



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

*The French Journal on Grasslands and Forages*

Cet article de la revue **Fourrages**,  
est édité par l'Association Francophone pour les Prairies et les  
Fourrages

Pour toute recherche dans la base de données  
et pour vous abonner :

**[www.afpf-asso.fr](http://www.afpf-asso.fr)**



AFPF - Maison Nationale des Eleveurs - 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12  
Tel. : +33.(0)1.40.04.52.00 - Mail : [contact@afpf-asso.fr](mailto:contact@afpf-asso.fr)

Association Francophone pour les Prairies et les Fourrages

# Utilisation des colliers de monitoring Medria® en vue de faciliter et optimiser la gestion du pâturage des vaches laitières

J. Dewez<sup>1</sup>, M. Calmels<sup>1</sup>, L. Aubé<sup>2</sup>, I. Veissier<sup>2</sup>, M. Gaborit<sup>3</sup>, F. Launay<sup>3</sup>, L. Delaby<sup>4</sup>

## RESUME

L'utilisation de capteurs se démocratise de plus en plus dans les élevages. Les éleveurs investissent surtout pour surveiller la reproduction, peu d'entre eux les utilisent pour piloter la nutrition de leurs animaux. Ce qui, pourtant, pourrait être des outils intéressants pour optimiser la production laitière en observant le comportement du troupeau notamment avec le service Feed'Live®. Grâce à quelques repères et une méthodologie simple d'étude des données et des graphes, un éleveur peut juger de l'efficacité de sa ration hivernale en adéquation avec ses objectifs de production et évaluer l'impact des corrections de pratiques alimentaires.

Au pâturage, les colliers peuvent être utilisés à deux fins : au niveau de la filière (traçabilité des pratiques) et pour l'éleveur dans l'optimisation technique du pâturage. Le projet Grass'Live® génère automatiquement un calendrier de pâturage, à partir des données du collier Axel. Il permet d'aider la filière à prouver, sans générer de travail administratif supplémentaire, que les animaux vont pâturer pendant x jours au moins y d'heures conformément aux cahiers des charges du lait produit. La collaboration qui débute avec INRAE aborde le volet technique : elle vise à mettre au point des indicateurs comportementaux d'évaluation du bien être au pâturage et facilitant la gestion du pâturage (changement de parcelle, animaux atypiques, cohésion de groupe en lien avec le degré de synchronisation...).

## SUMMARY

### *Use of Medria® monitoring collars to facilitate and optimize grazing management of dairy cows*

The use of sensors is becoming more and more common in livestock farms. Farmers invest mostly to monitor reproduction, but few use them to control the nutrition of their animals. However, they could be interesting tools to optimize milk production by observing the herd's behavior, especially with the Feed'Live® service. With a few benchmarks and a simple methodology for studying data and graphs, a farmer can judge the effectiveness of his winter ration in relation to his production objectives, and evaluate the impact of corrections to feeding practices.

At pasture, collars can be used for two purposes: at the chain level (traceability of practices) and for the farmer in the technical optimization of grazing. The Grass'Live® project automatically generates a grazing calendar from the Axel collar data. It helps the sector to prove, without generating additional administrative work, that the animals will graze for x days at least y hours in accordance with the specifications of the milk produced. The collaboration that is beginning with INRAE addresses the technical aspect: it aims to develop behavioral indicators to evaluate the well-being of the animals during grazing and to facilitate grazing management (change of paddock, atypical animals, group cohesion in relation to the degree of synchronization...).

Les techniques associées au numérique accompagnent les éleveurs dans leur quotidien (Faverdin *et al.*, 2020). Les informations issues de capteurs sont de plus en plus utilisées par les éleveurs en quête de confort de travail, de gain de temps et bien sûr de meilleures performances. Parmi ces outils, ceux facilitant la détection des chaleurs et le suivi des vêlages sont les plus utilisés : 50% des éleveurs qui pratiquent le pâturage en sont équipés (Lachia et Foucardeau, 2019). Seuls 10% d'entre eux utilisent des outils destinés à faciliter la gestion du pâturage. La gestion du pâturage est complexe, spécifique de chaque

élevage selon notamment la surface accessible et les pratiques de complémentation. Les questions associées à cette pratique d'alimentation sont nombreuses, ce qui ne facilite pas la tâche des constructeurs et développeurs d'outils d'analyse des données issues des capteurs. Malgré l'intérêt exprimé des éleveurs pour ces outils, il en existe peu sur le marché et beaucoup sont encore au stade de la recherche (Shaloo *et al.*, 2018).

