

Prédiction de l'activité journalière de truies gestantes à partir de créneaux ponctuels d'analyse vidéo manuelle

Maëva DURAND, Jean-Yves DOORMAD, Charlotte GAILLARD

PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590 Saint-Gilles, France

maeva.durand@inrae.fr

Prediction of daily activity of gestating sows from manual video analysis periods

Measuring sows' physical activity is important for predicting their nutritional requirements and can be performed using accelerometers or manual video analysis. However, accelerometers are expensive, invasive, and do not last long, while video analysis is time-consuming and cannot be done continuously. Therefore, the aims of this project were 1) to study the correlation between the activity measured continuously by accelerometers and the one estimated by video analysis over short periods, and 2) to determine whether 24 h of activity could be predicted from these video data. The data set contained individual activity measurements, from accelerometers (recorded continuously) and video analysis (two periods of 5 h per day), taken over 24 days from 38 group-housed gestating sows. Statistical analyses were performed using a generalized linear model considering the observer of the videos (5), the sow's group (4), and the hierarchical rank. Prediction of accelerometer activity using data from the video analysis explained 23-64% of the variability for the two 5 h periods per day, and 39-46% for a combined period of 10 h ($P < 0.001$). For the prediction of 24 h of activity, the explained variability ranged from 26-44%, depending on the data set used. These results indicate that the prediction of 24 h of activity is possible but needs to be improved by reducing the observer effect and perhaps by extending the duration of the video analysis.

INTRODUCTION

La mesure de l'activité physique des truies au cours de leur gestation permet de mieux prendre en compte leurs besoins énergétiques lors du calcul des rations, mais aussi de surveiller leur état de santé ou physiologique (Escalante *et al.*, 2013). Les accéléromètres sont des outils pertinents pour notamment mesurer l'activité des animaux, mais peu robustes, coûteux et difficiles à mettre en œuvre en élevage porcin (Chapa *et al.*, 2020). L'analyse vidéo manuelle permet également de mesurer l'activité mais elle est extrêmement chronophage. Cette étude a pour but de prédire le temps journalier (24h) passé debout, comme mesuré par les accéléromètres, à partir d'analyses vidéo manuelles réalisées sur des créneaux de 5 heures.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Données expérimentales

L'étude a porté sur 38 truies gestantes, croisées Large White x Landrace, issues de quatre bandes et logées en groupe à l'Unité Expérimentale Physiologie et Phénotypage des Porcs (UE3P, INRAE, 35 ; <https://doi.org/10.15454/1.5573932732039927E12>). Les truies étaient équipées chacune d'un accéléromètre fixé à l'oreille (RF-Track, Rennes, France) et filmées en continu par des caméras (Ro-main Inc., Québec, Canada). Ces vidéos ont été analysées par cinq expérimentatrices entraînées, sur deux créneaux de 5 heures (PM : de 13h30 à 18h30, niveau d'activité élevé ; Nuit : de 23h00 à 4h00, niveau d'activité plus faible) sur 24 jours. Les jours analysés intègrent des périodes sans et avec

des « événements » (10 jours « témoins » vs 14 jours « événements ») susceptibles d'affecter l'activité physique des truies : conditions thermiques chaudes et froides, compétition alimentaire, émissions aléatoires de sons.

1.2. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées sur les 250 individus statistiques (couple « truies x jour ») à l'aide du logiciel R studio (version 4.1.2., R Core Team, 2022). Le jeu de données a été divisé en deux parties : les jours témoins (37 %) et les jours événements (63 %). Les analyses ont été réalisées sur les deux jeux de données séparés et combinés. Initialement un modèle linéaire généralisé a été utilisé afin de prédire le temps passé debout mesuré par les accéléromètres à partir de l'activité mesurée par les vidéos, en prenant en compte l'observateur (cinq modalités), la bande de truies (quatre modalités) et le rang hiérarchique (calculé à partir de l'ordre de passage au DAC selon Lanthony *et al.*, 2022), ainsi que leurs interactions avec le temps debout issu des vidéos. Trois modèles ont été construits : (A) ne comprenant que les effets fixes, (B) avec les effets fixes et interactions, et (C) avec uniquement les effets et interactions significatifs. Le meilleur modèle a été choisi à partir du package « performance » (Lüdtke *et al.*, 2021), en fonction de multiples indices de qualité et de prédiction (coefficient de détermination - R^2 , écart quadratique moyen - RMSE, coefficient de corrélation intra-classe).

