

Le comportement alimentaire des vaches laitières au pâturage, mesuré par des colliers détecteurs d'activités, peut-il nous renseigner sur leur niveau de performance ?

BOUCHON M. (1), SCULLY S. (1), COPPA M. (2), OLLION E. (3), MARTIN B. (2), MAITRE P. (4)

(1) INRAE – UE Herbipole, 63122 Saint-Genes-Champanelle

(2) INRAE, UCA, VetAgro Sup – UMR Herbivores, 63122 Saint-Genes-Champanelle

(3) Centre de Développement de l'Agronomie – 5 Place Aristide Bouvet, 01500 Amberieu-En-Bugey

(4) Montbéliarde Association – 4 Rue des Epicéas, 25640 Roulans

RESUME

Cette étude préliminaire vise à déterminer l'existence d'un lien entre comportement alimentaire au pâturage enregistré par des colliers d'activité et performances individuelles chez la vache laitière. Deux lots de 10 vaches laitières pâturant deux parcelles plus ou moins diversifiées de prairie permanente, équipées de colliers accéléromètres Medria®, ont été suivies pendant 45 jours. A partir des temps d'ingestion, de rumination de repos et du nombre de séquences de chacune de ces activités, trois profils comportementaux ont pu être mis en évidence, grâce à des Analyses en Composantes Principales et une Classification Hiérarchique Ascendante. En parallèle, des mesures de production laitière, de taux butyreux et protéique, de note d'état corporel et de poids vifs ont été réalisées. Ces données zootechniques ont été mises en relation avec les profils de comportement, grâce à des Anova. Les trois profils se distinguent principalement par le temps alloué à l'ingestion, les comportements de rumination et de repos étant impactés en conséquence. Lorsque les vaches passent plus de temps à ingérer, elles ruminent moins, car il semblerait qu'elles choisissent des patchs plus verts et plus feuillus qui sont plus facilement digestibles. A l'opposé, des vaches passant très peu de temps à ingérer semblent moins sélectives et passent plus de temps à ruminer, au détriment du repos notamment. *In fine*, quand les vaches expriment un comportement qui semble plus sélectif, elles produisent plus de lait, avec des taux plus élevés et présentent une meilleure note d'état corporel. La race et la parcelle influent également sur les comportements exprimés par les vaches, les Montbéliardes étant plus sélectives et la sélection étant moins intense dans des parcelles faiblement diversifiées. Cette première approche confirme que le comportement alimentaire pourrait être un proxy intéressant de l'aptitude au pâturage des vaches laitières.

Can grazing behaviour measured by activity collars tell us about dairy cow performances?

BOUCHON M. (1), SCULLY S. (1), COPPA M. (2), OLLION E. (3), MARTIN B. (2), MAITRE P. (4)

(1) INRAE – UE Herbipole, 63122 Saint-Genes-Champanelle

SUMMARY

This preliminary study aimed to determine links between grazing behaviour recorded by activity collars and the individual performance of dairy cows. Two groups of 10 dairy cows, grazing two permanent pastures varying in botanical diversity, were equipped with Medria® accelerometer collars and monitored for 45 days. Three behavioural profiles were identified using Principal Component and Hierarchical Cluster Analyses using time spent ingesting, resting, and ruminating and the number of events performed for each of these activities. Individual performance was measured using milk yield, fat and protein contents, body condition score and live weight. These indicators were linked to the behavioural profiles using ANOVA. The three behavioural profiles differed in the time spent grazing, with consequences on the other behaviors. When cows spent more time ingesting, they ruminated less, seemingly due to the selection of more digestible feedstuffs. In contrast, cows that spent very little time ingesting seemed to be less selective and spent more time ruminating, at the expense of resting time. When cows expressed a behaviour that is supposed to be more selective they gave higher milk yields, with higher fat and protein contents and maintained a higher body condition score. Effects of breed and paddock were seen within grazing behaviour profiles, as Montbéliardes were more selective and selectivity is associated with the level of biodiversity of the plot. This first approach confirms that grazing behaviour could be an interesting proxy for the grazing ability of dairy cows.

