

# LAIT, QUALITÉ ET CORNES

DE NOUVELLES DÉCOUVERTES GRÂCE AUX MESURES PAR FES

La qualité du lait est un argument de vente pour les produits laitiers Demeter. Pour la décrire, des méthodes très différentes ont été développées, surtout afin de mettre en évidence les influences spécifiques de la méthode de production ou par rapport à un effet alimentaire. Dans la présente étude, c'est la méthode de la FES qui a été employée et qui permet de mesurer l'émission de photons par excitation lumineuse.





ÉQUIPE D'AUTEURS : DR. JENIFER WOHLERS  
DR. PETER STOLZ

Travaillent à l'Institut KWALIS avec pour objectif de développer de nouvelles méthodes et de nouveaux paramètres qualité, en associant les techniques analytiques modernes à une approche holistique.

[forschung@kwalis.de](mailto:forschung@kwalis.de)



« Dans ce contexte, il convient d'élaborer une nouvelle perception de la qualité du lait, ... en se concentrant sur les effets nourrissants. »

À plusieurs reprises déjà la qualité du lait a été évaluée à l'aide de la spectroscopie d'excitation par fluorescence (FES) : dans le cadre du projet « Évaluation de la qualité du lait au moyen de la FES » pour présenter les différences de style économique [1], la méthode de production de l'exploitation, soit bio, conventionnelle ou Demeter, s'est révélée être un facteur d'influence pertinent sur les valeurs d'émission [2,3]. Que le fourrage grossier soit composé d'herbe fraîche ou de foin semblait insignifiant pour les mesures par FES, à l'inverse elles ont mis clairement en évidence la part d'aliments concentrés dans la ration. *Les échantillons de lait Demeter et de lait provenant de situations riches en fourrage grossier se sont révélés les plus représentatifs des caractéristiques typiques du lait.* Afin d'obtenir une impression détaillée des caractéristiques de la qualité du produit et des facteurs d'influence du processus de production représentés dans les valeurs de mesure par FES des échantillons de lait, des échantillons d'un essai d'Agroscope (Suisse) ont été analysés. Le facteur animaux cornus, mais aussi l'affouragement en foin pur sans ajout de concentrés ont affecté les valeurs de mesure et se sont révélés pertinents pour une faible émission caractéristique du lait après une excitation jaune.

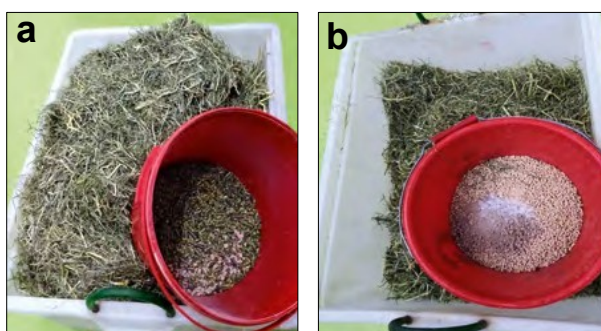
### Conception des essais

Dans le cadre de l'essai d'Agroscope, trois facteurs d'influence doivent être vérifiés : l'écornage, l'alimentation et la température ambiante. Pour cela, 20 vaches de la race suisse Braunvieh de 17 exploitations différentes des régions de montagne ont été sélectionnées, dont 10 cornues et 10 écornées, toutes à la deuxième moitié de leur deuxième lactation et avec un rendement laitier comparable, pour éviter, si possible, des différences liées à l'âge, au stade de lactation ou à une prédisposition génétique au rendement laitier. Deux rations de fourrage ont été données selon un protocole croisé, pour que chaque vache reçoive chaque variété de fourrage, mais dans un ordre différent. L'affouragement consistait en a) foin à volonté complété de pellets de luzerne en guise de placebo de concentrés, et b) une quantité restreinte de foin, complétée d'aliments concentrés, pour que les deux rations présentent une valeur énergétique comparable. Les photos ci-dessous illustrent une comparaison des deux rations préparées.

Par ailleurs, la question était de savoir si la température ambiante avait un impact sur la physiologie des vaches, en fonction du statut des cornes et de l'affouragement. Par conséquent, des échantillons de lait ont été prélevés sur des vaches de chaque type de fourrage premièrement à une température ambiante froide (10 °C), et ensuite, deux jours plus tard, une nouvelle fois à une température ambiante plus chaude (25 °C). Pour atteindre ces conditions de température, les vaches ont été gardées dans des chambres de respiration pendant les quatre jours durant lesquels ont eu lieu la climatisation et l'échantillonnage. Dans les dix jours d'intervalle qui ont suivi, les vaches sont restées à l'attache dans l'étable d'essai d'Agroscope pour la transition d'affouragement. Pour les recherches par FES, des échantillons de lait de la traite du matin et du soir de chaque variété ont été mis à la disposition de l'institut de recherche KWALIS. Les mesures par FES ont été réalisées sur les échantillons frais. Le principe de mesure est représenté sur la fig. 1 à la page suivante.

