



HAL
open science

Élevage de précision et bien-être en élevage : la révolution numérique de l'agriculture permettra-t-elle de prendre en compte les besoins des animaux et des éleveurs ?

Isabelle Veissier, Florence Kling-Eveillard, Marie-Madeleine Mialon, Mathieu Silberberg, Alice de Boyer Des Roches, Claudia Terlouw, Dorothee Ledoux, Bruno Meunier, Nathalie Hostiou

► To cite this version:

Isabelle Veissier, Florence Kling-Eveillard, Marie-Madeleine Mialon, Mathieu Silberberg, Alice de Boyer Des Roches, et al.. Élevage de précision et bien-être en élevage : la révolution numérique de l'agriculture permettra-t-elle de prendre en compte les besoins des animaux et des éleveurs?. INRA Productions Animales, 2019, 32 (2), pp.281-290. 10.20870/productions-animales.2019.32.2.2478 . hal-02385563

HAL Id: hal-02385563

<https://hal.science/hal-02385563>

Submitted on 27 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Élevage de précision et bien-être en élevage : la révolution numérique de l'agriculture permettra-t-elle de prendre en compte les besoins des animaux et des éleveurs ?

Isabelle VEISSIER¹, Florence KLING-EVEILLARD², Marie-Madeleine MIALON¹, Mathieu SILBERBERG¹, Alice DE BOYER DES ROCHES¹, Claudia TERLOUW¹, Dorothée LEDOUX¹, Bruno MEUNIER¹, Nathalie HOSTIOU³

¹Université Clermont Auvergne, INRA, Vetagro Sup, UMR Herbivores, 63122, Saint-Genès-Champanelle, France

²Institut de l'Élevage, 75595, Paris, France

³Université Clermont Auvergne, Inra, Irstea, VetAgro Sup, AgroParisTech, UMR Territoires, 63122, Saint-Genès-Champanelle, France

Courriel : isabelle.veissier@inra.fr

■ Au XX^e siècle, la révolution verte a permis de « rationaliser » l'élevage, en améliorant l'alimentation, le logement, la sélection et la conduite des animaux sur la base des connaissances scientifiques et techniques. Toutefois, le point de vue de l'animal a été oublié, conduisant à des situations extrêmes à l'encontre de leur bien-être. Qu'en sera-t-il avec la révolution numérique ?

Introduction

Au cours de la seconde moitié du XX^e siècle, la révolution verte a profondément modifié l'agriculture, dont l'élevage. L'alimentation, le logement et la conduite des animaux ont été profondément remodelés et rationalisés, c'est-à-dire améliorés sur la base des connaissances scientifiques et techniques disponibles. Le phénotype de l'animal a été fortement modifié sous l'effet d'une sélection génétique fortement axée sur les caractères de production (croissance, production laitière...). Toutefois, le point de vue de l'animal a été oublié, conduisant à des situations extrêmes qui ont un impact défavorable sur son comportement et son bien-être : sol complet en caillebotis réduisant le confort de repos, aliments ne permettant pas l'expression de comportements alimentaires propres à

l'espèce (par exemple aliments uniquement liquides pour les veaux de boucherie), mélanges répétés d'animaux selon leur potentiel de production entraînant une instabilité sociale, des agressions et un stress chronique, etc. Ces élevages, dits « industriels » ont fait l'objet de multiples critiques, par exemple dans le livre « *Animal machines* » de Ruth Harrison en 1964 (van de Weerd et Sandilands, 2008) ou le rapport Brambell en 1965 (Brambell, 1965). Ces critiques ont incité les pouvoirs publics et les instances européennes à formuler des accords entre pays (Conventions et Recommandations du Conseil de l'Europe) et à adopter des directives par l'Union Européenne pour que les animaux soient protégés dans les élevages, au cours de leur transport ou à l'abattage (Veissier *et al.*, 2008).

Nous assistons maintenant à une nouvelle révolution agricole : la révolution

numérique. Des capteurs sont utilisés dans les champs, les bâtiments, sur les animaux pour contrôler de nombreux paramètres afin d'ajuster finement la conduite de l'exploitation (Guarino et Berckmans, 2015). On parle d'Élevage de Précision (EdP) (en anglais « *Precision Livestock Farming* » ou encore « *Smart Farming* ») qui se définit par l'utilisation coordonnée de capteurs (environnementaux ou embarqués sur l'animal) et de techniques de l'information et de communication dans le but d'aider l'éleveur à piloter son élevage, en anticipant certaines situations qui pourraient devenir critiques pour un animal donné ou pour l'ensemble de l'élevage. L'élevage de précision se développe dans les fermes. Ainsi en 2015, 67 % des élevages de plus de 50 vaches laitières du Grand-Ouest français étaient équipés d'au moins un objet connecté (Idele, 2015). Il concerne surtout les grandes fermes.

Les techniques de l'EdP ont été développées essentiellement pour augmenter la rentabilité des élevages et réduire la charge de travail en appliquant des systèmes automatiques pour surveiller – et parfois contrôler – les animaux et leur environnement. Certains systèmes permettent de détecter l'œstrus d'une femelle et de l'inséminer au moment le plus opportun pour maximiser les chances de fécondation, d'autres permettent de détecter une boiterie à un stade précoce ou un déséquilibre de l'état nutritionnel ou encore des paramètres d'ambiance anormaux dans une étable (température ou humidité élevées, forte teneur en gaz carbonique...) et peuvent aider à prendre des mesures correctives rapidement.

Les avantages des outils de l'EdP sont le suivi en continu et sans l'intervention de l'Homme, la détection des anomalies *via* le développement d'algorithmes (comparaison des valeurs anormales par rapport aux valeurs habituelles de l'animal ou en référence à des normes calculées par ailleurs) et l'alerte à l'éleveur en temps réel ou presque afin de l'aider à prendre les décisions quant à la conduite de son élevage. Dans certains cas, ces outils sont reliés à des systèmes mécaniques qu'ils vont activer pour corriger l'anomalie : mise en route de ventilateurs si la température dans un bâtiment est excessive par exemple.

La dématérialisation du suivi de l'élevage par les techniques de l'EdP peut être considérée par le citoyen comme une industrialisation excessive des productions animales, laissant peu de place à l'animal en tant qu'être sensible, en interaction avec son environnement, y compris l'éleveur. Toutefois, les données générées par des capteurs de l'EdP pourraient fournir des informations cruciales pour surveiller et améliorer le bien-être des animaux. Notamment, les troubles de santé sont un enjeu majeur pour le bien-être animal. Les détecter précocement et suivre leur évolution font partie de la gestion du bien-être en élevage, en permettant d'adapter le traitement et ainsi limiter les souffrances.

