sur la survie et la croissance du porcelet ont été évalués respectivement avec un modèle de survie et un modèle linéaire. Pour chaque budget temps, deux groupes de truies ont été identifiés avant la mise-bas (J-3 à J-1) et après mise-bas (J1 à J9), et trois à J0. Le risque de mortalité était 23 % plus élevé si la truie passait plus de temps debout à manger et boire à J-1. Ce risque était plus élevé (40-55 %) si après la mise-bas la truie passait moins de temps couchée avec les télines exposées et qu'elle était moins agitée. Le gain de poids journalier des porcelets (GMQ J0-J7) était influencé par l'agitation avant mise-bas, et à J0 par le nombre de changements de posture utiles pour arrêter un allaitement, avec un effet négatif (- 35 g/j et - 58 g/j). Cependant, ce même type de changements réalisé après mise-bas conduisait à un gain de poids journalier plus important (+ 102 g/j). Cette étude montre que les budgets temps posture et activité de la truie à différentes périodes du peripartum influencent les performances néonatales des porcelets.

Prediction of the activity pattern of lactating sows by image analysis, and relations with piglet survival and growth

The activity pattern of an animal describes variations in its activity over time. Longitudinal data on postures and standing activity were obtained from neural network image analysis of video recordings of 21 Large White and 22 Meishan lactating sows kept in individual pens. A clustering method was used to define groups of sows with a similar pattern of time budgets according to postures or standing activities, i.e., the distribution of daily time spent in different postures or activities. Effects of sow behavior on piglet survival and growth were assessed using a survival model and a linear model, respectively. For each time budget, two groups of sows were identified before farrowing (D-3 to D-1) and after farrowing (D1 to D9), and three at D0. The risk of mortality was 23% higher if the sow spent more time eating and drinking while standing on D-1. This risk was higher (40-55%) if after farrowing the sow spent less time lying with her teats exposed and was less agitated. Daily weight gain of piglets (from D0 to D7) was related to pre-farrowing restlessness, and (at D0) the number of posture changes useful to stop lactation, with a negative effect (- 35 g/d and - 58 g/d, respectively). However, the same type of posture changes made after farrowing led to a greater daily weight gain (+ 102 g/d). This study shows that the posture and activity time budgets of sows at different periods of peripartum influence the neonatal performance of piglets.

INTRODUCTION

Des directives européennes visent à promouvoir plus de liberté chez les truies allaitantes afin d'améliorer leur bien-être (Parlement Européen, 2021). Plusieurs études rapportent une mortalité plus élevée des porcelets en case libre mais les conclusions sont parfois biaisées par le fait qu'elles ont été menées sur de courtes périodes, sur peu d'animaux et que le lien avec le comportement était établi en considérant un nombre limité de caractères comportementaux (Baxter *et al.*, 2012). Avec le développement des méthodes d'analyses automatisées, il est maintenant possible de pallier ces trois défauts. Plus précisément, des méthodes basées sur des réseaux de neurones convolutifs (CNN) ont récemment permis d'estimer, à partir de vidéos, la posture mais aussi certaines activités de la truie en case libre (Yang et Xiao, 2020). Dans notre étude, un CNN a été utilisé pour prédire l'activité des truies à partir d'enregistrements vidéo. Le budget temps définit le pourcentage de temps passé dans diverses activités compositionnelles, c'est-à-dire dont la somme fait 100 %. Le patron d'activités décrit les évolutions au fil des jours des différentes composantes du budget. L'objectif était dans un premier temps de mettre en évidence les variations dans les patrons d'activités définis selon le budget temps « posture » et le budget temps « activité debout » des truies, puis dans un second temps de définir quelles différences dans les patrons d'activités influençaient la survie et la croissance des porcelets en lactation. Afin de maximiser la détection de groupes de truies (cluster) qui diffèrent selon leurs patrons d'activités, ces travaux se sont appuyés sur l'utilisation de données collectées sur des truies Meishan et des truies Large White, deux races qui diffèrent selon leur niveau de réactivité comportementale.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Dispositif de croisement et conduite des animaux