INTRODUCTION

Les systèmes d'élevage de ruminants herbagers, notamment en zone de moyenne montagne, sont réputés pour la fourniture de nombreux services écosystémiques. La présence de ruminants dans ces zones, *via* l'utilisation des prairies naturelles, participe à la préservation de la biodiversité et permet de produire des aliments de qualité nutritionnelle et organoleptique supérieure (Leiber *et al.*,

2017), tout en offrant aux animaux la possibilité d'exprimer leur comportement naturel. De plus, dans ces zones, la seule ressource alimentaire cultivable à destination de l'alimentation des troupeaux est l'herbe, ressource qui n'entre pas en compétition avec l'alimentation humaine. Ainsi, ces systèmes sont socialement acceptables (Stampa *et al.*, 2020), et il apparaît nécessaire d'en évaluer/améliorer la performance en vue de les maintenir et de les promouvoir. Un des facteurs clé de l'évaluation de la performance de ces

systemes est l'efficience alimentaire (Phocas *et al.*, 2014). Or, la mesure de l'efficience alimentaire passe par des mesures zootechniques (quantités ingérées individuelles notamment), qui sont complexes à mettre en œuvre en dehors de stations expérimentales qui disposent des moyens nécessaires, tant en équipements qu'en main-d'œuvre. Cette difficulté à mesurer certains paramètres zootechniques, notamment au pâturage, associée à l'enjeu croissant autour du phénotypage de l'efficience alimentaire pour une production plus durable (Brochard *et al.* 2013), nécessite donc de trouver des proxys, utilisables à plus grande échelle, facilement mesurables et ne nécessitant pas d'interventions invasives ou d'équipements lourds.

Même s'il est évident que les performances de production des vaches laitières au pâturage sont liées à l'herbe qu'elles y ingèrent, le recours à des données de comportement acquises de façon automatisée par des outils d'élevage de précision représente une opportunité. Il est acquis que le comportement alimentaire est un déterminant clé de la capacité des animaux à prélever la ressource, tant en quantité qu'en qualité (Ginane *et al.*, 2008). Ainsi l'utilisation croissante d'outils d'élevage de précision basés sur l'étude du comportement des animaux (accéléromètres, géolocalisation...), notamment en fermes commerciales où ils permettent d'aider l'éleveur dans la gestion de la reproduction ou la détection de troubles sanitaires, ouvre la voie à l'acquisition de larges jeux de données comportementales. Nous proposons donc ici une première approche visant à étudier la possibilité d'utiliser ce type de données pour caractériser le comportement au pâturage des vaches laitières, en le mettant en relation avec leurs performances zootechniques.

J]. La parcelle DIV+ était également plus pentue que DIV-. Le détail du protocole expérimental est donné par Manzocchi *et al.* (2022).

1.2. MESURES ZOOTECHNIQUES

Les vaches étaient traitées deux fois par jour à 06h30 et 15h30 en salle de traite (Delaval, 2x14 épi 30°). La production laitière individuelle (PL) a été mesurée à chaque traite et des échantillons de lait, prélevés lors des 4 traites des mardis et mercredis toutes les semaines, ont été analysés pour déterminer les taux butyreux (TB) et protéique (TP) (Agrolab's, 15000 Aurillac).

Les poids vifs (PV) ont été mesurés deux fois par jour en sortie de salle de traite grâce à des balances automatiques (Delaval) et la Note d'Etat Corporel (NEC) a été évaluée à deux reprises, par estimation de l'épaisseur de gras sur la dernière côte et au niveau de la fosse caudale par palpation, sur une échelle de 1 à 5.