Néanmoins, le bien-être d'un animal ne se limite pas à sa bonne santé physique. Il est souvent vérifié en s'assurant que

cinq libertés sont couvertes (Farm Animal Welfare Council, 1992) :

i) ne pas souffrir de la faim ou de la soif – grâce à un accès à une nourriture adéquate et à de l'eau fraîche assurant la bonne santé et la vigueur des animaux ;

ii) ne pas souffrir d'inconfort – grâce à un environnement approprié comportant des abris et une aire de repos confortable ;

iii) ne pas souffrir de douleurs, de blessures ou de maladies – grâce à la prévention ou au diagnostic rapide et au traitement en cas de problème ;

iv) pouvoir exprimer les comportements naturels propres à l'espèce – grâce à un espace suffisant, un environnement approprié aux besoins des animaux, et le contact d'autres congénères ;

v) ne pas éprouver de peur ou de détresse – grâce à des conditions d'élevage et des pratiques n'induisant pas de souffrances psychologiques.

En matière de bien-être, au-delà de l'état physique de l'animal, son état mental est primordial, c'est-à-dire ce qu'il ressent (Duncan, 2002). Dans cet article nous discuterons comment l'élevage de précision peut aider à respecter ces libertés, au-delà de la simple détection des problèmes de santé et les conséquences sur le travail de l'éleveur notamment dans sa relation à l'animal.

1. L'élevage de précision pour mieux prédire la santé et le bien-être des animaux grâce aux données de comportement

Plusieurs systèmes d'EdP (tableau 1) sont proposés afin de détecter précocement les troubles de santé, ceux-ci ayant des répercussions économiques importantes (Steensels *et al.*, 2016 ; Steensels *et al.*, 2017).

Chez les bovins, les dispositifs d'élevage de précision – initialement

développés pour l'aide à la détection des chaleurs (Saint-Dizier et Chastant-Maillard, 2018), sont basés sur la détection des activités des animaux : c'est parce qu'un animal est détecté hyperactif que l'on détectera un œstrus ou au contraire parce qu'il est hypoactif que l'on suspectera un problème de santé. Grâce à des accéléromètres, il est possible de savoir si un animal marche, s'il est debout ou couché (bovins : Benaissa *et al.*, 2017 ; ovins : Barwick *et al.*, 2018 ; volailles : Casey-Trott et Widowski, 2018). L'activité d'un animal peut également être déduite de sa position grâce aux systèmes de localisation en temps réel : un animal à côté de l'auge est considéré comme en train de manger, il est considéré au repos s'il est dans l'aire de couchage, et s'il est en dehors de l'aire de repos il peut être vu en déplacement ou debout immobile (par exemple avec le système CowView commercialisé par la société GEA). En particulier, le comportement alimentaire est détecté par les outils de l'EdP. Chez les ruminants il est possible de distinguer l'activité d'ingestion et de rumination (Giovanetti *et al.*, 2016 ; Andriamandroso *et al.*, 2017). Or, les animaux malades passent généralement, moins de temps à manger (et mangent moins) que les animaux sains, et ils passent également plus de temps au repos (Borderas *et al.*, 2009 ; De Boyer Des Roches *et al.*, 2017). Chez les ruminants, la rumination est très sensible aux troubles de santé. Ainsi le temps passé à ruminer diminue chez les bovins malades (Stangaferro *et al.*, 2016a ; Stangaferro *et al.*, 2016b ; Stangaferro *et al.*, 2016c ; Steensels *et al.*, 2017). Ce sont ces variations de comportement qui sont généralement utilisées dans les outils d'élevage de précision pour alerter l'éleveur en cas de problème (ou avertir d'un problème).

D'autres modifications comportementales, potentiellement détectables avec les capteurs de l'EdP, peuvent être observées en cas de maladie. Ainsi un animal malade a tendance à s'isoler de ses congénères, ce qui est interprété comme un moyen de limiter la propagation des maladies. Les activités de jeux, particulièrement présentes chez les jeunes animaux (jeux de contact avec des objets, jeux locomoteurs avec l'animal qui sautille...) et le toilettage

Tableau 1. Dispositifs de l'élevage de précision et utilisation possible pour le bien-être animal.

Capteurs	Espèce	Informations mesurées	Références	Perspectives pour le bien-être animal	
Géolocalisation en temps réel	BV	Temps passé à réaliser un comportement	Meunier <i>et al.</i> , 2018	Pouvoir exprimer les comportements propre à l'espèce	
		Proximité entre congénères : relations préférentielles	Rocha <i>et al.</i> , 2019		
Accéléromètre		Niveau d'activité	Benaissa <i>et al.</i> , 2017		
		Posture debout/couché			
	OV	Niveau d'activité	Barwick <i>et al.</i> , 2018		
		Posture debout/couché			
	Vol	Niveau d'activité	Casey-Trott et Widowski, 2018		
		Posture debout/couché			
Ru		Ingestion et rumination	Giovanetti <i>et al.</i> , 2016		Ne pas souffrir de la faim ou de la soif
			Andriamandroso <i>et al.</i> , 2017		
Microphone	BV	Ingestion et rumination	De Boyer des Roches <i>et al.</i> , 2017	Ne pas souffrir de douleurs, de blessures ou de maladies	
		Niveau d'activité	Stangaferro <i>et al.</i> , 2016a, b, c.		
		Rumination			
Géolocalisation en temps réel	BV	Modification du rythme journalier d'activité	Veissier <i>et al.</i> , 2017		
pH mètre intra-ruminal		Niveau de pH du rumen	Villot <i>et al.</i> , 2017		
Accéléromètres	BV	Activité	Steensels <i>et al.</i> , 2016		
Microphone		Rumination			
Compteur à lait		Niveau de production laitière			
Puce de radio-identification		Visite au robot de traite			
Balance corporelle		Variation du poids vif			
Caméra vidéo	OV	Expression faciale	Lu <i>et al.</i> , 2017	Ne pas souffrir de peur ou de détresse	
	PC	Interactions agonistiques	Lee <i>et al.</i> , 2016		
Microphone			Vocalisation		Cordeiro <i>et al.</i> , 2018

BV : bovin ; OV : Ovin ; Vol : volaille ; Ru : Ruminant ; PC : Porcin.

(animal se léchant) sont souvent diminués lors d'épisodes de douleur ou de fièvre (Mintline *et al.*, 2013 ; Mandel *et al.*, 2017 ; Mandel *et al.*, 2018). Les

changements dans le rythme journalier d'activité semblent également des signes précoces de maladies (Veissier *et al.*, 1989, 2017).

Les animaux peuvent aussi devenir plus « irritables » lors de certaines maladies. Ainsi, l'acidose ruminale subaiguë, maladie nutritionnelle le plus souvent

présente chez les ruminants à fort potentiel de production, due à une diminution du pH du contenu ruminal, est difficile à détecter du fait de l'absence de signe clinique spécifique. Or elle se traduit par des modifications du comportement des animaux : diminution du temps passé à manger ou à ruminer et aussi hyper-réactivité face à des stimuli extérieurs et agressivité entre congénères (Commun *et al.*, 2012). Des outils d'élevage de précision permettent d'envisager l'utilisation conjointe de bolus intra-ruminaux pour un suivi en temps réel du pH du rumen (Villot *et al.*, 2017) et d'autres capteurs traçant l'activité des animaux afin d'améliorer la détection précoce de l'acidose (Silberberg *et al.*, 2017). Ces changements reflètent le malaise ressenti par l'animal en raison de la maladie qui affecte les motivations d'un comportement (Aubert, 1999).