L'étude a été réalisée sur 21 truies Large White (LW) et 22 truies Meishan (MS) primipares élevées à l'unité expérimentale INRAE GenESI (doi : 10.15454/1.5572415481185847E12) en cinq bandes de novembre 2010 à janvier 2011. Chaque truie était inséminée à partir d'un mélange de semences de verrats LW et MS. Quatre types génétiques de porcelets ont donc été produits : des LW/LW, LW/MS, MS/MS, MS/LW selon la combinaison race de la mère/ race du père. Les truies, conduites en bâtiment de maternité une semaine avant la mise-bas, ont été logées en case libre de 7,3 m² (286 cm X 255 cm), avec une zone refuge équipée d'une lampe chauffante pour les porcelets. Une fine couche de paille recouvrait le sol de la case et était changée tous les matins. Les truies étaient nourries à environ 8h et 16h chaque jour et l'accès à l'eau n'était pas limité. La mise-bas n'était pas induite, les interventions pour sauver les porcelets étaient limitées et il n'y avait pas d'adoption, chaque truie ayant la charge d'élever l'ensemble de ses porcelets. Cette étude a porté sur 601 porcelets nés totaux, 123 LW/MS, 199 LW/LW, 139 MS/LW et 140 MS/MS. La taille de portée moyenne était de 14,9 (±0,7) porcelets chez les LW et de 12,7 (±0,7) porcelets chez les MS. Les porcelets étaient pesés à la naissance ainsi qu'à J1 (24h +/-2h), J3 et J7. La mortalité des porcelets était enregistrée quotidiennement. La mortalité en lactation était de 13.2 % en moyenne (20,1 % en LW et 6,5 % en MS).

1.2. Comportements

1.2.1. Activités posturales

Six postures décrites dans Girardie *et al.* (2022) ont été considérées : Assis (A), Debout (D), Couché sur le ventre (CV), Couché sur le flanc sans que les tétines ne soient visibles (CF), Couché sur le flanc avec les tétines visibles (CFE) et à Genoux (G). En plus d'estimer le temps passé dans chaque posture, nous avons calculé le nombre de changements de postures par jour. Les changements de posture Debout à Couché (CV, CF et CFE) et Couché ventre à Couché latéral (CF ou CFE) sont considérés à risque car ils peuvent conduire à l'écrasement de porcelets par leur mère (Andersen *et al.*, 2005). L'abréviation correspondante est CPRisqueEC. Pour rendre compte de l'agitation globale de la truie, le nombre total de changements de postures (CPTotal) a été calculé. Le nombre de changements de posture de CFE à une autre posture a été calculé pour caractériser les mouvements de la truie qui peuvent lui permettre de mettre fin à un allaitement (CPStopAll) (Valros *et al.*, 2002).

1.2.2. Activité debout

La truie se lève pour des activités comme manger et boire ainsi que se déplacer dans sa case et explorer son environnement. Afin d'étudier l'activité de la truie quand elle est debout, les pourcentages de temps passé à boire, à manger ou à d'autres activités, ont été calculés quotidiennement.

1.3. Utilisation de réseaux de neurones pour la détection d'activités

Une caméra 2D a été installée au plafond de chaque case de manière à ce que le champ de la caméra recouvre toute la surface au sol. Les truies ont été filmées en continu jour et nuit de trois jours avant la mise bas à neuf jours après la mise bas. A partir des vidéos LW, MS et sur l'ensemble de la période, 8 400 images choisies de manière aléatoire ont été annotées en suivant l'éthogramme et pour définir la localisation de la truie. De façon spécifique, les localisations de la truie, de l'auge et de la mangeoire, ont été annotées dans un autre jeu de données composé de 860 images. Une truie était considérée en train de boire ou manger lorsqu'elle était debout et que l'auge ou la mangeoire coïncidait avec la localisation de sa tête. Les bases de données d'images ainsi annotées ont été utilisées pour l'apprentissage de deux détecteurs distincts, de type YOLO-V2 (Redmon *et al.*, 2016), préalablement couplés avec un extracteur de *features* de type ResNet50 (He *et al.*, 2016). Ces deux détecteurs ont permis de prédire la posture et la position de la truie et de sa tête dans la case. Un total de 25 830 images choisies aléatoirement et annotées manuellement ont été utilisées pour valider le détecteur YOLO utilisé. Une fois entraînés de façon satisfaisante sur les dernières couches des CNN, les détecteurs ont été utilisés sur l'ensemble des vidéos avec un taux d'extraction d'une image toutes les 5 secondes. L'entraînement et les prédictions de YOLO ont été obtenues avec le logiciel Matlab (R2020b).

1.4. Analyses statistiques

Ces analyses ont été effectuées avec le logiciel R (version 4.1.0, R Core Team, 2020), en considérant trois périodes : avant la mise-bas (-J3 à -J1), le jour de la mise-bas (J0 qui correspond aux 24h qui suivent la naissance du premier porcelet) et après la mise-bas (J1 à J9).

1.4.1. Clusterisation

Nous avons utilisé la méthode des k-means pour identifier des groupes de truies avec un patron de postures ou d'activité debout similaires, donc une évolution similaire de leurs budgets temps au fil des jours. Le package klm3d a été utilisé (Genolini *et al.*, 2015), pour les données longitudinales des périodes avant (bf) et après mise-bas (pf). Pour le jour de la mise-bas (af) la fonction k-means classique a été utilisée sur les budgets temps et le nombre idéal de groupes a été déterminé avec la méthode Elbow. Les groupes trouvés pour l'utilisation des postures ont été notés A_k, B_k, C_k et pour l'activité debout A_{ak}, B_{ak}, C_{ak} , avec k comme indice de référence à la période (bf : avant mise-bas ; af : jour de la mise-bas ; pf : après la mise-bas). Les trois variables continues CPtotal, CPStopAll et CPRisqueEC ont été analysées par période et en trois classes selon les quantiles : la classe Inférieure (I, valeur $\leq 33^{\text{ème}}$ percentile), la classe Moyenne (M, $33 < \text{valeurs} \leq 66^{\text{ème}}$ percentile) et la classe Supérieure (S, valeurs $> 66^{\text{ème}}$ percentile). La taille de portée a aussi été catégorisée selon les quantiles.