1.3. MESURES COMPORTEMENTALES

Afin de recueillir les données de comportement, les animaux étaient tous équipés de colliers accéléromètres Axel Medria®, disponibles sur le marché pour la détection des chaleurs et des troubles sanitaires (notamment alimentaires). Les colliers ont été installés en amont de l'expérimentation puisqu'ils nécessitent une période d'autocalibration et de façon à habituer les animaux à leur port pour ne pas influencer sur leur comportement. Le jeu de données généré par ces dispositifs consiste en une description de l'activité majoritaire (ingère, rumine, se repose, a une autre activité) et de la posture (debout, couché) de l'individu au pas de temps de 5 minutes, codée de façon booléenne. La fiabilité des données générées par ce dispositif a par ailleurs déjà été validée par

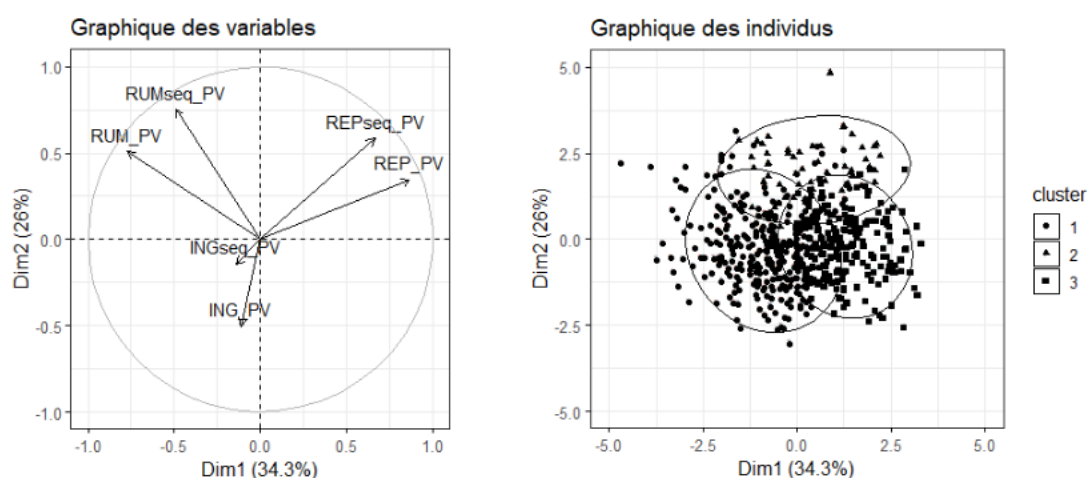


Figure 1 Graphiques des variables (à gauche) et des individus (à droite) de l'ACP projetés sur les dimensions 1-2 de l'axe factoriel

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANIMAUX ET ALIMENTATION

L'étude porte sur deux lots équilibrés de 10 vaches laitières (VL), dont la moitié étaient de race Prim'Holstein et l'autre Montbéliarde, en deuxième moitié de lactation (201 ± 27 jours post-partum au début d'expérimentation). Les VL ont été conduites en pâturage continu exclusivement pendant 45 jours à partir du 15 Mai 2020, et n'ont reçu ni concentrés ni compléments fibreux à l'auge durant la période de mesure. Chaque lot de 10 VL pâturait soit une parcelle à forte diversité floristique (plus de 75 espèces végétales différentes, caractéristique de la région [DIV+]), soit une ancienne prairie temporaire, faiblement diversifiée (environ 30 espèces [DIV-

confrontation avec des données issues d'observation comportementales directes (Bouchon *et al.*, 2019).

1.4. ANALYSE DES DONNEES

Les données générées par les colliers ont permis d'obtenir différents indicateurs :

- Temps total quotidien de chaque activité (min/jour) ;
- Nombre de séquences par jour pour chaque activité ;
- Durée moyenne d'une séquence (min/séquence).

Pour limiter les effets du gabarit des animaux, connus pour influencer la capacité d'ingestion et donc potentiellement les temps d'activité liés à l'alimentation, les données comportementales ont été exprimées sur la base de 100 kg de PV. Afin de mettre en évidence l'existence de profils

comportementaux (**PC**), ces données ont été traitées grâce à des Analyses en Composantes Principales (**ACP**) et à des Classifications Ascendantes Hiérarchiques (**CAH**). Le PC d'une vache pouvant varier d'un jour à l'autre en fonction de son comportement, l'unité statistique retenue est la journée de pâturage/VL. Préalablement, une analyse des corrélations entre les variables comportementales a été réalisée pour sélectionner celles à intégrer dans l'ACP.