Plus généralement, les changements dans le comportement peuvent indiquer l'état mental d'un animal. À l'instar d'une maladie, le stress influence le comportement. Des animaux stressés chroniquement peuvent devenir hyper réactifs (Boissy *et al.*, 2001) ou au contraire apathiques (Broom, 1987), c'est-à-dire réagir de manière exagérée ou au contraire ne pas réagir à un événement extérieur selon l'évaluation qu'ils font de leur possibilité d'action sur cet événement. C'est pourquoi, au-delà de la détection de la maladie, l'élevage de précision pourrait servir à évaluer le niveau de mal-être induit par cette maladie, à condition que les modifications subtiles des comportements soient intégrées dans les systèmes de décision. Des travaux sont conduits pour enrichir les outils actuels de l'EdP afin de prendre en compte le rythme d'activité, le toilettage ou encore la réaction des animaux à l'approche d'un observateur (Johansson *et al.*, 2015 ; Veissier *et al.*, 2017 ; Meunier *et al.*, 2018).

En complément aux altérations comportementales connues comme étant associées aux maladies des animaux (comportement alimentaire, activité physique), l'EdP pourrait alors donner accès à de nouveaux indicateurs difficilement observables par les éleveurs (activités de jeu, expressions faciales, rythmes d'activité...). Ceux-ci permettraient une détection précoce des

problèmes et également une évaluation des expériences positives des animaux. En outre, les mesures de ces indicateurs précoces de bonne santé permettent une surveillance des animaux sans les perturber par un examen rapproché.

Certains comportements délétères comme le picage des plumes chez les volailles et les morsures de queues chez les cochons peuvent avoir des conséquences désastreuses : blessures ouvertes voire cannibalisme. Ces comportements ont une origine multifactorielle : taille des groupes et densité élevées, sols en caillebotis, environnements pauvres, etc. Le picage chez les poules pourrait être détecté par analyse d'image, en identifiant les pertes de plumes ou le sang de blessures, de même chez les porcs pour les morsures de la queue. Ce type de technique a déjà été mis au point pour détecter les lésions des pattes chez les volailles au moment de l'abattage (commercialisé par la société Meyn). Des outils similaires pourraient être développés en élevage et limiter ainsi ces comportements délétères.

Ces recherches doivent être approfondies afin d'utiliser au mieux les outils d'élevage de précision actuels pour assurer le bien-être des animaux, voire développer des outils spécifiques pour la détection des blessures en ferme par exemple. Dans les systèmes d'élevage plus extensifs en plein-air type pastoralisme avec un grand nombre d'animaux sur de grandes surfaces et peu de main-d'œuvre, les outils de l'EdP devraient apporter une aide précieuse aux éleveurs pour notamment retrouver un animal isolé et potentiellement malade. Cependant des questions pratiques telle que l'acheminement et le stockage des données, l'autonomie en énergie des dispositifs embarqués et le coût des capteurs sont encore particulièrement critiques (Bocquier *et al.*, 2014).

2. L'élevage de précision pour suivre l'expression du répertoire comportemental des animaux

À l'heure actuelle, le bien-être des animaux est souvent évalué partiellement

en vérifiant que les animaux ne sont pas malades, blessés ou stressés. Or le bien-être implique non seulement l'absence de souffrance, mais aussi la possibilité d'avoir des expériences positives (Wathes *et al.*, 2013). Outre la satisfaction de leurs besoins de base (nourriture, aire de repos, confort thermique...) les animaux sont motivés pour exprimer une large gamme de comportements : exploration de l'environnement, toilettage, manipulation d'objets (Martin et Bateson, 1985), contacts positifs entre congénères (flairage, jeu de tête...) (Bouissou *et al.*, 2001). Les contacts positifs sont à l'origine de relations préférentielles durables avec leurs congénères familiers qui apportent un « soutien social », par la diminution du stress dans des situations perturbantes (Mounier *et al.*, 2006 ; Raussi *et al.*, 2010 ; Rault, 2012).

Les outils de l'EdP (tableau 1) pourraient fournir des informations sur le fonctionnement des groupes sociaux, les animaux de production appartenant à des espèces grégaires. En particulier dans les espèces qui à l'état naturel vivent en grands groupes (comme les bovins, les ovins et les caprins), les relations entre les animaux sont régies par des relations de dominance-subordination et par des liens préférentiels. Dans des groupes instables, les relations de dominance-subordination sont souvent prépondérantes, conduisant à une augmentation de la fréquence des agressions entre les animaux. Ces agressions peuvent être détectées grâce aux systèmes de l'EdP. Par exemple, chez les porcs, les contacts tête-à-tête, les coups et les poursuites peuvent être détectés par des analyses d'image (Lee *et al.*, 2016). Les relations préférentielles entre des animaux se traduisent par des individus qui restent à proximité les uns des autres, échangent des interactions positives et synchronisent leurs activités (Veissier *et al.*, 1990). L'équilibre entre les interactions agressives vs positives, la proximité et la synchronisation des activités informent sur la cohésion du groupe animal. À l'heure actuelle, ces éléments sont difficilement accessibles aux éleveurs car ils demandent des observations lourdes ; seuls des cas extrêmes d'agressivité sont facilement détectables lors d'ob-

servations de routine des troupeaux. Une détection par des outils de l'EdP semble possible en se basant sur des analyses d'image pour la détection des interactions, sur la localisation des animaux pour évaluer leur proximité, ou encore sur leur activité pour évaluer la synchronisation (voir exemples précédemment). Cela nécessite de développer des algorithmes spécifiques pour les intégrer aux outils existants ou en développer de nouveaux. Ainsi, dans un article récent (Rocha *et al.*, 2019), nous montrons qu'un système de positionnement peut servir à détecter les relations préférentielles et les changements dans la cohésion de groupe, lorsque les animaux sont mélangés.

De même, selon l'espèce considérée, l'utilisation de brosses pour le toilettage, la manipulation d'objets, l'exploration de l'environnement, l'accès au pâturage ou à un parcours pourraient être suivis par des outils de l'EdP. On peut ainsi imaginer de détecter le passage des animaux à proximité de ces éléments et de les identifier grâce à une identification électronique.