La pratique du pâturage pour les vaches laitières est affichée comme l'une des préoccupations majeures des consommateurs. Ainsi, au-delà des cahiers des

## AUTEURS

1 : Groupe Seenergi, 141 Boulevard des Loges, F-53940 Saint Berthevin - julie.dewez@seenovia.fr

2 : Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

3 : INRAE, Domaine Expérimental du Pin, Borculo, Exmes F-61310 Gouffern en Auge.

4 : INRAE, Agrocampus, Physiologie, Environnement, Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Élevage, F-35590 Saint Gilles

MOTS-CLES : Capteurs ; monitoring ; suivi du comportement des vaches ; bien-être au pâturage ; ration alimentaire

KEY-WORDS: Sensors; monitoring; cow behavior monitoring; pasture welfare; feed ration

REFERENCE DE L'ARTICLE : Dewez J., Calmels M., Aubé L., Veissier I., Gaborit M., Launay F., Delaby L., (2021). « Utilisation des colliers de monitoring Medria® en vue de faciliter et optimiser la gestion du pâturage des vaches laitières », Fourrages 247, 51-56

charges AOP qui imposent une durée minimale de pâturage dans l'année, certains produits laitiers affichent l'engagement d'un lait issu de vaches qui pâturent pendant tant d'heures et tant de jours dans l'année (Pruilh, 2019). L'éleveur doit déclarer les jours et horaires de sortie à l'herbe du troupeau, souvent réalisé sur papier ou au mieux sous tableur. L'enregistrement est jugé contraignant par les éleveurs et ne fait pas preuve de la pratique effective.

D'autre part, le pâturage connaît un regain d'intérêt de la part des éleveurs. L'herbe pâturée est reconnue comme un fourrage de qualité, proche d'une ration complète, se suffisant à lui-même et dont le coût est faible (Pavie et Madeline, 2018). Toutefois la gestion pérenne du pâturage ne s'improvise pas (Delaby et Peyraud, 2009 ; Delaby *et al.*, 2014a). Elle nécessite un suivi régulier et réactif afin de tirer le meilleur des prairies. Il s'agit notamment à court terme de décider au mieux les dates d'entrée et de sortie de parcelle pour assurer une bonne valorisation de l'herbe produite. A moyen terme, il s'agit d'anticiper et de réguler l'enchaînement des parcelles pour assurer la pérennité du système pâturé. A l'échelle du système, des outils tels Pâtur'Plan (Delaby *et al.*, 2014b ; Seuret *et al.*, 2014) ou autres facilitent la prise de décision. A l'échelle de la parcelle, la connaissance du comportement alimentaire des animaux et de leur emploi du temps disponible grâce aux capteurs embarqués sur les animaux est évoquée comme une information qui pourrait aider les éleveurs dans leurs choix de l'enchaînement des parcelles (Werner *et al.*, 2019).

Enfin, la pratique du pâturage est considérée comme favorable à l'expression des comportements mais les questions concernant le bien-être animal se posent aussi au pâturage. Avec, en premier, les questions associées à la santé et les événements sanitaires rares mais spécifiques du pâturage. La notion d'alerte prend ici tout son sens et pourrait être facilitée par les capteurs. Pourtant les éléments d'objectivation font défaut et les informations issues du numérique pourraient être mobilisées à condition de bien en définir leur pertinence (Spigarelli *et al.*, 2020).

Ainsi l'attrait pour la valorisation des données issues de capteurs est à l'ordre du jour dans les conditions spécifiques du pâturage. Les attentes concernent d'une part, l'enregistrement automatique du calendrier de pâturage grâce au suivi des ou de quelques animaux par géolocalisation, et d'autre part, le suivi du comportement des animaux. L'objectif de cet article est d'explorer l'intérêt des capteurs d'activité des animaux.