L'effet du PC a ensuite été testé sur les performances zootechniques (PL du lendemain, TB, TP, PV et NEC) grâce à des ANOVA. Les effets race, parité et parcelle ont été testés grâce à un test du Chi². Les tests statistiques ont été réalisés sous R.

2. RESULTATS

2.1. MISE EN EVIDENCE DE PROFILS COMPORTEMENTAUX

L'étude des corrélations entre les différentes variables comportementales a permis de sélectionner les variables suivantes pour la réalisation de l'ACP :

- Temps quotidien d'ingestion/100 kg PV (**ING/PV**)
- Nombre de séquence d'ingestion/100 kg PV (**INGseq/PV**)
- Temps quotidien de rumination/100 kg PV (**RUM/PV**)
- Nombre de séquence de rumination/100 kg PV (**RUMseq/PV**)
- Temps quotidien de repos/100 kg PV (**REP/PV**)
- Nombre de séquence de repos/100 kg PV (**REPseq/PV**).

Les trois premiers axes de l'ACP expliquent respectivement 34,3%, 26,0% et 20,2% de la variance. L'axe 1 est caractérisé par les variables liées à la rumination et au repos tandis que l'axe 2 est caractérisé par les variables liées à l'ingestion (Figure 1). La mise en œuvre de la CAH (figure 1) a permis de répartir les individus statistiques en trois classes (PC1, PC2 et PC3), comptant respectivement pour 30,5 %, 19,2 % et 50,3 % des observations. Le PC1 est caractérisé par un temps d'ingestion et un nombre de repas élevé, associé à un temps et un nombre de séquences de rumination faibles. Le PC2 est caractérisé par un temps d'ingestion faible, associé à un temps et un nombre de séquences de rumination élevé. Le PC3 est associé à un temps et un nombre de séquences de repos faibles, avec des valeurs intermédiaires pour les autres comportements (tableau 1).

	PC1	PC2	PC3	P-value
ING/PV (h/100kg PV)	1,22 ^b	1,03 ^a	1,24 ^b	<0,001
INGseq/PV (n/100kg PV)	1,40 ^b	1,28 ^a	1,25 ^a	<0,001
RUM/PV (h/100kg PV)	1,21 ^a	1,60 ^c	1,34 ^b	<0,001
RUMseq/PV (n/100kg PV)	2,74 ^a	3,60 ^b	2,72 ^a	<0,001
REP/PV (h/100kg PV)	1,04 ^c	0,80 ^b	0,73 ^a	<0,001
REPseq/PV (n/100kg PV)	2,45 ^c	2,05 ^b	1,70 ^a	<0,001
PL (kg/j)	17,6 ^a	16,2 ^c	17,2 ^b	0,009
TB (g/kg)	37,3 ^a	36,9 ^{ab}	36,3 ^b	0,011
TP (g/kg)	33,2	33,0	32,6	0,090
PV (kg)	624 ^b	620 ^b	649 ^a	<0,001
NEC	2,24 ^a	2,04 ^b	2,24 ^a	0,016

Tableau 1 Variables comportementales et performances zootechniques en fonction du profil comportemental (PC). Sur une même ligne, les nombres dont les lettres en exposant différent sont statistiquement différents.

2.2. PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Les vaches exprimant un jour donné un comportement de type PC1 ont une meilleure production laitière le lendemain et des TB et TP équivalents aux vaches exprimant un comportement de type PC2. Les vaches exprimant un comportement de type PC3 présentent des valeurs intermédiaires de PL et des TB et TP inférieurs aux deux autres profils. Les vaches exprimant un jour donné un comportement de type PC3 ont aussi un poids vif supérieur aux autres tandis que les vaches exprimant un comportement de type PC2 ont une NEC inférieure (tableau 1).

