

Mise au point de méthodes et d'outils spécifiques pour répondre à des questions de recherche autour du comportement animal

Laurianne Canario¹, Christelle Knudsen¹, Rémy Delagarde²

Résumé. Des outils électroniques ont été développés/adaptés et rendus opérationnels pour étudier de façon automatisée le comportement des animaux en Unités ou Installations Expérimentales. Leur validation repose sur la confrontation des résultats fournis par les outils à des analyses du comportement observé *de visu* ou analysé à partir d'enregistrements vidéo sur des truies, vaches, chèvres, canards et oies. Ces mises au point facilitent grandement l'analyse du comportement (CPT) animal et octroient un gain de temps important aux chercheurs qui traitent ces thématiques dans l'acquisition des données, tout en leur permettant d'accéder à des phénotypes plus fins et parfois originaux.

Mots clés : phénotypage, comportement, automatisme, validation croisée

Introduction : de l'identification d'un besoin à la mise au point du prototype


L'exploration de nouvelles questions de recherche se fait conjointement avec l'avènement de nouvelles technologies, ce qui conduit à repenser notre mode d'acquisition des données, pour accéder à des phénotypes plus précis et de plus en plus fins. Notre démarche scientifique inclut donc la mise au point de méthodes et d'outils à des fins expérimentales, en réalisant un développement global ou par l'adaptation-transformation d'outils existants, pour acquérir des données afin d'analyser, dans le cas présent, les mécanismes de l'expression des comportements animaux. Pour les scientifiques que nous sommes, un objectif majeur est d'assurer que ces outils fournissent des mesures précises et de qualité, au regard de la thématique abordée. Les développements qui sont le fruit d'une dynamique d'interactions entre Unités de Recherche, équipes de développement Informatique-Automatisme, et les Installations Expérimentales (IE) et Unités Expérimentales (UE) requièrent un fort investissement en temps des divers interlocuteurs. Ils sont rendus possibles par l'acquisition de contrats de recherche souvent spécifiques : crédits incitatifs des Départements Phase (Physiologie Animale et Systèmes d'Élevage) et GA (Génétique Animale) de l'Inra, financements DGAL (Direction Générale de l'Alimentation), CIFOG (Comité Interprofessionnel des Palmipèdes à Foie Gras) et CasDAR (Compte d'affectation spécial au Développement Agricole et Rural). Ils se font au bénéfice mutuel des chercheurs et des animaliers, en procurant à tous une maîtrise avancée de l'outil et de ses potentialités, et en facilitant l'acquisition de données dans les élevages. Après la formulation d'hypothèses, s'enchaînent plusieurs étapes de développement par essais et ajustements accompagnées de validations croisées avec des enregistrements vidéo ou *de visu* du comportement physique des animaux.

Mise en pratique : développement de la méthode et utilisation de l'outil

Dans cet article sont présentées plusieurs mises au points, finalisées ou en cours de développement. Le premier objectif était de développer un outil pour mesurer de façon automatique plusieurs positions de

1 UMR GenPhySE, Inra, 31326 Castanet-Tolosan, France

2 UMR PEGASE, Inra, 35590 Saint-Gilles, France
laurianne.canario@inra.fr



la truie afin de mettre en relation leur activité avec la survie des porcelets, une problématique forte du bien-être animal. Une approche comparative de plusieurs capteurs, embarqués sur le dos de la truie, a été choisie pour sélectionner l'outil existant qui permet de distinguer les positions d'intérêt. Le deuxième développement concerne l'adaptation d'un outil existant pour des vaches et chèvres laitières au pâturage afin de répondre à un besoin d'acquisition de références sur le CPT alimentaire au pâturage en complément des mesures d'ingestion. En effet, il est difficile de maîtriser l'alimentation des ruminants au pâturage car la régulation de l'ingestion est multifactorielle et influencée en partie par les caractéristiques de l'herbe et des prairies offertes. Il était donc pertinent de pouvoir mesurer à la fois l'ingestion d'herbe et le temps passé à ingérer pour déterminer combien et comprendre comment les animaux ingèrent, prévoir l'influence des pratiques des éleveurs sur l'alimentation des troupeaux, et établir des recommandations de gestion du pâturage. Le troisième développement s'insère dans le cadre des recherches menées depuis 2009 pour développer des méthodes alternatives à la prise forcée d'aliment chez les palmipèdes pour la production de foie engraisé. Ces travaux se basent sur le CPT hyperphagique naturel de l'oie en période pré-migratoire et cherchent à mimer ce CPT en conditions contrôlées en exposant les animaux à des températures hivernales, associées à une réduction de la durée du jour et à une modulation de la disponibilité alimentaire (Guy et al., 2013). Un bâtiment a été équipé pour pouvoir contrôler et suivre l'ingestion collective et les paramètres d'ambiance (éclairage, température) pour simuler au mieux les conditions naturelles du milieu. Notons également que chez les ovins, les comportements sociaux constituent des leviers d'action pour renforcer l'adaptation aux conditions d'élevage, améliorer leur robustesse, leur bien-être et faciliter le travail des éleveurs. L'acquisition de phénotypes comportementaux à grande échelle a nécessité l'aménagement d'un couloir de test de réactivité pour automatiser l'enregistrement des déplacements de jeunes moutons (Ricard et al., 2018).