## 1. Présentation de l'outil Medria

L'entreprise Medria® basée dans le Grand Ouest de la France, créée en 2004, est spécialisée dans les solutions de monitoring et de contrôle de la santé des bovins. Elle conçoit, produit et commercialise des capteurs et des solutions informatiques associées. Elle

propose notamment via le collier Axel, un suivi en continu du comportement des bovins grâce à un collier muni d'un accéléromètre. Le collier Axel mesure les mouvements du cou de l'animal dans les 3 dimensions et permet de déterminer par tranches de 5 min :

- L'activité de l'animal et l'intensité associée : ingestion à l'auge, ingestion au pâturage, repos, suractivité, inactivité, rumination...
- Sa posture : debout ou couché

Le collier transmet les données mesurées vers une base radio positionnée en hauteur dans l'élevage. La portée de communication est d'environ 1 km. Lorsque les animaux sont trop loin de la base, les colliers conservent les données en mémoire jusqu'à ce que l'animal revienne à proximité de la base. L'outil dispose d'une mémoire de 5 jours ce qui permet de sécuriser la chaîne de transmission des informations.

A partir de ces données et de techniques d'intelligence artificielle, 4 services sont disponibles pour les éleveurs :

- Heat'Live : Service de gestion de la reproduction. Il permet de détecter les chaleurs et de suivre les animaux ayant des troubles de la reproduction.
- Feed'Live : Service de gestion de la nutrition. Il permet de contrôler la bonne stabilité du comportement alimentaire à l'échelle de l'individu ou du groupe et d'optimiser la ration.
- Vel'Live : Service de détection des vélages.
- Time'Live : Monitoring de la conduite et du bien-être des animaux. Il permet de générer le budget temps d'un groupe ou d'un individu et ainsi de déceler des points à améliorer dans la conduite des animaux (vaches trop longtemps debout, ingestion trop faible la nuit...) ou des troubles de santé.

## 2. Interpréter les données de comportement alimentaire à l'auge ?

Les techniciens du groupe Seenergi (actionnaire de Medria Solutions) ont acquis un savoir-faire dans l'interprétation des données de rumination, d'ingestion dans le cas de rations hivernales, à l'auge et plus généralement dans l'analyse des données comportementales du troupeau. Mais leur interprétation au pâturage est plus complexe et moins aboutie. Elle fait l'objet d'une collaboration avec les équipes d'INRAE : Unité Expérimentale du Pin (61), UMR Pegase (Saint-Gilles, 35) et Herbivores (Saint-Genès-Champanelle, 63), dans le cadre des travaux du Laboratoire d'Innovation Territoriale Ouest Territoire d'Elevage (LIT Ouesterel).

## 2.1. Quels repères en matière de comportement alimentaire sur une ration hivernale ?

Sur les rations hivernales stabilisées, à savoir hors périodes de transition alimentaire, le profil des courbes d'ingestion et de rumination est le premier élément à observer. L'objectif est d'obtenir des profils parallèles, avec une régularité entre la moyenne sur 7 jours et la moyenne sur 24h et des oscillations de courbe de 40 min maximum (figure 1).



FIGURE 1 : Variation de l'ingestion et de la rumination de 3 troupeaux de vaches laitières issues du Service Feed'Live (Medria). En bas, les courbes d'ingestion (courbes claires) et en haut, les courbes représentent la rumination. Pour chaque graphique, la courbe qui présente le plus de variation est la courbe présentant l'ingestion/rumination moyenne sur 24H glissantes, alors que la courbe plus stable représente l'ingestion/rumination moyenne sur 7 jours glissantes.

Figure 1 : Variation of intake and rumination of 3 herds of dairy cows from the Feed'Live service (Medria).