3. Les outils de l'élevage de précision pour décrire les émotions des animaux

Les attentes sociétales en matière de bien-être des animaux résultent de la reconnaissance de la sensibilité de ceux-ci (Anonyme, 1997). Cela signifie qu'ils sont capables de ressentir des émotions : peur, colère, frustration, joie, contentement, etc. (Veissier *et al.*, 2009). Les émotions peuvent être détectées au travers des expressions faciales chez l'Homme. Il en est de même chez les animaux bien que ce domaine ait été peu exploré jusqu'à présent (Descovich *et al.*, 2017). Ainsi les postures d'oreilles des moutons peuvent renseigner sur leur état de surprise, peur ou colère (Boissy *et al.*, 2011). La douleur induit des changements caractéristiques dans les postures et l'expression faciale des animaux. Par exemple, les chevaux adoptent des postures particulières lorsqu'ils souffrent : encolure horizontale, œil fermé, tensions musculaires des joues, au-dessus des yeux et des nasaux,

tressaillements épidermiques (Costa *et al.*, 2014 ; Hausberger *et al.*, 2016). À l'heure actuelle cette connaissance est peu utilisée en élevage, sauf lorsque l'éleveur détecte lui-même ce genre d'expression grâce à son expérience des animaux et une connaissance précise de ses propres animaux. Cependant, certaines espèces de type proie peuvent minimiser ou masquer des signes de douleur en présence d'un prédateur ou de l'Homme (Ashley *et al.*, 2005), ce qui peut rendre difficile la détection par observation en direct. Récemment, des chercheurs ont développé des algorithmes d'analyse d'images afin de détecter la douleur au travers des expressions faciales de moutons (Lu *et al.*, 2017, [tableau 1](#)). Pour le moment, les émotions positives sont peu abordées. Par ailleurs, les analyses d'image ne semblent pas le seul moyen d'exploration ; les sons émis par les animaux peuvent aussi nous renseigner sur leur état. Ainsi des rats émettent des ultrasons spécifiques lorsqu'on les chatouille, signant vraisemblablement un état de plaisir (Panksepp et Burgdorf, 2003), les brebis émettent des bêlements bas au contact de leurs agneaux, et à l'inverse des cris de détresse sont facilement reconnaissables dans bon nombre d'espèces telles que le porc (Cordeiro *et al.*, 2018).

L'étude des émotions des animaux et les nouveaux moyens d'analyse (image, son...) ouvrent des pistes pour détecter et mieux gérer la douleur et les autres émotions en élevage. Les dispositifs actuels d'EdP commercialisés (en particulier ceux utilisant des accéléromètres ou le positionnement des animaux, [tableau 1](#)) devraient être affinés par le développement d'algorithmes spécifiques pour extraire des informations propres au bien-être animal. D'autres dispositifs basés sur la reconnaissance d'image devraient voir le jour. Pour cela des collaborations sont nécessaires entre ingénieurs développeurs d'outils et d'applications et biologistes – en particulier des éthologues – pour développer des algorithmes appropriés afin de détecter les anomalies vs des signes positifs de bien-être animal, calculer des seuils d'alerte ou des indicateurs (résumant la situation sur une période de temps donnée) ou encore produire une évaluation globale.

4. L'élevage de précision et les relations Homme-animal

La relation Homme-animal se construit quotidiennement dans les interactions entre l'éleveur et ses animaux. C'est un enjeu important pour la sécurité de l'éleveur, sa facilité à travailler avec les animaux, et également pour sa motivation pour le métier et le plaisir à travailler au contact des animaux. En outre, la relation Homme-animal contribue au bien-être de l'animal (Boivin *et al.*, 2003). Si cette relation est bonne, elle se traduit par des comportements de confiance et d'approche vis-à-vis de l'Homme et si elle est dégradée, par des comportements de peur et d'évitement.

La relation Homme-animal pourrait être mise à mal par les outils de l'EdP qui modifient l'approche de l'animal. En effet, en fournissant des informations en continu à l'éleveur sur ses animaux, les capteurs risquent de restreindre le contact physique et donc les liens aux animaux. Ceci est encore plus vrai si les capteurs sont associés à des automates remplaçant le travail quotidien de l'éleveur, robot de traite ou distributeur d'aliment, qui permettraient jusqu'alors de renforcer le lien Homme-animal. En effet, les occasions d'observer directement les animaux, leur comportement, leur santé et leur bien-être peuvent se réduire (Cornou, 2009). Or ces occasions permettent à l'éleveur et aux animaux de mieux se connaître. Une peur chez l'animal face à l'Homme pourrait alors plus facilement s'installer, d'autant plus chez les animaux d'un tempérament peureux (Boivin *et al.*, 2012).

Quand les éleveurs parlent d'observation, ils évoquent, soit le temps passé parmi les animaux, soit la consultation des informations sur l'ordinateur. La distinction entre ces deux types d'observation n'est pas toujours faite, ainsi « observer les animaux » peut devenir « regarder l'écran » (Kling-Eveillard et Hostiou, 2017). Une étude, conduite en Bretagne auprès de 25 éleveurs ayant des vaches laitières, des truies gestantes ou des poulets de chair a montré que les moments d'observation des animaux ont changé car seuls quelques éleveurs

(5 sur 25, dont 4 femmes) disent regarder d'abord les animaux le matin en démarrant leur activité, alors que tous les autres commencent par regarder l'ordinateur et les alertes du jour (Kling-Eveillard et Hostiou, 2017). Cependant, tous les éleveurs ne délèguent pas les décisions aux outils. Nombreux sont ceux qui associent données fournies par le capteur et observations directes : par exemple, dans l'étude citée plus haut, des aviculteurs pèsent un échantillon de poulets de chair manuellement en complément du peson automatique et la plupart des éleveurs laitiers vérifient visuellement que la vache désignée par le détecteur comme étant en chaleurs l'est bien avant d'appeler l'inséminateur. Une autre étude a montré que seuls 15 % des éleveurs laitiers délèguent entièrement la décision d'inséminer au détecteur (Disenhaus *et al.*, 2016). Des situations nouvelles et favorables à des interactions positives peuvent se mettre en place et fournir à l'éleveur des occasions d'observer les animaux et de compléter les informations collectées par les capteurs. Certains éleveurs réinvestissent le temps libéré par l'automatisation dans l'observation et la présence auprès des animaux, le fait de côtoyer leurs animaux contribuant à améliorer la relation Homme-animal.

Les relations entre les éleveurs et leurs animaux sont diverses entre les exploitations. Des profils d'éleveurs caractérisés par un rapport au métier et à l'animal différents ont été identifiés et s'avèrent associés à des pratiques et des représentations de l'élevage de précision différentes (Kling-Eveillard et Hostiou, 2017). Ainsi, certains éleveurs apprécient particulièrement la modernité du métier apportée par l'élevage de précision et disent également consulter d'abord l'ordinateur le matin, tandis que d'autres éleveurs sont moins intéressés par ces aspects mais expriment leur satisfaction de mieux connaître leurs animaux individuellement depuis l'introduction de l'EdP. Le recours à des capteurs facilite le travail des éleveurs avec ses animaux. Dans l'enquête citée précédemment, la majorité des éleveurs laitiers et porcins qui ont accès à des informations individuelles disent mieux connaître les animaux « à problèmes », signalés par une alerte. Mais

ces connaissances supplémentaires ne concernent pas tous les animaux, et les éleveurs ne considèrent pas mieux connaître les animaux qui n'ont pas de problèmes, certains les qualifient d'« invisibles » puisqu'ils ne sont la cause d'aucune alerte.