1.4.2. Analyse de survie

Dans cette analyse, seuls les porcelets nés vifs et morts pendant la lactation ont été considérés comme des événements. La donnée a été censurée pour les porcelets encore en vie après le sevrage. La méthode de Kaplan Meier a permis de calculer les probabilités de survie en fonction de la génétique des porcelets. Ensuite, pour estimer les effets du comportement des truies sur la mortalité des porcelets, un modèle de Cox a été utilisé à chacune des trois périodes. Cinq variables explicatives ont été testées séparément (posture, activité debout, CPtotal, CPStopAll et CPRisqueEC) en fonction de leur pertinence sur la période concernée. Le codage des variables explicatives, sous forme de cluster ou caractère brut, i.e., un pourcentage de temps ou un nombre de changements de postures analysé en continu ou avec des catégories, a été choisi en se référant au critère d'information Akaike (AIC). Pour la sélection des variables qui expliquent la survie, une procédure pas à pas descendante a été utilisée en comparant les modèles emboîtés avec le test du rapport de vraisemblance avec un seuil de significativité à 5%. Les variables ainsi sélectionnées ont alors été incluses dans un modèle de Cox global qui comprenait les trois périodes et la même procédure que citée précédemment a permis d'obtenir le modèle réduit global, défini en tenant compte de l'information aux trois périodes. Dans chaque modèle, le type génétique du porcelet (LW/LW, LW/MS, MS/MS ou MS/LW), la taille de portée (trois niveaux : class I, M et S) et l'emplacement de la loge dans la salle (quatre niveaux : définis par rapport à la distance de l'entrée, donc du couloir où étaient réalisées les pesées des porcelets) ont systématiquement été ajoutés comme effets fixes.

1.4.3. Analyse de croissance

Le gain de poids moyen de la naissance à J7 a été analysé avec un modèle linéaire. La même démarche que pour l'analyse de survie a été utilisée pour sélectionner les comportements de la truie avec un effet significatif sur la croissance précoce. Les variables comportementales explicatives utilisées étaient les postures, l'activité debout, CPtotal et CPStopAll.

2. RESULTATS

A la naissance, les porcelets LW/LW et LW/MS étaient plus lourds que les porcelets MS/MS ($1292 \pm 244\text{g}$, $1283 \pm 276\text{g}$ vs $875 \pm 153\text{g}$, $P = 0,0003$). Le poids moyen des porcelets MS/LW était de $1063 \pm 235\text{g}$.

La précision de la prédiction de la posture A était de 31 %. Elle était de 88 % pour D, 9 % pour G, 95 % pour CV, 96 % pour CFE et 78 % pour CF. La posture G étant fortement confondue avec la posture D, ces deux postures ont été fusionnées pour la suite de l'étude. L'évolution journalière des changements de posture est représentée dans la figure 1. En moyenne, chaque jour les truies changeaient de posture 266 ± 171 fois. Une augmentation de CPtotal était observée la veille de la mise-bas (J-3 : 220 ± 127 , J-1 : 470 ± 215 , $P < 0,0001$). Des groupes de truies au comportement différent ont été identifiés pour chacune des trois périodes (Figure 2a). Avant la mise-bas, deux groupes définis par la race de la truie ont été mis en évidence. Les truies MS (groupe B_{bf}) passaient plus de temps debout (23 %) et utilisaient plus la posture CF, tandis que les truies LW (groupe A_{bf}) passaient 13 % de leur temps debout et utilisaient la posture CFE. Dans les deux groupes, le temps passé debout augmentait de 14,6 points/jour entre J-3 et J-1.

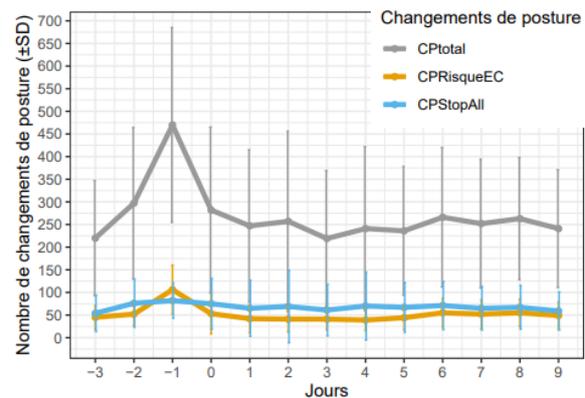


Figure 1 – Nombre moyen des changements de posture (\pm SD) au cours du temps. La signification des abréviations CPtotal, CPRisqueEC, CPStopAll est donnée dans la section 1.2.1