Une analyse plus approfondie des temps d'ingestion et de rumination peut permettre d'apporter d'éventuelles corrections à la ration. D'une façon générale, une situation satisfaisante se traduit par les valeurs suivantes :

- Temps d'ingestion : 300 et 350 minutes/ jour
- Temps de rumination : 550 à 600 minutes/ jour
- Temps de mastication (somme des temps d'ingestion et de rumination): 750 à 950 minutes/ jour
- Rapport R/I (Temps de rumination/temps d'ingestion) : 1,7 à 2

Si l'élevage se situe en dehors de ces valeurs alors des mesures correctives à la ration pourront être préconisées par le nutritionniste afin d'optimiser la ration. La figure 2, qui met en relation le rapport Rumination/Ingestion et le temps de mastication, permet de définir trois zones caractéristiques du comportement ruminal et de cibler de possibles ajustements de ration.

- Y a-t-il risque d'acidose ? (Zone A).
- La fibre est-elle efficace (longueur de coupe) ? Est-ce que le troupeau ingère trop de fibres (encombrement du rumen) ? (Zone B)
- Suis-je trop sévère sur les quantités distribuées ? (Zone C)

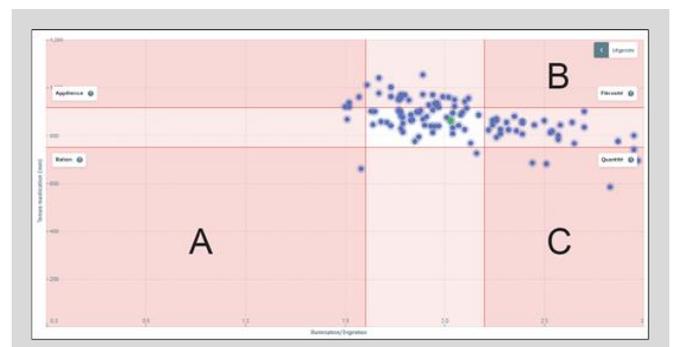


FIGURE 2 : Profil de Mastication (Service Feed'Live) pour un troupeau de vaches laitières. Chaque point représente un animal, un point vert (entouré) matérialise le troupeau (moyenne des animaux).

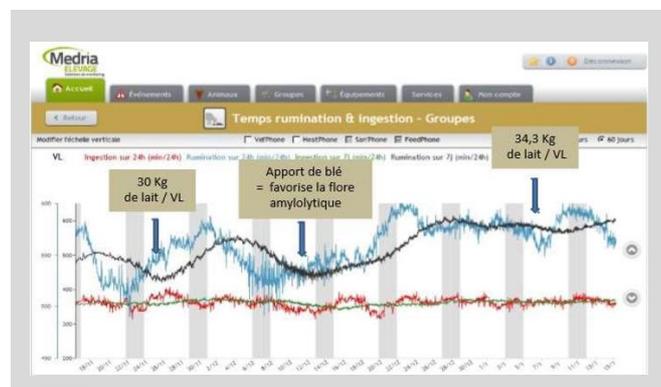
Figure 2 : Chewing Profile (Feed'Live service) for a herd of dairy cows.

Certaines vaches atypiques peuvent sortir du lot. Après l'analyse globale au niveau du groupe, ces vaches peuvent faire l'objet d'un suivi spécifique, même s'il révèle un comportement sans conséquence.

## 2.2. Analyse d'un cas concret

Au début de l'hiver, l'élevage visité se caractérise par des courbes « ingestion » et « rumination » rapprochées (ingestion trop faible et instable) et une production laitière en deçà du potentiel habituellement exprimé.

Après étude de la ration et en accord avec l'éleveur le choix a été fait de substituer le maïs par du blé, un amidon plus rapidement fermentescible. Le rumen a dès lors mieux fonctionné, le temps de rumination a augmenté, et la courbe de rumination s'est écartée de celle de l'ingestion puis s'est stabilisée (Figure 3). Par ailleurs le troupeau a atteint les niveaux de production souhaités.



**FIGURE 3 : Temps d'Ingestion et de Rumination pour un troupeau de vaches laitières en ration hivernale (Service Feed'Live®).** Les courbes d'ingestion sont en bas du graphe (courbes rouge et verte). (en haut) La courbe présentant l'ingestion/rumination moyenne sur 24H glissante présente la plus de variation, l'autre courbe plus stable présente l'ingestion/rumination moyenne sur 7 jours glissants.