Activité des truies allaitantes étudiée avec un outil embarqué

Pour faciliter l'acquisition de données dans le cadre de protocoles en lien avec la génétique du CPT, qui étaient obtenues par le passé via des enregistrements vidéo sur l'UE Genesi (Génétique, Expérimentation et Systèmes Innovants) du Magneraud, nous avons défini comme objectif de trouver un outil automatisé pour distinguer efficacement cinq positions de la truie : debout (D), assis (A), coucher ventral (CV), coucher latéral gauche (CG) et coucher latéral droit (CD). La comparaison des signaux obtenus entre trois capteurs a permis d'évaluer leurs capacités de détection respectives. Il s'agissait de deux capteurs de mouvements (A, B) de type accéléromètres disponibles dans le commerce, et d'une application développée sur un smartphone (C) (Canario et al., 2018). Le capteur A était un data logger, le capteur B assurait la transmission d'enregistrement vers un serveur via bluetooth. Les trois capteurs, d'autonomie différente, étaient protégés dans un boîtier métallique en aluminium fixé sur le haut du dos de l'animal avec une ceinture pourvue d'attaches qui assurent la stabilité du boîtier, centré sur la colonne vertébrale (**Figure 1a**). L'information fournie par les capteurs a été confrontée avec l'observation du CPT réel mesuré en continu (enregistrements vidéo) puis ajusté à la fréquence d'enregistrement de l'accéléromètre qui était de 30 secondes. La validation se fait par l'utilisation de forêts aléatoires sous le logiciel R. Les taux d'erreur de prédiction globaux étaient de 2,1% avec le capteur A, 3,1% avec le capteur B et 4,8% avec le capteur C. Le taux de détection est d'autant plus élevé que le temps passé dans chaque position est long. La représentation 3D illustre la capacité de détection du capteur A et le graphique associé montre la capacité de détection correspondante (**Figure 2a**). Les processus d'apprentissage permettent de détecter les positions CG et CD avec une très bonne précision et les positions CV et D avec une bonne précision. Des optimisations sont possibles en changeant la fréquence d'enregistrement pour détecter les positions difficiles à évaluer et des changements de position à risque pour les porcelets. La fixation de la ceinture pour analyser la cinétique d'activité sur plusieurs jours sans risque de blesser la truie est une difficulté à résoudre.



Figure 1. Photos illustratives - **a)** Équipement d'une truie en maternité pour le suivi d'activité (source : L. Canario, Inra) - **b)** Dispositif de mesure et de contrôle de la disponibilité alimentaire chez les palmipèdes (source : C. Knudsen, Inra); - **c)** Équipement d'une vache pour le suivi d'activité d'ingestion au pâturage (source : P. Lambertton, Inra).