A J0, trois groupes de truies ont été identifiés. Les truies passaient 93 % de leur temps couché, mais les truies du groupe A_{af} passaient moins de temps couché que les deux autres groupes. Le groupe C_{af} passait plus de temps avec les tétines exposées (CFE : 95 %) que le groupe B_{af} (70 %). Après la mise-bas, les truies passaient 90 % de leur temps couché en moyenne, mais deux groupes se distinguaient par le temps passé CFE. Le groupe A_{pf} passait 91 % du temps CFE contre seulement 80 % pour le groupe B_{pf} . Le temps passé couché avec les tétines exposées (CFE) diminuait en début de lactation, passant de 91,6 % à J1 à 88,4 % à J9. Dans l'activité debout (Figure 2b), le temps que les truies passaient à boire augmentait (de 17,5 % à 25 %) la veille de la mise-bas, et le temps passé à manger diminuait (de 26 % à 20 %). De plus, deux groupes de truies se distinguaient par le temps passé à faire autre chose quand elles étaient debout, 66 % dans le groupe A_{bf} et 40 % dans le groupe B_{bf} . A la mise-bas, trois groupes de truies avec des patrons d'activité debout différents ont été mis en avant. Le groupe B_{af} se caractérisait par un plus faible temps passé à manger (5 % vs $\approx 25\%$ pour les autres groupes). Le groupe A_{af} passait 67 % du temps debout à faire autre chose que boire et manger et 10 % à boire contre 42 % et 30 %, respectivement, pour le groupe C_{af} . Après la mise-bas, le temps moyen passé à manger pour l'ensemble des truies augmentait (22 % à J1 à 29 % à J9). Le temps passé à faire autre chose que manger et boire quand les truies étaient debout, discriminait le groupe A_{pf} (46 %) du groupe B_{pf} (70 %). La probabilité de survie des porcelets issus de truies MS à J9 (porcelets purs : $p = 0,94$, croisés : $p = 0,92$) était supérieure à celle des porcelets issus de truies LW, qu'ils soient purs ($p = 0,78$; $P < 0,0001$) ou croisés ($p = 0,87$; $P = 0,09$).