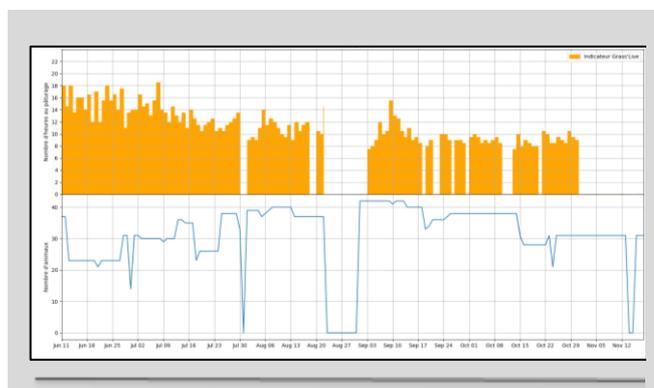
*Figure 3 : Ingestion and rumination times for a herd of dairy cows on a winter ration (Feed'Live® service).*

### 3. Quid de l'interprétation des données au pâturage ?

L'interprétation des données de comportement alimentaire au pâturage est plus complexe, du fait, de la diversité des pratiques. Deux projets sont actuellement en cours, (i) le projet « Grasslive® » qui répond au besoin des filières « Lait au pâturage » grâce à la génération automatique d'un calendrier de pâturage et (ii) le projet de collaboration avec INRAE qui permettra à terme d'analyser les comportements et activités au pâturage, à l'échelle du troupeau et de l'individu. Ce dernier projet permettra d'accompagner la prise de décision mais aussi d'aider à évaluer le niveau de bien-être en situation de pâturage. Ce dernier projet démarré en automne 2020 est à sa 1<sup>ère</sup> étape.

Pour répondre au besoin des éleveurs et plus largement de la filière laitière, Seenergi et ITK (constructeur des solutions Medria) ont développé un algorithme qui permet de quantifier, pour un groupe d'animaux et pour chaque jour de l'année, combien d'heures ce groupe a eu accès au pâturage. L'algorithme a été créé par apprentissage avec des techniques de Machine Learning.

Chaque éleveur dont le troupeau est équipé de colliers va ainsi pouvoir prochainement bénéficier de ce nouveau service en cours de finalisation. La fiabilité de l'algorithme est supérieure à 80%. La figure 4 présente pour un élevage, le nombre d'heures passées au pâturage pour chaque jour de la période traitée. La courbe matérialise le nombre d'animaux pris en compte pour le calcul quotidien.



**FIGURE 4 : Graphe présentant les résultats de l'algorithme Grass'Live® pour un troupeau pâturant sur la période de juin à novembre 2019.** L'histogramme représente pour chaque jour le nombre d'heures pour lesquelles les animaux sont détectés au pâturage et la courbe bleue indique le nombre d'animaux pris en compte pour réaliser le calcul chaque jour.

*Figure 4 : Graph showing the results of the Grass'Live® algorithm for a herd grazing from June to November 2019.*

### 3.1. Recherche de nouveaux indicateurs de conduite du troupeau et de bien-être au pâturage

Diverses unités expérimentales INRAE utilisent les colliers Axel, notamment pour leur capacité à détecter les chaleurs chez les vaches laitières. Ainsi l'Unité Expérimentale du Pin a choisi d'équiper, en mars 2020, 250 vaches et génisses avec des colliers Axel. Ces animaux seront au pâturage pendant la majeure partie de l'année. Les informations disponibles, notamment les temps d'ingestion et de rumination, mais aussi les durées et moments où l'animal est debout, couché ou en activité, incitent à rechercher des indicateurs de bien-être et à s'intéresser au comportement alimentaire des vaches durant la journée et la nuit.

### 3.2. Création d'une interface de traitement et de visualisation de données

Pour faciliter et standardiser l'analyse des nombreuses données comportementales, la collaboration entre Seenergi et INRAE a commencé en 2020 par la création d'une interface de visualisation et de traitement (agrégation) des données provenant des colliers. Cette interface est évolutive et permet de faciliter l'utilisation des données collectées par le collier

Axel couplées à des données propres aux expérimentations (parité, lots, race, parcelles...).