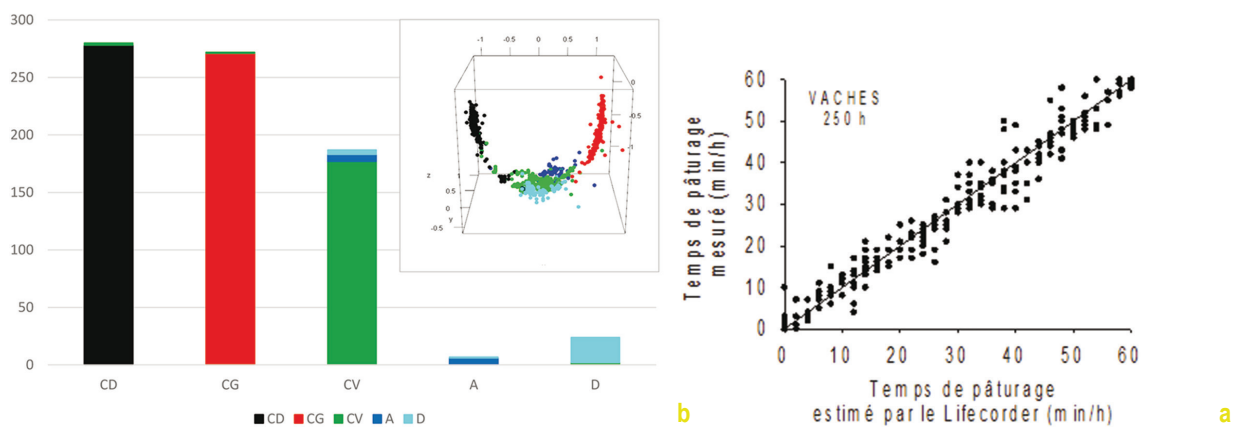



Figure 2. a) Mise en relation des positions prédites par le capteur et celles utilisées par la truie
 ● = Coucher latéral droit ; ● = Coucher latéral gauche ; ● = Coucher ventral ; ● = Assis ; ● = Debout
 (encart : représentation 3D du nuage de données correspondant) ; (source : L. Canario, Inra).
b) Comparaison des durées d'ingestion enregistrées par le Lifecorder Plus et mesurées par observation visuelle, sur vaches laitières (1 point = 1 h d'observation) ; (source : R. Delagarde, Inra).

Enregistrement précis et en continu des activités d'ingestion des vaches laitières et des chèvres laitières au pâturage

La durée d'ingestion ou temps de pâturage journalier a été enregistrée depuis plus de 50 ans, d'abord par observations visuelles, puis par des appareils portatifs plus ou moins automatisés dans l'acquisition et/ou le transfert des données. Les appareils développés à l'Inra étaient basés sur les variations de pression exercée sur une poire en mousse placée sous la mâchoire (Béchet et al., 1989), ou l'enregistrement par microphone du bruit d'arrachement de l'herbe (Delagarde et al., 1999). Ces techniques, souvent fonctionnelles mais parfois très chronophages, n'ont pas survécu au progrès technologique. La précision des nouveaux appareils portatifs du commerce à usage des éleveurs n'est pas suffisante pour travailler à





l'échelle d'un animal et d'une journée. En recherche, un bon appareil d'enregistrement du CPT doit être précis, peu chronophage, et bon marché si possible ! Nous avons trouvé cette perle rare dans un petit appareil développé au Japon pour du coaching sportif humain, nommé le Lifecorder Plus (®, Nagoya, Japon), basé sur un accéléromètre unidirectionnel. La version commerciale était vendue avec le logiciel de transfert et de récupération des données par tranche de 2 min, sur des périodes allant jusqu'à 1 mois. Dans notre cas, le coach est le chercheur, les sportifs sont les ruminants au pâturage ! Suite à une publication japonaise montrant l'intérêt possible de cet appareil pour enregistrer le CPT des vaches, nous l'avons validé à grande échelle (250 h) en le plaçant dans un boîtier étanche, fixé à un collier autour du cou des vaches (**Figure 1c**), et en comparant les données collectées par l'appareil à celles enregistrées visuellement par un observateur entraîné. L'erreur moyenne de prévision était de 12 % par heure et de 5 % par jour, ce qui montre une excellente précision, non biaisée (Delagarde et Lamberton, 2015). Nous avons créé les feuilles de calcul automatisées pour toutes les variables comportementales : durée et nombre des repas, durée d'ingestion totale, etc. Dans le cadre de projets récents (PSDR Grand Ouest Fleche, Casdar CapHerb), des études sont menées à la ferme de Méjusseume (Pegase (Physiologie, Environnement et Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Elevage), Le Rheu) sur la nutrition de la chèvre laitière au pâturage, grâce à des boîtiers que nous avons adaptés à la taille des chèvres. L'utilisation du Lifecorder Plus a été validée par comparaison avec plus de 200 h d'observations visuelles. L'appareil semble aussi précis que sur les vaches (**Figure 2b**) tant que la hauteur de l'herbe n'est pas trop élevée, auquel cas il n'y a plus d'accélération (tête haute) et une perte importante de précision.