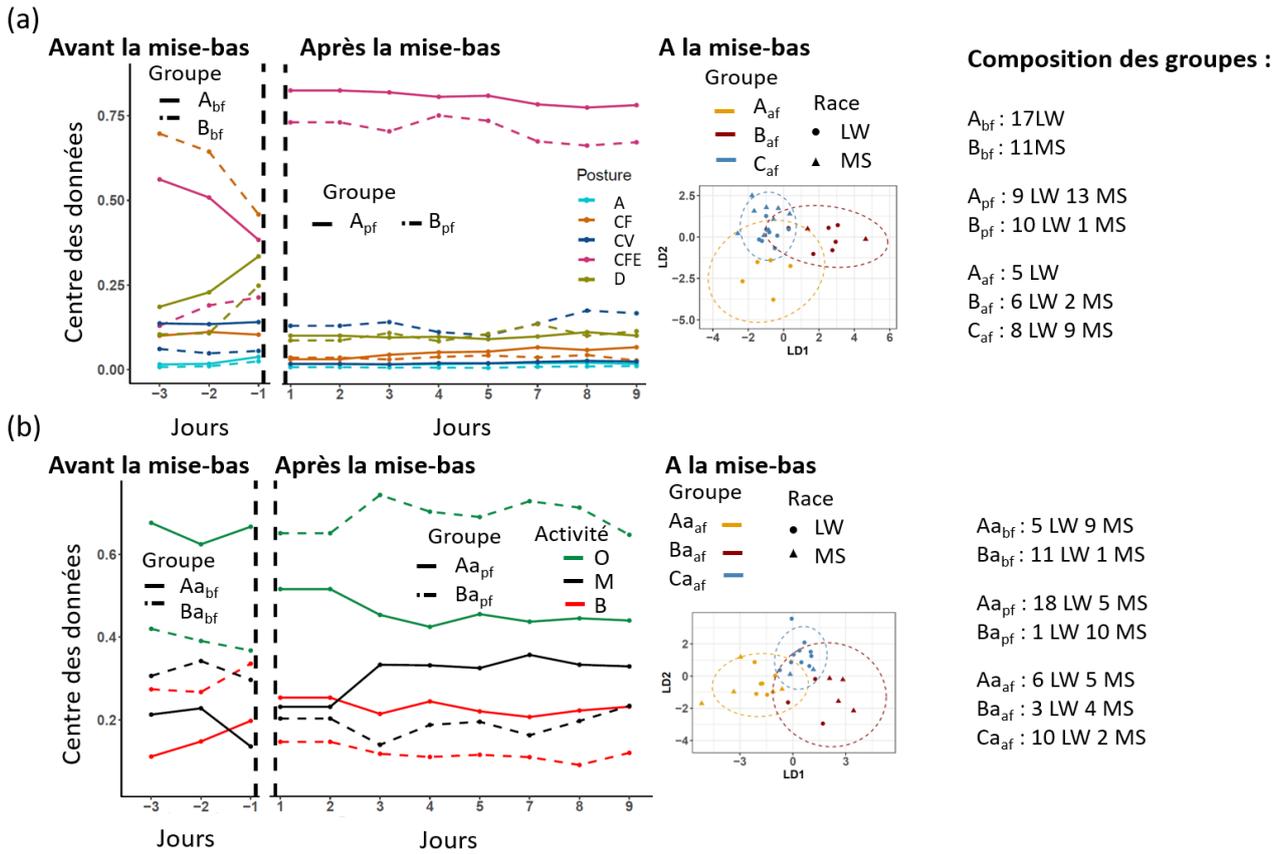


Figure 2 – Evolution des budgets temps « postures » (a) et activités debout (b) selon les groupes de truies avec des patrons d'évolution différents avant la mise-bas, après la mise-bas et à la mise-bas

(a) Postures : A (Assis), CF (Couché sur le flan), CV (Couché sur le ventre), CFE (Couché les tétines exposées), D (Debout) ; (b) Activité debout : M (mange), B (bois), O (autre). (a,b) Périodes : bf (avant la mise-bas), af (le jour de la mise-bas) et pf (après la mise-bas). LD1 et LD2 sont les deux premières composantes de l'analyse discriminante linéaire. Le centre des données représente la moyenne des données de posture et d'activité. Il est issu d'une transformation logarithmique (CLR) pour prendre en compte l'aspect compositionnel des données. Le centre des données décrit le pourcentage de temps.

Les porcelets LW/MS avaient une probabilité de survie (0,87) significativement supérieure aux LW/LW ($P = 0,006$, Figure 3).

Génétique des porcelets LW/MS LW/LW MS/LW MS/MS

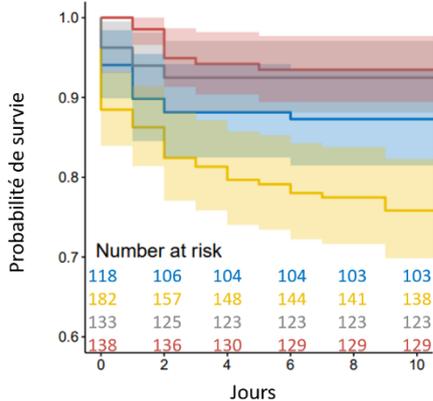


Figure 3 – Courbes de Kaplan-Meier en fonction du type génétique du porcelet (race de la mère/race du père)

Lors de la sélection des modèles par période, l'activité debout, à travers le temps passé à faire autre chose que manger et boire à J-1, avait un effet significatif sur le risque instantané de mourir (AIC: 683 vs 692). Le nombre de changements de posture (CPTotal) avait également un effet significatif mais il n'a pas été conservé dans le modèle complet parce que ce caractère était fortement corrélé à CPTotal après la mise-bas (0,70). Le jour de la mise-bas, aucune des variables n'avait d'effet significatif.

Tableau 1 – Estimation des effets des variables explicatives sur le risque instantané de mourir dans le modèle de Cox

Variable	N	Hazard Ratio (IC 95%)	P-value
Autre à J-1 ¹	374	0,77 (0,60 ; 1,01)	0,058
CFE après MB ²	374	0,60 (0,46 ; 0,79)	<0,001
CPTotal après MB ³	374	0,45 (0,28 ; 0,74)	0,002
Génétique des porcelets			
LW/LW	161	Référence	
LW/MS	91	0,36 (0,17 ; 0,78)	0,010
MS/LW	64	0,27 (0,11 ; 0,67)	0,005
MS/MS	58	0,32 (0,13 ; 0,76)	0,075
Loge			
A	83	Référence	
B	105	0,55 (0,26 ; 1,13)	0,103
C	87	0,45 (0,19 ; 1,06)	0,067
D	99	0,32 (0,13 ; 0,76)	0,010
Taille de portée			
I	159	Référence	
M	134	2,66 (1,42 ; 4,99)	0,002
S	81	4,63 (2,14 ; 10,05)	<0,001

¹Autre à J-1 : Temps passé à faire autre chose que boire et manger, debout.

²CFE après MB : temps passé les tétines exposées après la mise-bas.

³CPTotal : Nombre de changements de posture après la mise-bas. La signification des autres abréviations est donnée dans la section 1.4.2.