2. RESULTATS

2.1. Prédiction de l'activité sur des créneaux de 5 heures

2.1.1. A partir du jeu de données témoin

Sur les créneaux Nuit et PM, le meilleur modèle de prédiction des 5 h d'activité mesurées par les accéléromètres à partir des analyses vidéo du jeu de données témoin est le B ($R^2 = 64$ et 35 % respectivement, $P < 0,001$; Tableau 1) en prenant comme effets fixes l'observateur ($P = 0,67$ et 0,01 respectivement pour Nuit et PM), la bande ($P = 0,13$ et 0,008), le rang hiérarchique ($P < 0,01$) et leurs interactions avec l'analyse vidéo ($P > 0,05$).

Tableau 1 – Coefficient de détermination (R^2), effets fixes et interactions intégrés dans les meilleurs modèles de prédiction à partir des créneaux d'analyses vidéo ($P < 0,001$)

Créneau horaire	Jeux de données	R^2 (%)	Effets fixes	Interactions
5 h Nuit	Témoin	64	O, B, H	AxO + AxH
5 h Nuit	Evènement	47	O, H	-
5 h PM	Témoin	35	O, B, H	AxO + AxH
5 h PM	Evènement	23	O, B, H	AxO
10 h (Nuit + PM)	Témoin	46	B, H	AxH
10 h (Nuit + PM)	Evènement	39	O, B, H	AxH
24 h	Témoin	44	H	-
24 h	Evènement	26	O, B, H	AxO + AxH

O : Observateur, B : Bande et H : rang hiérarchique. PM : 13h30-18h30. A : Temps passé en position debout issu des analyses vidéo.

2.1.2. A partir du jeu de données évènement

Sur le créneau Nuit, le meilleur modèle de prédiction des 5 h d'activité mesurées par les accéléromètres à partir des analyses vidéo du jeu de données évènement est le C ($R^2 = 47$ %, $P < 0,001$) en prenant comme effets fixes l'observateur ($P = 0,002$) et le rang hiérarchique ($P < 0,001$). Sur le créneau PM, le meilleur modèle de prédiction est le B ($R^2 = 23$ %, $P < 0,001$) en prenant comme effets fixes l'observateur ($P = 0,69$), la bande ($P < 0,001$), le rang hiérarchique ($P = 0,001$) et l'interaction de l'analyse vidéo avec l'observateur ($P = 0,01$).

2.2. Prédiction de l'activité sur des créneaux de 10 heures

Sur les jeux de données témoin et évènement, le meilleur modèle de prédiction des 10 h d'activité mesurées par les accéléromètres à partir des analyses vidéo sur les créneaux Nuit et PM est le C ($R^2 = 46$ et 39 %, $P < 0,001$). Avec le jeu de données témoin, le modèle comprend comme effets fixes la bande ($P = 0,002$), le rang hiérarchique ($P = 0,05$), et leur interaction

($P = 0,002$). Avec le jeu de données évènement, le modèle comprend en effets fixes l'observateur ($P = 0,001$), la bande ($P = 0,02$), le rang hiérarchique ($P < 0,001$) et l'interaction de l'analyse vidéo avec le rang hiérarchique ($P = 0,07$). Sur les jeux de données témoin et évènement, l'effet de l'observateur sur le temps passé en position debout sur 10 h est significatif ($P = 0,01$), avec une différence significative seulement entre les observateurs 1 (17 % du jeu de données) et 5 (60 % du jeu de données, $P = 0,04$).