Suivi/contrôle de la consommation collective et des paramètres d'ambiance chez les palmipèdes

Le dispositif mis en place vise à répondre à deux objectifs : 1/ enregistrer différents paramètres ; 2/ mesurer des variables associées à ces paramètres et stocker les données produites. Le dispositif permet de paramétrer la période d'éclairement et la période de disponibilité alimentaire de façon indépendante dans chacune des huit cellules du bâtiment. La disponibilité alimentaire est modulée par la montée et la descente d'une mangeoire linéaire accessible aux animaux uniquement en position basse (**Figure 1b**). Le dispositif étant équipé de pesons, il permet aussi de peser la mangeoire en position haute, et ainsi d'évaluer la quantité d'aliment consommée à chaque levée de mangeoire. L'outil permet donc un suivi précis et simple de la consommation collective de palmipèdes élevés en groupe et les premiers essais menés chez l'oie et le canard sont concluants (Knudsen et al., 2017). L'outil a permis de limiter la pénibilité pour les animaliers et réduire la perturbation du CPT animal par des interventions humaines. Au cours des premiers essais menés avec cet outil, la principale difficulté rencontrée a été que certains animaux restaient sous la mangeoire lors de sa descente, obligeant donc l'animalier à entrer dans les cellules pour éviter l'écrasement d'animaux. Une adaptation du dispositif sera donc nécessaire pour limiter l'accès des animaux à la zone sous-jacente à la mangeoire. De plus, le dispositif actuel ne permet pas le contrôle de la température. Il sera prochainement amélioré en ce sens, pour maîtriser au mieux les paramètres d'ambiance du bâtiment.

Conclusion et perspectives

L'activité alimentaire ou sociale des animaux est liée à leur performance et leur bien-être. Les outils mis au point facilitent l'étude de CPTs clés pour ces espèces sur nos IE et UE. Ils offrent une bonne précision de la mesure et pourront être peaufinés pour gagner en information. Le positionnement de capteurs sur le dos d'une truie allaitante est efficace pour distinguer et étudier le temps passé dans plusieurs positions. La validation se poursuit par l'équipement de plusieurs truies. Chez les palmipèdes, l'outil de la mesure de la consommation est utilisé de façon régulière en expérimentation et l'adaptation du dispositif pour le

contrôle de la température est en cours de réflexion. En ce qui concerne le CPT d'ingestion des ruminants, des collaborations ont été établies avec SLU (université suédoise des sciences agricoles, vaches), avec Idele (France, vaches et chèvres), et avec des Unités Expérimentales Inra (Le Pin), qui ont acquis ou vont acquérir le Lifecorder Plus pour l'utiliser sur des animaux au pâturage dans leurs structures. À l'avenir, on peut rêver d'accéléromètres tridimensionnels qui enregistreraient aussi la durée de rumination avec la même précision. Ils existent déjà, mais sont pour l'instant trop peu précis pour une utilisation en recherche. Les outils que nous avons présentés, une fois rendus opérationnels, peuvent être déployés sur les IE et UE, passant d'un usage ponctuel à une utilisation en routine pour faciliter les mesures par les animaliers. Ils pourraient être utilisés en l'état ou modifiés/simplifiés pour fournir des capteurs robustes et simples d'utilisation pour évaluer l'activité des animaux en élevages à grande échelle, nécessaires pour contribuer au développement de l'élevage de précision, pour lequel les nouvelles technologies constituent un levier important et pour répondre à la demande des professionnels d'évaluer les possibilités d'intégrer du CPT animal dans des schémas d'amélioration génétique.

Références bibliographiques

- Béchet G, Thériez M, Prache S (1989) Feeding behaviour of milk-fed lambs at pasture. *Small Rumin Res* **2** : 119-132.
- Canario L, Labrune Y, Bompa JF, Billon Y, Ravon L, Reignier S, Bailly J, Ricard E (2018) Mise au point et validation d'un système embarqué pour mesurer l'activité posturale des truies allaitantes. 50^e Journées de la Recherche Porcine, Paris, France, pp. 329-330.
- Delagarde R, Caudal JP, Peyraud JL (1999) Development of an automatic bitemeter for grazing cattle. *Ann Zootech* **48** : 329-339.
- Delagarde R, Lambert P (2015) Daily grazing time of dairy cows is recorded accurately using the Lifecorder Plus device. *Appl Anim Behav Sci* **165** : 25-32.
- Guy G, Fortun-Lamothe L, Benard G, Fernandez X (2013) Natural induction of spontaneous liver steatosis in Greylag Landaise geese (*Anser anser*). *J Anim Sci* **91** : 455-464.
- Knudsen C, Bonnefont C, Fortun-Lamothe L, Ricard E, Bompa J F, Nozet G, Laverze JB, Lagüe M, Bernadet MD, Fernandez X (2017) Effet des modes de distribution et de présentation du maïs sur l'induction d'une hyperphagie et d'une stéatose hépatique spontanée chez le canard mulard. Actes des 12^e Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours.
- Ricard E, Mialon MM, Hazard D, Meunier B (2018) Techniques de géolocalisation et mesure du comportement animal : quel outil pour quel phénotype ? *Le Cahier des Techniques de l'INRA*, N° spécial phénotypage animal, pp. 176-181.