Après la mise-bas, les groupes définis selon le budget posture avaient un effet significatif sur le risque instantané de mourir et

la variable la plus explicative était le temps passé couché avec les tétines exposées (AIC : 713 vs 716). Le nombre total de changements de posture avait aussi un effet significatif, sous forme de caractère continu (AIC : 802 vs 954). Chaque heure supplémentaire passée debout à faire autre chose que manger et boire à J-1 réduisait le risque instantané de mourir de 23 % (HR = 0,77 ; % : 1 - 0,77 = 0,23). Ce risque diminuait également de 40% pour chaque heure supplémentaire que la truie passait avec les tétines exposées et de 55 % tous les 100 changements de posture supplémentaires (CPtotal) après la mise-bas (Tableau 1).

La croissance précoce (J0-J7) des porcelets LW/LW (160 ± 63 g/j) était moins importante que celle des LW/MS (208 ± 59 g/j) mais elle était supérieure à celle des porcelets MS/MS (110 ± 44 g/j) et à celle des MS/LW (114 ± 56 g/j ; Figure 4).

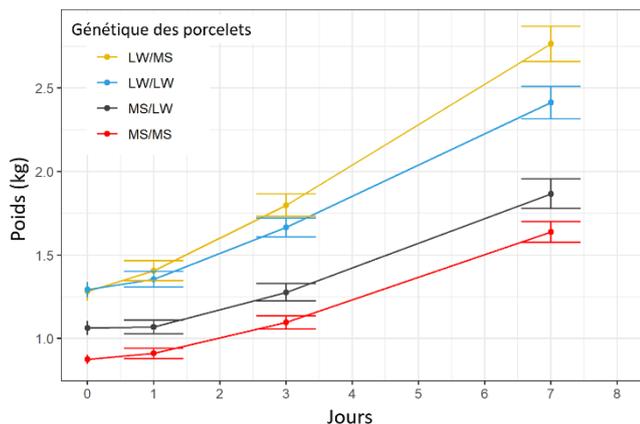


Figure 4 – Courbe de croissance (poids moyen +/- SE) pour chaque type génétique de porcelet (race mère/race père)

Le nombre de changements de posture (CPtotal) avant la mise-bas avait un effet significatif sur la croissance (AIC : -1856 en trois classes vs -1851 en continu). L'effet du nombre de changements de posture en lien avec l'arrêt d'allaitements (CPStopAll) sur la croissance précoce était significatif à J0 (AIC : -1648 en trois classes vs -1646 en continu) et de J1 à J9 (AIC : -1824 en trois classes vs -1778 en continu). Les porcelets issus de truies qui avant la mise-bas changeaient globalement plus fréquemment de posture, avaient une croissance plus lente (35 ± 6 g/j), ainsi que ceux issus de truies qui le jour de la mise-bas changeaient de posture selon CPStopAll (58 ± 10 g/j). A l'inverse, ils avaient une croissance plus rapide de 102 ± 10 g/j si les truies effectuaient plus de CPStopAll après la mise-bas. Les résultats sont présentés dans le tableau 2.

3. DISCUSSION

L'utilisation de deux races contrastées au niveau des performances et de la réactivité comportementale (Rydhmer et Canario, 2022) nous permet d'aborder une grande gamme de variations représentative du champ des possibles dans diverses situations. Dans notre étude, le taux de mortalité des porcelets est plutôt faible, 20 % pour les LW comparé à 25 % dans d'autres études (Andersen *et al.*, 2011 ; Pedersen *et al.*, 2011). Une sélection directe sur la mortalité est souvent peu efficace ($h^2 = 0,05$; Knol *et al.*, 2002). Le comportement des truies pourrait être un levier d'action indirect pour réduire la mortalité car il est modérément héritable (h^2 entre 0,10 et 0,40 ; Rydhmer et Canario, 2022) et associé favorablement avec la survie des porcelets (Vangen *et al.*, 2005 ; Hellbrügge *et al.*, 2008). De plus le patron d'activités de la truie est essentiel pour caractériser le bien-être des truies, puisqu'un changement dans celui-ci peut

être lié à un inconfort ou des problèmes de santé de la truie (Canario *et al.*, 2014). L'étude du patron d'activités au cours du temps peut nous permettre de détecter des changements de budget temps qui peuvent se traduire par davantage de mortalité et une plus faible croissance des porcelets.

Tableau 2 – Estimation des effets des variables explicatives sur le gain moyen quotidien de 0 à 7 jours

Variable	Estimation (Erreur Standard)	Pr(< t)
Intercept	252,47 (10,72)	<0,0001
CPtotal avant (S) ¹	-34,81 (6,43)	<0,0001
CPStopAll MB (S) ²	-58,16 (10,34)	<0,0001
CPStopAll après (S) ²	102,02 (9,86)	<0,0001
Loge B	-6,42 (8,11)	0,43
Loge C	-32,23 (11,02)	0,004
Loge D	-31,87 (9,40)	<0,0001
Taille de portée moyenne (M)	-10,85 (9,29)	0,24
Taille de portée moyenne (S)	-15,93 (7,81)	0,04
LW/LW ³	-45,30 (6,99)	<0,0001
MS/LW	-132,87 (9,38)	<0,0001
MS/MS	-127,43 (9,36)	<0,0001

¹CPtotal avant : Nombre de changements de posture avant la mise-bas. S : Classe supérieure comparée aux classes Inférieure et Moyenne que nous avons fusionnées et qui ici servent de référence. La signification des autres abréviations est donnée dans la section 1.4.2.²CPStopAll : Nombre de changements de posture en lien avec l'arrêt d'allaitement, à la mise-bas (MB), après la mise-bas (après). ³type génétique du porcelet (race mère/race père) avec comme référence les porcelets LW/MS.