2.3. REPARTITION DES EFFECTIFS EN FONCTION DU PROFIL COMPORTEMENTAL

Aucun effet individu n'a été montré sur l'appartenance des animaux à un profil comportemental spécifique. Les profils comportementaux ne sont pas associés à la parité des animaux (tableau 2). En revanche, on retrouve plus de comportements PC1 et PC2 que la moyenne de l'échantillon dans la parcelle fortement diversifiée, tandis que le comportement PC3 est plus exprimé dans la parcelle la moins diversifiée. Les Montbéliardes sont par ailleurs plus représentées au sein du PC1 que les Holsteins, qui expriment plus souvent un comportement de type PC2 (tableau 2).

		PC1	PC2	PC3	P-Value
Parité	Primipares	38	22	76	0.303
	Multipares	132	85	204	
Parcelle	DIV-	71 (76)	36 (48)	141 (125)	0.008
	DIV+	99 (94)	71 (59)	139 (155)	
Race	Montbéliarde	106 (92)	45 (58)	152 (152)	0.004
	Holstein	64 (77)	62 (49)	128 (128)	

Tableau 2 Table du Chi² de répartition des effectifs en fonction du profil comportemental (PC). Le nombre entre parenthèses correspond à l'effectif attendu dans le cas où P<0.05

3. DISCUSSION

3.1. SELECTIVITE ALIMENTAIRE

Les différences de comportement entre les profils PC1, PC2 et PC3 pourraient refléter des niveaux de sélectivité au pâturage différents. Le PC1, où les vaches passent beaucoup de temps à ingérer et multiplient le nombre de repas, semble refléter un comportement très sélectif. En ingérant des *patches*

plus verts et feuillus, l'ingéré est vraisemblablement plus facilement digestible, ce qui pourrait expliquer le temps de rumination restreint et les meilleures performances productives. Le PC2, où les vaches mangent vite et en peu de repas, à l'inverse, semble refléter un comportement peu sélectif : l'ingéré est vraisemblablement peu digestible, ce qui est cohérent avec le temps de rumination supérieur et leur temps de repos plus faible (PC2). Ces observations vont ainsi dans le même sens que Coppa *et al.* (2011) qui reportent déjà que la sélection au pâturage a un effet sur les performances zootechniques. Le fait que les vaches semblent avoir un comportement plus homogène dans la parcelle DIV- est également en accord avec Dumont *et al.* (2007), qui ont montré que les différences de comportement au pâturage étaient exacerbées par la difficulté des conditions de pâturage et notamment que le temps accordé à la recherche alimentaire s'accroissait avec l'hétérogénéité de la parcelle. La moindre qualité de l'herbe ingérée dans ce profil de comportement peu sélectif pourrait expliquer la plus faible PL, mais l'ingestion probable d'une alimentation plus fibreuse permettrait de maintenir un niveau de TB intermédiaire.

Malgré tout, la sélection d'animaux exprimant un comportement de type PC1, bien qu'a priori plus intéressants pour convertir la ressource, nécessite l'adoption de pratiques de gestion du pâturage : afin de limiter ce biais de sélection qui serait susceptible d'aboutir à une proportion importante de refus dans les parcelles, une augmentation du chargement instantané dans les parcelles pourrait s'avérer nécessaire.

3.2. APTITUDE AU PATURAGE

L'utilisation de données zootechniques « simples » pour évaluer la performance des vaches laitières, au pâturage notamment, pose question. En effet, il paraîtrait judicieux, dans un premier temps, de pouvoir étudier leur efficacité alimentaire. Mais cette mesure nécessite de mesurer l'ingéré individuel. L'utilisation de proxies zootechniques, tel que la production laitière ramenée au poids vif, peut être une autre voie à explorer, mais nécessite malgré tout des équipements spécifiques (mesure de la PL et du PV quotidien). L'utilisation de tels critères masque cependant souvent des problèmes de santé et/ ou de fertilité. On sait par exemple que des vaches ayant de fortes pertes d'état en début de lactation voient leur efficacité alimentaire améliorée, puisque leur ingestion diminue au risque de probablement dégrader la performance de reproduction (Ollion, 2016). Si on veut évaluer plus globalement l'aptitude des vaches à pâturer, il apparaît donc nécessaire de pouvoir tenir compte des paramètres santé, fertilité... et donc de définir un nouveau critère prenant en compte de ces paramètres, de façon à sélectionner, in fine, des vaches valorisant bien la ressource et capables de se maintenir et se reproduire dans des systèmes pâturant où la ressource peut varier en qualité et quantité au cours de la saison.