2.3. Prédiction de l'activité sur une journée

Sur les jeux de données témoin et évènement, le meilleur modèle de prédiction des 24 h d'activité mesurées par les accéléromètres à partir des analyses vidéo sur les créneaux Nuit et PM regroupés est le C ($R^2 = 44$ et 26 % respectivement, $P < 0,001$) en prenant comme effets fixes le rang hiérarchique ($P < 0,05$). Le modèle pour le jeu de données témoin prend aussi en compte l'interaction de l'analyse vidéo avec le rang ($P < 0,001$) et celui pour le jeu de données évènement tous les effets fixes et leurs interactions ($P < 0,05$).

3. DISCUSSION ET CONCLUSION

Les performances des modèles de prédiction du temps passé debout (mesuré par les accéléromètres) à partir d'analyses de vidéo sont globalement satisfaisantes que ce soit sur des créneaux similaires (de 5 ou 10 h), ou pour prédire des créneaux plus vastes (24 h) que ceux observés via les vidéos. Cependant, elles sont meilleures dans le jeu de données témoin par rapport au jeu de données évènement qui intègre plus de variabilité entre les truies. L'effet observateur semble être un facteur de biais sur la répétabilité des analyses vidéo (Volkman *et al.*, 2021). Il faudrait automatiser l'analyse des vidéos à l'échelle individuelle, un projet en cours qui a pour l'instant de bons résultats à l'échelle du groupe (Durand *et al.*, 2022). De plus, une étude de Marcon *et al.* (2017) a montré que la spécificité et la sensibilité des accéléromètres n'étaient respectivement que de 76 et 68 %. Ces deux méthodes sont donc perfectibles. L'utilisation d'une méthode automatique d'analyse de vidéos permettrait également l'analyse de créneaux plus longs voire en continu de l'activité individuelle.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié d'une aide financière de l'État gérée par l'ANR au titre du programme d'Investissements d'avenir portant la référence ANR-16-CONV-0004

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Chapa J.M., Maschat K., Iwersen M., Baumgartner J., Drillich M., 2020. Accelerometer systems as tools for health and welfare assessment in cattle and pigs – A review. *Behav. Processes*, 181, 104262.
- Durand M., Simon M., Foisil J., Dourmad J.Y., Largouët C., Gaillard C., 2022. Evaluation of the physical activity of a group of gestating sows using an artificial neural network. *Book of Abstracts of the 73rd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*, Porto, Portugal, pp. 455.
- Escalante H.J., Rodriguez S.V., Cordero J., Kristensen A.R., Cornou C., 2013. Sow-activity classification from acceleration patterns: a machine learning approach. *Comput. Electron. Agric.*, 93, 17-26.
- Lüdecke D., Ben-Shachar M.S., Patil I., Waggoner P., Makowski D., 2021. performance: an R package for assessment, comparison and testing of statistical models. *J. Open Source Softw.*, 6(60), 3139.
- Lanthony M., Durand M., Guerin C., Gaillard C., Tallet C., 2022. Hiérarchie dans les groupes de truies gestantes : méthodes de calcul, caractéristiques et lien avec les données d'alimentation. *Journées Rech. Porcine*, 54, 257-262.
- Marcon M., Meunier-Salaün M.C., Le Mer M., Rousselière Y., 2017. Accelerometer technology to perform precision feeding of pregnant sows and follow their health status. *Proc. of the 8th European Conference on Precision Livestock Farming*. Nantes, France. pp. 666-673.
- R Core Team, 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Volkman N., Brünner J., Zelenka C., Stracke J., Koch P., Kemper N., Spindler B., 2021. 'It's a long way until they STOP' – development of a software to annotate pecking injuries in turkeys. *Book of Abstracts of the 72nd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*, Davos, Switzerland, pp. 388.