Dans la période précédant la mise-bas, le temps passé debout augmente progressivement jusqu'à couvrir 35 % du budget posture la veille de la mise-bas. Rosvold *et al.* (2018) ont montré que les truies passaient 40 % de leur temps debout dans les 12h avant la mise-bas. Un tiers de ce temps était consacré à la construction du nid (Thodberg *et al.*, 1999), une activité qui est corrélée positivement à la survie des porcelets du fait d'une réduction des écrasements par la mère post mise-bas (Andersen *et al.*, 2005) et des cas de porcelets qui meurent de faim (Ocepek et Andersen, 2018). Ainsi, dans notre étude une heure de plus à faire autre chose que manger et boire quand la truie est debout la veille de la mise bas, diminue le risque de mourir de chaque porcelet de 23 %. Le budget activité debout pré-mise-bas est donc un élément important à prendre en compte pour superviser les mise-bas des truies. L'agitation et la réactivité, à travers les changements de posture sont aussi des éléments très importants à considérer. Leurs effets sur la performance des porcelets ont été constatés sur les différentes périodes et dans les différentes analyses. Un plus grand nombre de changements de posture avant la mise-bas est associé à une croissance précoce plus lente des porcelets. A la mise-bas les truies passaient la plupart du temps couchées allongées sur le côté (93 %). De plus, certaines truies passaient leur temps debout à faire autre chose que boire et manger. Cela peut s'apparenter à un comportement de nidification tardif et des interactions précoces avec les porcelets, ce qui est observé de façon plus marquée chez les truies primipares (Canario *et al.*, 2014). Les truies plus agitées ont tendance à moins s'investir dans l'activité d'allaitement (Valros *et al.*, 2002). Dans notre étude, les truies qui ont tendance à changer plus fréquemment de posture pour mettre un terme à un allaitement le jour de la mise-bas ont des porcelets avec une croissance plus lente. En effet, lors des premières heures de vie la prise de colostrum est déterminante pour la croissance précoce (Decaluwé *et al.*, 2014). Après la mise-bas, un groupe de truies se différencie

de l'autre par le temps passé debout à faire autre chose que manger et boire, sans doute du fait d'interactions plus marquées avec les porcelets. Dans les 48h après la mise-bas, les porcelets restent souvent au contact de la truie pendant les phases de repos (Girardie *et al.*, 2021). Une truie plus calme, couchée sur le côté permet donc de réduire le risque de mortalité des porcelets (Andersen *et al.*, 2005 ; Melišová *et al.*, 2014). Cependant, un de nos résultats montre que dans notre population, les truies plus agitées et plus réactives ont une meilleure survie des porcelets. Le nombre élevé de changements de posture, vraisemblablement en lien avec l'arrêt d'allaitements est corrélé à une augmentation de la croissance des porcelets de 102 g/jour. La réactivité des animaux pourrait avoir une base génétique (Rydhmer et Canario, 2022). De ce fait, des porcelets élevés par des mères réactives seraient également plus réactifs. Ils répondraient plus rapidement aux changements de postures de la truie et ainsi éviteraient les écrasements. Ils pourraient également répondre en allant passer plus de temps sous la lampe chauffante, ce qui peut améliorer leur croissance (Berg *et al.*, 2006).

Pour une interprétation plus fine des résultats, un scan sampling sur des périodes clés peut être réalisé pour analyser l'activité de nidification et les interactions mère-jeunes. Les relations entre informations acquises dans cette étude et le comportement maternel seraient ainsi précisés.