L'interface comprend 3 grandes parties :

- Une **partie visualisation** : L'interface donne la possibilité de visualiser graphiquement les caractéristiques comportementales de groupe d'animaux ou d'individus selon les familles d'activités associées à l'alimentation ou à la station des animaux peu importe la date. Cette partie facilite le contrôle de données aberrantes, ou le contrôle de données non conformes à l'attendu (animal malade par exemple).
- Une partie **extraction de données prétraitées** : le traitement de données directement issues des capteurs n'est pas aisé. Les données seront donc pré-agrégées sur des pas de temps de 5 min ou d'1 h à l'échelle de l'individu et du groupe. Des indicateurs plus spécifiques, tel le degré de synchronisation des activités entre animaux, pourront être calculés en fonction des demandes des chercheurs. Ce volet de l'interface permet aussi de standardiser le traitement des données « normalisées » pour l'ensemble des futurs utilisateurs.
- Une partie visant à **tester de nouveaux indicateurs** proposés par INRAE sous forme de graphiques, tableaux... dans le but de les proposer dans un second temps aux éleveurs.

L'objectif global est que cette interface facilite le pré-travail d'analyse des chercheurs, étape indispensable à la mise au point d'indicateurs pertinents, fiables et utiles aux éleveurs dans la gestion de leur troupeau au quotidien.

### 3.3. Indicateurs pressentis

A ce jour, aucun résultat définitif n'est disponible compte tenu de la récente mise à disposition de la première version de l'interface aux chercheurs. Les données de la première année de pâturage (2020) vont être analysées en 2021 avec 2 objectifs :

- Mieux **comprendre le comportement des vaches** conduites au pâturage, notamment en situation de pâturage tournant simplifié tel que pratiqué sur l'unité INRAE du Pin et de déceler d'éventuels indicateurs pertinents, répétables et utilisables dans la conduite du pâturage à l'échelle de la parcelle (Delaby *et al.*, 2020 ; Delagarde et Robic, 2020) :
  - Déceler automatiquement les dates et heure d'entrée et de sortie des parcelles, des animaux
  - Analyser les comportements (temps d'ingestion/rumination, déplacements...) afin par exemple, de mettre au point un indicateur de changement de parcelle.

- Explorer la **possibilité d'utiliser des données comportementales**, issues des capteurs, dans l'évaluation du bien-être des vaches laitières au pâturage (André et Veissier, 2021). Seront abordées :
  - La synchronisation des animaux, pour estimer le fonctionnement du groupe social ou repérer des animaux atypiques face à l'activité de leurs congénères,
  - L'organisation de activités dans le temps (continuité des activités, rythme d'activité, report es activités la nuit, ...),
  - L'influence des conditions météorologiques « extrêmes » (canicule, pluie excessive) sur le comportement.

Les algorithmes de synchronisation sont en cours de développement. A titre d'exemple, les moments de couchage (le temps passé couché), d'un animal en regard de celui du troupeau et des jours précédents pourraient être un paramètre « candidat » révélateur de problèmes sanitaires, telles que les boiteries (Tucker *et al.*, 2021). De même des changements de rythme d'activité peuvent précéder l'apparition de troubles cliniques ou être associés à un stress (Wagner *et al.*, 2020).

## Conclusion

L'utilisation de données issues de capteurs Medria/Axel est tout à fait possible pour monitorer l'alimentation du troupeau en période hivernale, sur une ration à l'auge. La valorisation des données obtenues au pâturage en est à ses débuts. La collaboration entre INRAE et SEENERGI est une belle opportunité pour y remédier et explorer de manière plus approfondie les comportements des animaux à l'herbe, définir des critères d'évaluation du bien-être et construire des références pour optimiser la gestion du pâturage.