Ce recours aux capteurs peut aussi se traduire par une diminution de l'usage de l'« œil de l'éleveur » et une confiance « aveugle » dans les données produites par l'outil pour la prise de décision. L'élevage de Précision entraîne un changement de nature du métier d'éleveur avec l'acquisition de nouvelles compétences mais parfois également la perte de compétences « traditionnelles » et peut se traduire pour certains éleveurs par une démotivation vis-à-vis du métier et de la relation aux animaux (Cornou, 2009).

5. Le cas particulier de l'abattage

Au moment de l'abattage, l'étourdissement doit induire un état d'inconscience qui dure jusqu'à ce que la mort soit provoquée par la saignée. La conscience peut être décrite comme « un état d'esprit dans lequel il existe une connaissance de sa propre existence et de l'existence de son environnement » (Damasio, 2010). Les mammifères et les oiseaux sont capables d'expériences conscientes (Le Neindre *et al.*, 2018). Le bon fonctionnement du cortex est nécessaire pour connaître, comprendre et donner un sens à ce qui est perçu, pour avoir une perception consciente de l'environnement et de soi (Crick et Koch, 1995 ; Laureys, 2005). Lorsqu'il est réalisé correctement, l'étourdissement réduit fortement l'activité électrique du cortex voire l'annule (Newhook et Blackmore, 1982 ; Raj *et al.*, 2006). Par conséquent, le cortex ne traite plus les informations venant du corps ou de l'environnement et l'animal est inconscient.

Différentes techniques permettent d'étourdir les animaux (Terlouw *et al.*, 2016a) : le pistolet à tige perforante utilisé pour toutes les espèces, l'électronarcose ou l'étourdissement électrique utilisé principalement chez

les ovins, les volailles et les porcs et l'étourdissement au gaz utilisé pour les porcs et les volailles. À la différence de la tige perforante et l'électronarcose, l'étourdissement au gaz n'induit pas l'inconscience de manière instantanée.

Il est essentiel d'utiliser plusieurs indicateurs pour vérifier la perte de conscience avant la saignée. À la suite de l'étourdissement par tige perforante ou par gaz de l'animal, la perte de la posture debout associée à l'absence de tentatives de redressement, l'absence de mouvements oculaires et de réflexe cornéen (fermeture de la paupière lorsqu'on effleure la cornée) ainsi que de la respiration rythmique indiquent un dysfonctionnement généralisé du tronc cérébral et par conséquent, une perte de conscience (Terlouw *et al.*, 2016b ; [tableau 2](#)). En revanche, immédiatement après l'électronarcose, à cause des phases de mouvements toniques et cloniques qu'elle induit, certains signes sont difficiles à évaluer. Dans ce cas, la perte de la posture debout associée à l'absence de tentatives de redressement et la présence d'un état tonique durant au moins 10 secondes indiquent qu'une quantité suffisante d'électricité a traversé le cerveau et que l'animal est inconscient, bien que la conscience puisse revenir si l'animal n'est pas saigné rapidement. Au contraire, la posture debout, des tentatives de redressement, des réflexes oculaires, la respiration ou la vocalisation suggèrent un état de conscience ou de retour de conscience quelle que soit la technique utilisée ([tableau 2](#) ; Terlouw *et al.*, 2016b). Des pédalages sont souvent observés après l'étourdissement. Leur simple présence n'est pas indicatrice d'un mauvais étourdissement car il s'agit de mouvements réflexes (Terlouw *et al.*, 2015). En revanche, des mouvements similaires volontaires impliquent le cortex cérébral et sont donc indicateurs de conscience, mais comme les deux types de mouvements se ressemblent, il est difficile de les discriminer en routine (Terlouw *et al.*, 2016b).

Les outils de l'EdP pourraient être utilisés en complément du contrôle humain pour évaluer le niveau de conscience. Un tel système, basé sur l'induction d'un possible réflexe cornéen au moyen

Tableau 2. Indicateurs pour évaluer l'état de conscience ou d'inconscience après l'application de différentes techniques d'étourdissement.

Indicateur	Interprétation	Technique	
Absence de posture debout	Inconscience	Tige perforante	
		Electronarcose	
		Gaz	
Absence de réflexes oculaires		Tige perforante	
		Gaz	
Absence de respiration		Tige perforante	
		Gaz	
Présence de réflexes oculaires		Risque de conscience ou de retour de conscience	Tige perforante
			Electronarcose
	Gaz		
Présence de respiration	Tige perforante		
	Electronarcose		
	Gaz		
Posture debout	Conscience	Tige perforante	
		Electronarcose	
		Gaz	
Tentatives coordonnées et orientées de redressement		Tige perforante	
		Electronarcose	
		Gaz	
Vocalisations		Tige perforante	
		Electronarcose	
		Gaz	

de jets d'air et l'analyse d'images pour vérifier l'absence de clignement de l'œil est en cours de développement¹. Cet outil assistera les opérateurs dans la

¹ <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/sante-animale/article/cet-automatique-contrôle-l-etourdissement-des-animaux-en-abattoir-1184-139390.html>

décision de ré-étourdir immédiatement un animal lorsqu'il y a un doute sur son état d'inconscience.

Des guides de bonnes pratiques en matière de protection des animaux formalisent les procédés à suivre lors de l'abattage (collaborations Instituts techniques, Inra, Ministère de l'agriculture).

D'autre part, des guides de contrôles de l'étourdissement définissent des seuils au-delà duquel on doit conclure à une dérive du procédé, qui sans ce suivi ne serait détectée qu'au moment d'un échec d'étourdissement. Les instruments et techniques utilisés pour l'étourdissement sont alors inspectés et améliorés pour prévenir ces échecs. Des outils informatiques en ligne permettraient d'affiner cette démarche.

Conclusion et perspectives

Les techniques d'EdP offrent un large éventail de possibilités d'utiliser les signes comportementaux des animaux pour suivre leur état de bien-être, qu'il s'agisse de leur santé, des relations sociales, de la relation Homme-animal ou plus généralement de stress liés à des événements ou un environnement contraignant. De plus, l'enregistrement en continu des troubles de bien-être (de santé ou autres) ou des étourdissements défectueux avant abattage permet d'obtenir une vue d'ensemble de leur fréquence et gravité pour une ferme ou un abattoir, afin que des plans de correction soient décidés et mis en œuvre pour améliorer la situation dans le futur. En parallèle, ces outils contribueraient au bien-être de l'éleveur dans sa satisfaction d'avoir des animaux qui vont bien (détection précoce des maladies, expression de comportement propre à l'espèce...), dans la réalisation de son travail d'éleveur (sécurité dans la manipulation des animaux, diminution de certaines contraintes de son métier, relation positive avec ses animaux...).