CONCLUSION

L'étude des variations des patrons d'activités des truies au fil du temps a montré que les truies les plus actives la veille de la mise-bas avaient une plus faible mortalité dans leur portée. Les truies plus agitées avant la mise-bas le sont restées en début de lactation, et cette attitude a eu respectivement à chaque période, un effet négatif sur la croissance des porcelets et un effet positif sur leur survie. Les performances des porcelets pourraient être améliorées en suivant le comportement dans la période qui précède la mise-bas pour repérer les truies qui risquent de présenter des difficultés. Ces travaux ont été financés par le département de Génétique Animale (INRAE) et le réseau Carnot - France Futur Elevage (projet WHAT-SOW).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andersen I.L., Berg S., Bøe K.E., 2005. Crushing of piglets by the mother sow (*Sus scrofa*)—purely accidental or a poor mother? *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 93, 229-243.
- Andersen I.L., Nævdal E., Bøe K.E., 2011. Maternal investment, sibling competition, and offspring survival with increasing litter size and parity in pigs (*Sus scrofa*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 65, 1159-1167.
- Baxter E.M., Lawrence A.B., Edwards S.A., 2012. Alternative farrowing accommodation: welfare and economic aspects of existing farrowing and lactation systems for pigs. *Animal*, 6, 96-117.
- Berg S., Andersen I.L., Tajet G.M., Haukvik I.A., Kongsrud S., Bøe K.E., 2006. Piglet use of the creep area and piglet mortality – effects of closing the piglets inside the creep area during sow feeding time in pens for individually loose-housed sows. *Anim. Sci.*, 82, 277-281.
- Canario L., Bidanel J.-P., Rydhmer L., 2014. Genetic trends in maternal and neonatal behaviors and their association with perinatal survival in French Large White swine. *Front. Genet.*, 5, 410.
- Decaluwé R., Maes D., Wuyts B., Cools A., Piepers S., Janssens G.P.J., 2014. Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. *Livest. Sci.*, 162, 185-192.
- Genolini C., Alacoque X., Sentenac M., Arnaud C., 2015. **kml** and **kml3d** : R Packages to Cluster Longitudinal Data. *J. Stat. Soft.*, 65, 1-34.
- Girardie O., Espinoza C., Perry C., Lapoumèroulie M., Gogué J., Herhel O., Bidanel J.P., Canario L., 2021. Evolutions génétiques du comportement des truies et de leurs porcelets en début de lactation et leurs associations avec la mortalité et la croissance néonatale. *Journées Rech. Porcine*, 53, 19-24.
- Girardie O., Bonneau M., Billon Y., David I., Canario L., 2022. Clustering of Meishan and Large White sows for activity defined from image analysis, and influence on piglet mortality. *Proc. Conference "World Congress on Genetics Applied to Livestock Production"*, Rotterdam, Netherland.
- He K., Zhang X., Ren S., Sun J., 2016. Deep Residual Learning for Image Recognition. *Proc. Conference "IEEE "* pp. 770-778.
- Hellbrügge B., Töle K.H., Bennewitz J., Henze C., Presuhn U., Krieter J., 2008. Genetic aspects regarding piglet losses and the maternal behaviour of sows. Part 2. Genetic relationship between maternal behaviour in sows and piglet mortality. *Animal*, 2, 1281-1288.
- Knol E.F., Leenhouwers J.I., van der Lende T., 2002. Genetic aspects of piglet survival. *Livest. Prod. Sci.*, 78, 47-55.
- Melišová M., Illmann G., Chaloupková H., Bozděchová B., 2014. Sow postural changes, responsiveness to piglet screams, and their impact on piglet mortality in pens and crates. *J. Anim. Sci.*, 92, 3064-3072.
- Ocepek M., Andersen I.L., 2018. Sow communication with piglets while being active is a good predictor of maternal skills, piglet survival and litter quality in three different breeds of domestic pigs (*Sus scrofa domesticus*). *PLoS One*, 13, e0206128.
- Parlement Européen, 2021. Textes adoptés - Initiative citoyenne européenne «End the Cage Age» (Pour une nouvelle ère sans cage) - Jeudi 10 juin 2021.
- Pedersen L.J., Berg P., Jørgensen G., Andersen I.L., 2011. Neonatal piglet traits of importance for survival in crates and indoor pens. *J. Anim. Sci.*, 89, 1207-1218.
- Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A., 2016. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. In *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 779-788.
- Rosvold E.M., Newberry R.C., Framstad T., Andersen I.-L., 2018. Nest-building behaviour and activity budgets of sows provided with different materials. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 200, 36-44.
- Rydhmer L., Canario L., 2022. Chapter 9 - Behavioral genetics in pigs and relations to welfare. In : T. Grandin (Ed), *Genetics and the Behavior of Domestic Animals (Third Edition)*, 325-375. Academic Press.
- R Core Team, 2020. *R : A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Thodberg K., Jensen K.H., Herskin M.S., Jørgensen E., 1999. Influence of environmental stimuli on nest building and farrowing behaviour in domestic sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 63, 131-144.
- Valros A.E., Rundgren M., Špinká M., Saloniemä H., Rydhmer L., Algers B., 2002. Nursing behaviour of sows during 5 weeks lactation and effects on piglet growth. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 76, 93-104.
- Vangen O., Holm B., Valros A., Lund M.S., Rydhmer L., 2005. Genetic variation in sows' maternal behaviour, recorded under field conditions. *Livest. Prod. Sci.*, 93, 63-71.
- Yang Q., Xiao D., 2020. A review of video-based pig behavior recognition. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 233, 105146.