Article accepté pour publication le 02 juin 2021.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- André S. et Veissier I., (2021). « *Les maths au service de l'élevage : détection précoce des anomalies de rythme d'activité de vaches laitières dans un troupeau* », Disponible sur : <https://www.inrae.fr/actualites/maths-au-service-lelevage-detection-precoce-anomalies-rythme-dactivite-vaches-laitieres-troupeau>
- Delaby L. et Peyraud J.L., (2009). « Valoriser les fourrages de l'exploitation pour produire du lait », *Fourrages*, 198, 191-210.
- Delaby L., O'Donovan M., Belot P.E. et Pavie J., (2014a). « Des prairies productives au service de l'élevage des ruminants et de leurs éleveurs », *Fourrages*, 218, 157-166.
- Delaby L., Duboc G., Cloet E., Martinot Y., (2014b). « Pâtur'Plan: Un outil dynamique pour favoriser la gestion anticipée des parcelles en système de pâturage tournant », *Renc. Rech. Ruminants*, 21, 387-391.
- Delaby L., Launay F., Toutain A., Dodin P., Delagarde R., (2020). « Effect of cow type and feeding strategy on grazing time in simplified rotational grazing

- systems », *Grassland Science in Europe N°25*, 28ème general EGF meeting Helsinki, Finland, 237-239.
- Delagarde R., Robic Y., (2020). «Pattern of milk production and behaviour of dairy cows according to the residence time per paddock », *Grassland Science in Europe N°25*, 28ème general EGF meeting Helsinki, Finland, 629-631.
- Faverdin P., Brossard L., Hostiou N., (2020). «Le numérique au service de l'élevage : vers un élevage plus durable ? », In *L'élevage pour l'agroécologie et une alimentation durable*, Editions France Agricole, Paris, France, 298 pages.
- Lachia N. et Foucardeau R., (2019). «Observatoire des Usages de l'Agriculture numérique, Les dossiers de l'observation : Usages du numérique en élevages pâturants » – disponible sur [http://agrotic.org/observatoire/wpcontent/uploads/2019/01/Dossier4\\_num%C3%A9rique%C3%A9levagepaturant.pdf](http://agrotic.org/observatoire/wpcontent/uploads/2019/01/Dossier4_num%C3%A9rique%C3%A9levagepaturant.pdf).
- Pruilh C., (2019). «Pâturage, jusqu'où nous poussera le consommateur ? » *Réussir*, Janvier 2019 – disponible sur <https://www.reussir.fr/lait/paturage-jusquou-nous-poussera-le-consommateur>
- Pavie J., Madeline J., (2018). «Fiche lien Gestion du Pâturage », CASDAR OPTIALIBIO (IDELE) disponible sur [http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/Optialibio/Optialibio\\_Fiche-lien\\_Paturage\\_20180516.pdf](http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/Optialibio/Optialibio_Fiche-lien_Paturage_20180516.pdf).
- Seuret J.M., Theau J.P., Pottier E., Pelletier P., Piquet M., Delaby L., (2014). «Des outils d'aide à la gestion du pâturage pour mieux valoriser les prairies et renforcer la confiance des éleveurs », *Fourrages*, 218, 191-201.
- Shalloo L., O'Donovan M., Leso L., Wermer J., Ruelle E., Geoghegan A., Delaby L., O'Leary N., (2018). «Review : Grass-based dairy systems, data and precision technologies ». *Animal*, 12 :S2, s262-s271.
- Spigarelli C., Zuliani A., Battini M., Mattiolo S., Bovolenta S., (2020). «Welfare assessment on pasture : A review on Animal-based measures for ruminants », *Animals*, 10, 609.
- Tucker C. B., Jensen M.B., de Passilé A.M., Hänninen L., Rushen J., (2021). «Invited review: Lying time and the welfare of dairy cows », *Journal of Dairy Science*, 104, 20-46.
- Wagner N., Mialon M.M., Sloth K.H., Lardy R., Ledoux D., Silberberg M., De Boyer des Roches A., Veissier I., (2020). «Detection of changes in the circadian rhythm of cattle in relation to disease, stress, and reproductive events », *Methods*. In press.
- Werner J., Umstatter C., Kennedy E., Grant J., Leso L., Geoghegan A., Shalloo L., Schick M., O'Brien B., (2019). «Identification of possible cow grazing behaviour indicators for restricted grass availability in a pasture-based spring calving dairy system », *Livestock Science*, 220, 74-82.