Toutefois, utiliser des outils d'EdP n'implique pas que le bien-être des animaux et des éleveurs seront nécessairement assurés :

i) le bien-être des animaux est un concept holistique : tous les aspects doivent être couverts et on ne peut se contenter d'un outil contrôlant un seul aspect (par exemple la bonne alimentation ou la bonne santé) pour prétendre assurer le bien-être d'un animal dans sa globalité ;

ii) l'EdP peut aider les éleveurs à détecter des anomalies et identifier les environnements inadéquats mais les solutions restent à mettre en place pour remédier aux problèmes ;

iii) l'EdP doit être intégré aux procédures de gestion de l'élevage. Il implique une nouvelle façon de travailler et d'organiser le temps de travail libéré qui ne doit pas conduire à un manque d'intérêt envers les animaux. Au contraire, l'animal devra rester au centre des préoccupations.

Il est à prévoir que ces outils se diversifient et se démocratisent. Reste à savoir s'il s'agira d'une instrumentation des animaux pour toujours plus de profit, au risque qu'ils deviennent des machines comme le dénonçait Ruth Harrison (van de Weerd et Sandilands, 2008), ou au contraire d'une individualisation du soin de l'animal : ration alimentaire adaptée à l'individu, confort individualisé, suivi individuel de la santé, suivi de leurs émotions et de leur état de conscience. En allant plus

loin, on pourrait imaginer une réduction drastique des contacts Homme-animaux, ces derniers n'ayant plus besoin de l'éleveur pour la plupart des tâches quotidiennes et pouvant exprimer plus librement leur répertoire comportemental.

Espérons donc que les animaux ne seront pas une nouvelle fois oubliés mais que leur bien-être et celui de leurs éleveurs seront une préoccupation centrale dans cette nouvelle révolution de l'agriculture.

Références

- Andriamandroso A.L.H., Lebeau F., Beckers Y., Froidmont E., Dufresne I., Heinesch B., Dumortier P., Blanchy G., Blaise Y., Bindelle J., 2017. Development of an open-source algorithm based on inertial measurement units (IMU) of a smartphone to detect cattle grass intake and ruminating behaviors. *Comput. Electron. Agricult.*, 139, 126-137.
- Anonyme, 1997. Traité d'Amsterdam modifiant le traité sur l'Union européenne, les traités instituant les communautés européennes et certains actes connexes. *Journal officiel n° C 340 du 10 Novembre 1997*, <http://europa.eu.int/eur-lex/fr/treaties/dat/amsterdam.html#0001010001>
- Ashley F.H., Waterman-Pearson A.E., Whay H.R., 2005. Behavioural assessment of pain in horses and donkeys: application to clinical practice and future studies. *Equine Vet. J.*, 37, 565-575.
- Barwick J., Lamb D.W., Dobos R., Welch M., Trotter M., 2018. Categorising sheep activity using a tri-axial accelerometer. *Comput. Electron. Agricult.*, 145, 289-297.
- Benaissa S., Tuytens F.A.M., Plets D., De Pessemer T., Trogh J., Tanghe E., Martens L., Vandaele L., Van Nuffel A., Joseph W., Sonck B., 2017. Behaviours recognition using neck-mounted accelerometers in dairy barns. In: EC-PLF. Berckmans D., Keita A. (Éds), Nantes, France, 69-76.
- Bocquier F., Debus N., Lurette A., Maton C., Viudes G., Moulin C.H., Jouven M., 2014. Élevage de précision en systèmes d'élevage peu intensifiés. In : Numéro spécial, Quelles innovations pour quels systèmes d'élevage ? Ingrand S., Baumont R. (Éds). *INRA Prod. Anim.*, 27, 101-112.
- Boissy A., Veissier I., Rousse, S., 2001. Behavioural Reactivity Affected by Chronic Stress: An Experimental Approach in Calves Submitted to Environmental Instability. *Anim. Welfare*. 10, 175-185.
- Boissy A., Aubert A., Désiré L., Greiveldinger L., Delval E., Veissier I., 2011. Cognitive sciences to relate ear postures to emotions in sheep. *Anim. Welfare*, 18, 47-56.
- Boivin X., Le Neindre P., Boissy A., Lensink J., Trillat G., Veissier I., 2003. Éleveur et grands herbivores : une relation à entretenir. *INRA Prod. Anim.*, 16, 101-115.
- Boivin X., Bensoussan S., L'Hotellier N., Bignon L., Brives H., Brulé A., Godet J., Grannec M.L., Hausberger M., Kling-Eveillard F., Tallet C., Courboulay V., 2012. Hommes et animaux d'élevage au travail : vers une approche pluridisciplinaire des pratiques relationnelles. In : Numéro spécial, Travail en élevage. Hostiou N., Dedieu B., Baumont R. (Éds). *INRA Prod. Anim.*, 25, 159-168.
- Borderas T.F., Rushen J., von Keyserlingk M.A.G., de Passillé A.M.B., 2009. Automated measurement of changes in feeding behavior of milk-fed calves associated with illness. *J. Dairy Sci.*, 92, 4549-4554.
- Bouissou M.F., Boissy A., Le Neindre P., Veissier I., 2001. The social behaviour of cattle. In: *Social behaviour in farm animals*. Keeling L.J. H.G.E. (Ed). CABI Publishing, GBR, 113-144.
- Brambell R., 1965. Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. *Command Paper 2836*, Her Majesty's Stationery Office, London, 85p.
- Broom D.M., 1987. Applications of neurobiological studies to farm animal welfare. *Martinus Nijhoff Publishers*. Wiepkema P.R., Van Adrichem P.W.M. (Éds). Dordrecht Boston Lancaster, 194p.
- Casey-Trott T., Widowski T., 2018. Validation of an accelerometer to quantify inactivity in laying hens with or without keel-bone fractures. *Anim. Welfare*, 27, 103-114.
- Commun L., Silberberg M., Mialon M.M., Martin C., Veissier I., 2012. Behavioural adaptations of sheep to repeated acidosis challenges and effect of yeast supplementation. *Animal*, 6, 2011-2022.
- Cordeiro A.F. da S., Nääs I. de A., da Silva Leitão F., de Almeida A.C.M., de Moura D.J., 2018. Use of vocalisation to identify sex, age, and distress in pig production. *Biosyst. Eng.*, 173, 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.03.007>
- Cornou C., 2009. Automation Systems for Farm Animals: Potential Impacts on the Human-Animal Relationship and on Animal Welfare. *Anthrozoös*, 22, 213-220.
- Costa E.D., Minero M., Lebel D., Stucke D., Canali E., Leach M.C., 2014. Development of the horse grimace scale (HGS) as a pain assessment tool in horses undergoing routine castration. *Plos One*, 9, 1-10.
- Crick F., Koch C., 1995. Are we aware of neural activity in primary visual cortex? *Nature*, 375, 121-123.
- Damasio A., 2010. *Self comes to mind: Constructing the conscious brain*. New York, New York: Pantheon, 384p.
- De Boyer Des Roches A., Faure M., Lussert, A., Herry V., Rainard P., Durand D., Foucras G., 2017. Behavioral and patho-physiological response as possible signs of pain in dairy cows during *Escherichia coli* mastitis: A pilot study. *J. Dairy Sci.*, 100, 8385-8397.
- Descovich K.A., Wathan J., Leach M.C., Buchanan-Smith H.M., Flecknell P., Farningham D., Vick S.J., 2017. Facial Expression: An Under-Utilized Tool for the Assessment of Welfare in Mammals. *Altex-Altern. Anim. Ex.*, 34, 409-429.
- Disenhaus C., Allain C., Courties R., Quiniou Y., Bareille N., 2016. Discrepancy between expected and actual benefits of automatic heat detectors in commercial dairy farms. In: *EAAP 67th Ann. Meet.*, Belfast UK.
- Duncan I.J.H., 2002. Poultry welfare: science or subjectivity? *Brit. Poult. Sci.*, 43, 643-652.
- Farm Animal Welfare Council, 1992. *FAWC updates the five freedoms*. *Vet. Record*, 17, 357.
- Giovanetti V., Decandia M., Molle G., Acciaro M., Marni M., Cabiddu A., Cossu R., Serra M.G., Manca C., Rassa S., Dimauro C., 2016. Automatic classification system for grazing, ruminating and resting behaviour of dairy sheep using a tri-axial accelerometer. *Livest. Sci.*, 196, 42-48.
- Guarino M., Berckmans D., 2015. *Precision Livestock Farming '15*. Edité par Guarino et Berckmans, EC-PLF. Milan, Italie, 871p.
- Hausberger M., Fureix C., Lesimple C., 2016. Detecting horses sickness: In search of visible signs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 175, 41-49.