3.3. EXPERIENCE DES ANIMAUX

Les données ayant servi à cette étude proviennent toutes d'un même site INRAE, où le troupeau assure son propre renouvellement depuis des générations, et où les conditions de pâturage n'ont que très peu évolué au fil du temps. Les faibles différences observées entre individus pourraient s'expliquer par le fait que les animaux ont tous une expérience commune du milieu depuis plusieurs dizaines d'années. Ils se sont adaptés au système. Le matériel utilisé pour cette première approche étant assez répandu en élevage, il serait donc intéressant de pouvoir recueillir des

données sur d'autres sites expérimentaux, voire en fermes commerciales, afin de valider les résultats obtenus lors de cette étude préliminaire. Ceci permettrait de limiter le biais induit par la réalisation d'une étude sur un site unique.

Une perspective de travail complémentaire serait de compléter cette étude pour analyser la stabilité des PC de chaque vache dans le temps et évaluer la plasticité phénotypique de ce comportement au cours de la saison de pâturage et en pluriannuel.

4. CONCLUSION

Cette première approche a permis de montrer que le comportement alimentaire, mesuré de façon automatique par des capteurs d'élevage de précision largement répandus en élevage, permet de déterminer l'existence de profils de comportement qui pourraient potentiellement être des proxies de la performance des vaches laitières au pâturage. En effet, des animaux que l'on détecterait comme étant plus sélectifs sembleraient plus aptes à convertir la ressource en herbe en lait, tout en maintenant un état corporel plus satisfaisant. Cependant, ce travail reste à approfondir pour tenir compte des évolutions comportementales des animaux au cours du temps, de la durée de présence sur un paddock à l'échelle de la carrière, et/ou pour prendre en compte des aspects liés à la santé et la fertilité. L'adoption de ce type de matériel par de nombreuses fermes, expérimentales comme commerciales, ouvre également la voie à des études à plus grande échelle.

Les auteurs remercient l'ensemble du personnel de INRAE Herbipôle Marcenat pour le soin apporté aux animaux ; le personnel de Montbéliarde Association qui a participé au comité de pilotage de cette étude ; le Trans National Access aux infrastructures de recherche du programme H2020 de la Commission Européenne (projet « SmartCow, no.730924).

- Bouchon, M., Rouchez, L., et Pradel, P. 2019.** EAAP Annual Meeting Ghent. 470
- Brochard, M., Boichard, D., Ducrocq, V., Fritz, S., 2013.** INRA Prod. Anim. 26, 145–146.
- Coppa, M., Farruggia, A., Pradel, P., Lombardi, G., Martin, B. 2011.** Ital J Anim Sci., 10: e1 3, 58-65
- Dumont, B., Rook, A.J., Coran, C., Röver, K.-U., 2007.** Grass and Forage Science 62, 159-171.
- Ginane, C., Dumont, B., Baumont, R., Prache, S., Fleurance, G., Farruggia, A., 2008.** Renc. Rech. Ruminants, 15, 315-322
- Leiber, F., Jouven, M., Martin, B., Priolo, A., Coppa, M., Prache, S., Heckendorn, F., Baumont, R., 2014.** Opt. Med. 109, 33-47
- Manzocchi, E., Martin, B., Bord, C., Bouchon, M., Bérard, J., Coppa, M., Delbès, C., Verdier-Metz, I., 2022.** EGF symposium, 29
- Ollion, E., Ingrand, S., Delaby, L., Trommenschlager, J. M., Colette-Leurent, S., Blanc, F. (2016).** Livestock Science, 183, 98-107
- Phocas, F., Agabriel, J., Dupont-Nivet, M., Geurden, I., Medale, F., Grasteau, S., Gilbert, H., Dourmad, J.-Y., 2014.** INRA Prod. Anim. 27(3), 235-248
- Stampa, E., Schipmann-Schwarze, C., Hamm, U., 2020.** Food Quality and Preference 82