- Idele, 2015. Étude connectivité – Quels sont les attentes et besoins en connectivité des élevages bovins laitiers ? <http://docplayer.fr/40276736-Etude-connectivite-quels-sont-les-attentes-et-besoins-en-connectivite-des-elevages-bovins-laitiers.html>
- Johansson A., Blokhuis H.J., Berckmans D., Butterworth A., 2015. Development of an automatic method to assess human-animal relationship in broilers on flock level. In: Precision livestock farming '15. Guarino M., Berckmans D. (Éds), 7th EC-PLF Milan, Italy, 195-201.
- Kling-Eveillard F., Hostiou N., 2017. The effects of PLF on human animal relationship on farm. In: 8th, ECPLF. Nantes, France, 9p.
- Laureys S., 2005. Science and society: Death, unconsciousness and the brain. *Nat., Rev., Neurosci.*, 6, 899-909.
- Lee J., Jin L., Park D., Chung Y., 2016. Automatic recognition of aggressive behavior in pigs using a kinect depth sensor. *Sensors* 16, 631.
- Le Neindre P., Dunier M., Larrère R., Prunet P., 2018. La conscience des animaux. Quae Édition, France, 120p.
- Lu Y., Mahmoud M., Robinson P., 2017. Estimating sheep pain level using facial action unit detection. In: IEEE Int. Conf. Automatic Face and Gesture Recognition, 30 May – 3 June, 2017. Washington, DC.
- Mandel R., Nicol C.J., Whay H.R., Klement E., 2017. Detection and monitoring of metritis in dairy cows using an automated grooming device. *J. Dairy Sci.*, 100, 5724-5728.
- Mandel R., Harazy H., Gyax L., Nicol C.J., Ben-David A., Whay H.R., Klement E., 2018. Short communication: Detection of lameness in dairy cows using a grooming device. *PlumX Metrics*, 101, 1511-1517.
- Martin P., Bateson P., 1985. The influence of experimentally manipulating a component of weaning on the development of play in domestic cats. *Anim. Behav.*, 33, 511-518.
- Meunier B., Pradel P., Sloth K.H., Cirié C., Delval E., Mialon M.M., Veissier I., 2018. Image analysis to refine measurements of dairy cow behaviour from a real-time location system. *Biosyst. Eng.*, 173, 32-44.
- Mintline E.M., Stewart M., Rogers A.R., Cox N.R., Verkerk G.A., Stookey J.M., Webster J.R., Tucker C.B., 2013. Play behavior as an indicator of animal welfare: Disbudding in dairy calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 144, 22-30.
- Mounier L., Veissier I., Andanson S., Delval E.a.B., A., 2006. Mixing at the beginning of fattening moderates social buffering in beef bulls. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 96, 185-200.
- Newhook J.C., Blackmore D.K., 1982. Electroencephalographic studies of stunning and slaughter of sheep and calves – part 2: The onset of permanent insensibility in calves during slaughter. *Meat Sci.*, 6, 295-300.
- Panksepp J., Burgdorf J., 2003. "Laughing" rats and the evolutionary antecedents of human joy? *Physiol. Behav.*, 79, 533-547.
- Raj A.B.M., O'Callaghan M., Hughes S.I., 2006. The effects of amount and frequency of pulsed direct current used in water bath stunning and of slaughter methods on spontaneous electroencephalograms in broilers. *Anim. Welfare* 15, 19-24.
- Rault J.L., 2012. Friends with benefits: Social support and its relevance for farm animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 136, 1-14.
- Raussi S., Niskanen S., Siivonen J., Hanninen L., Hepola H., Jauhiainen L., Veissier I., 2010. The formation of preferential relationships at early age in cattle. *Behav. Processes*, 84, 726-731.
- Rocha L., Veissier I., Terenius O., Meunier B., Nielsen P., 2019. Real-Time Locating System to study the persistence of sociality in large-mammal group dynamics. Presented at European Conference on Precisions Livestock Farming (ECPLF), Cork, GBR (2019-08-26 - 2019-08-29).
- Saint-Dizier M., Chastant-Maillard S., 2018. Potential of connected devices to optimize cattle reproduction. *Therio.*, 112, 53-62.
- Silberberg M., Meunier B., Veissier I., Mialon M.-M., 2017. Continuous monitoring of cow activity to detect sub-acute ruminal acidosis (SARA). In: 8th, ECPLF. Nantes, France.
- Stangaferro M.L., Wijma R., Caixeta L.S., Al-Abri M.A., Giordano J.O., 2016a. Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part I. Metabolic and digestive disorders. *J. Dairy Sci.*, 99, 7395-7410.
- Stangaferro M.L., Wijma R., Caixeta L.S., Al-Abri M.A., Giordano J.O., 2016b. Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part II. Mastitis. *J. Dairy Sci.*, 99, 7411-7421.
- Stangaferro M.L., Wijma R., Caixeta L.S., Al-Abri M.A., Giordano J.O., 2016c. Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part III. Metritis. *J. Dairy Sci.*, 99, 7422-7433.
- Steensels M., Antler A., Bahr C., Berckmans D., Maltz E., Halachmi I., 2016. A decision-tree model to detect post-calving diseases based on rumination, activity, milk yield, BW and voluntary visits to the milking robot. *Animal*, 10, 1493-1500.
- Steensels M., Maltz E., Bahr C., Berckmans D., Antler A., Halachmi I., 2017. Towards practical application of sensors for monitoring animal health: the effect of post-calving health problems on rumination duration, activity and milk yield. *J. Dairy Res.*, 84, 132-138.
- Terlouw C., Bourguet C., Deiss V., Mallet C., 2015. Origins of movements following stunning and during bleeding in cattle. *Meat Sci.*, 110, 135-144.
- Terlouw C., Bourguet C., Deiss V., 2016a. Consciousness, unconsciousness and death in the context of slaughter. Part I. Neurobiological mechanisms underlying stunning and killing. *Meat Sci.*, 118, 133-146.
- Terlouw C., Bourguet C., Deiss V., 2016b. Consciousness, unconsciousness and death in the context of slaughter. Part II. Evaluation methods. *Meat Sci.*, 118, 147-156.
- van de Weerd H., Sandilands V., 2008. Bringing the issue of animal welfare to the public: A biography of Ruth Harrison (1920-2000). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 113, 404-410.
- Veissier I., Le Neindre P., Trillat G., 1989. The use of circadian behaviour to measure adaptation of calves to changes in their environment. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 22, 1-12.
- Veissier I., Lamy D., Le Neindre P., 1990. Social behaviour in domestic beef cattle when yearling calves are left with the cows for the next calving. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 27, 193-200.
- Veissier I., Butterworth A., Bock B., Roe E., 2008. European approaches to ensure good animal welfare. In: Farm Animal Welfare since the Brambell Report. Rushen J. (Ed). Elsevier B.V., Amsterdam (NLD), 279-297.
- Veissier I., Boissy A., Désiré L., Greiveldinger L., 2009. Animals' emotions: studies in sheep using appraisal theories. *Anim. Welfare*, 18, 347-354.
- Veissier I., Mialon M.M., Sloth K.H., 2017. Short communication: Early modification of the circadian organization of cow activity in relation to disease or estrus. *J. Dairy Sci.*, 100, 3969-3974.
- Villot C., Meunier B., Bodin J., Martin C., Silberberg M., 2017. Relative reticulo-rumen pH indicators for subacute ruminal acidosis detection in dairy cows. *Anim. Behav. Abst.*, 12, 481-490.
- Wathes C.M., Buller H., Maggs H., Campbell M.L., 2013. Livestock Production in the UK in the 21st Century: A Perfect Storm Averted? *Animals*, 3, 574-583.

Résumé

Les techniques d'élevage de précision ont été développées essentiellement pour augmenter la rentabilité et réduire la charge de travail en appliquant des processus automatiques de surveillance des animaux et de leur environnement. Par exemple, la détection de l'oestrus permet une insémination rapide, tandis que la détection des boiteries à un stade précoce ou d'un déséquilibre nutritionnel ou même des paramètres d'ambiance anormaux dans l'étable peuvent aider à prendre des mesures correctives rapidement. Les données générées par les capteurs pourraient également contribuer au bien-être des animaux. Un système détectant les problèmes de santé (par exemple, mammite

ou cétose chez les vaches laitières) peut faire partie de la gestion du bien-être. En plus et surtout, certains dispositifs de l'élevage de précision sont basés sur la détection du comportement animal directement ou indirectement par la position des animaux : temps passé à se nourrir, ruminer, se reposer, marcher, etc. Des changements subtils de comportement peuvent indiquer l'état mental d'un animal : hyper-réactivité vs apathie, isolement social, modification du rythme quotidien d'activité, réduction du comportement de jeu ou du toilettage, hyper-agressivité. Ces changements peuvent être autant de signes de malaise dus à la maladie, au stress, à l'instabilité sociale, etc. Ainsi les techniques de l'élevage de précision offrent un large éventail de possibilités d'utiliser des signes de comportement animal pour aborder le bien-être dans des élevages modernes, qu'il s'agisse du bien-être lié à l'état de santé, aux relations sociales, aux relations Homme-animal ou à un environnement quelconque stressant. À l'heure actuelle, ces possibilités sont peu explorées. Par ailleurs, l'élevage de précision modifie le travail des agriculteurs et potentiellement leurs interactions avec les animaux. Il est nécessaire que les animaux restent au centre de l'attention si l'on veut respecter leur bien-être et ce en harmonie avec celui de l'éleveur.

Abstract

Precision Livestock Farming and animal welfare: is the numerical revolution of agriculture able to take into account animals' and farmers' needs?

Precision Livestock Farming techniques have been developed essentially to increase profitability and reduce workload by applying automatic processes to monitor animals and their environment. For instance detecting oestrus allows timely insemination, while detecting lameness at an early stage or imbalance in the nutritional status or even abnormal ambient parameters in the barn can help take remedial actions quickly. The data generated by Precision Livestock Farming sensors could also support animal welfare. A system detecting health problems (e.g. mastitis, ketosis in dairy cows) can be part of welfare management. In addition and maybe more importantly, some Precision Livestock Farming devices are based on animal behaviour detection directly, or indirectly through the position of animals: time spent feeding, ruminating, resting, walking, etc. Subtle changes in behaviour can indicate the mental state of an animal hyper-reactivity vs. apathy, social isolation, changes in the daily rhythm of activity, reduction in play behaviour and grooming, hyper-agressivity. These changes can be all signs of malaise due to disease, stress, social instability, etc. We argue that Precision Livestock Farming techniques offer a wide range of possibilities to use animal behavioural signs to address animal welfare in modern livestock farming, be the welfare related to health status, social relations, human-animal relationship or more general effects of a stressful environment. At present, these possibilities have been little explored, and they deserve more research. In addition, the use of Precision Livestock Farming is changing farmers' work and potentially their interactions with animals. It is necessary that the animals remain at the centre of attention if one wants to address adequately their welfare in harmony with the farmer.

VEISSIER I., KLING-EVEILLARD F., MIALON M.-M., SILBERBERG M., DE BOYER DES ROCHES A., TERLOUW C., LEDOUX D., MEUNIER B., HOSTIOU N., 2019. Élevage de précision et bien-être en élevage : la révolution numérique de l'agriculture permettra-t-elle de prendre en compte les besoins des animaux et des éleveurs ? In : Numéro spécial. De grands défis et des solutions pour l'élevage. Baumont R. (Éd). INRA Prod. Anim., 32, 281-290.

<https://doi.org/10.20870/productions-animales.2019.32.2.2478>