>>>

#### DEUX TYPES DE FOURRAGE

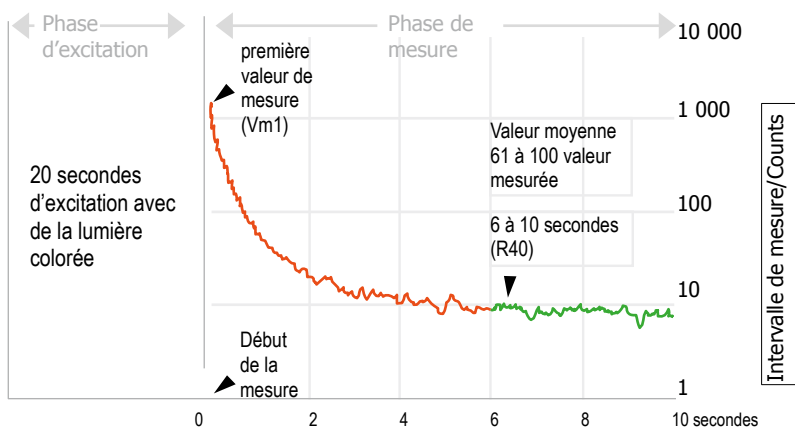


Ration préparée pour :

**a** Affouragement en foin à volonté avec pellets de luzerne et

**b** Ration complétée de concentrés avec une quantité

FIG. 1 : LE PRINCIPE DE LA MESURE PAR FES (LUMINESCENCE RETARDÉE)



L'échantillon est éclairé par une lumière de différentes couleurs, puis l'émission de l'échantillon est mesurée 100 fois par intervalles de 0,1 sec. Pour l'analyse, des paramètres tels que par ex. la Vm1ja (émission brève après une excitation jaune) ou Vm1b (émission brève après une excitation blanche) sont employés, dont le choix repose sur des valeurs empiriques avec la méthode. Le graphique montre la décroissance de l'émission de photons après excitation lumineuse.

### L'influence de l'individu et des cornes

Les résultats des mesures indiquent clairement que chaque vache en tant qu'individu joue un rôle majeur dans les caractéristiques d'émission de l'échantillon de lait. Il faut reconnaître que l'ensemble des huit échantillons provenant des vaches (de chaque type de fourrage et de climat prélevés le matin et le soir) met en évidence une certaine variation, mais que certaines vaches ont des échantillons de lait avec une émission toujours faible ; d'autres, à l'inverse, avec une émission toujours élevée. La cause de cette variation pourrait être vue dans les différents types de métabolisme : on observe une variabilité propre à chaque animal en termes d'efficacité de la digestion ou de bilan énergétique [4, 5]. Afin de tenir compte de cet effet propre à chaque animal,

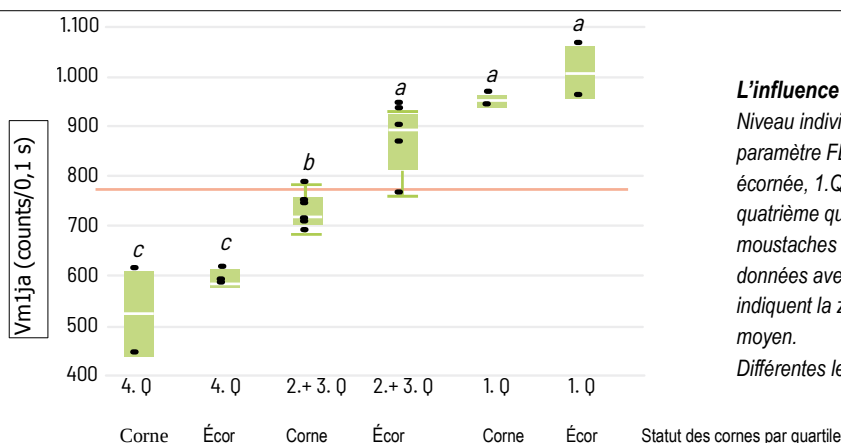
les vaches ont été classées (groupées) en fonction de leur appartenance à un quartile, pour permettre une comparaison par rapport au statut des cornes entre les 25 % des vaches avec des valeurs élevées, ainsi que parmi les 50 % de vaches avec un niveau moyen, et les 25 % de vaches avec un niveau d'émission faible.

La comparaison des vaches cornues avec les vaches écornées de chaque groupe de quartile montre ensuite que les vaches cornues ont tendance à avoir des valeurs plus basses que les vaches écornées (fig. 2 ci-dessous). Cette faible émission chez les vaches cornues a déjà été observée dans le projet « Différences de style économique » pour le lait Demeter (de vaches cornues) ; à l'inverse, le lait bio de vaches écornées présente une émission brève plus élevée après une excitation jaune (paramètres FES Vm1ja).

### L'influence du fourrage

Les effets du fourrage aussi se reflètent dans les valeurs mesurées par FES. Dans le projet précédent sur le thème « Différences de style économique », des différences ont pu être constatées entre les échantillons Demeter des exploitations avec des rations contenant beaucoup de fourrage grossier et les échantillons bio issus d'exploitations avec une grande part d'aliments concentrés dans la ration. Jusqu'à présent, il n'était donc pas possible d'identifier si la faible émission pouvait être justifiée plutôt par les cornes, par la ration contenant beaucoup de fourrage grossier ou par la race (race extensive pour Demeter, Holstein-Frisonne pour les exploitations bio).

FIG. 2 : STATUT DES CORNES ET NIVEAU D'ÉMISSION INDIVIDUEL

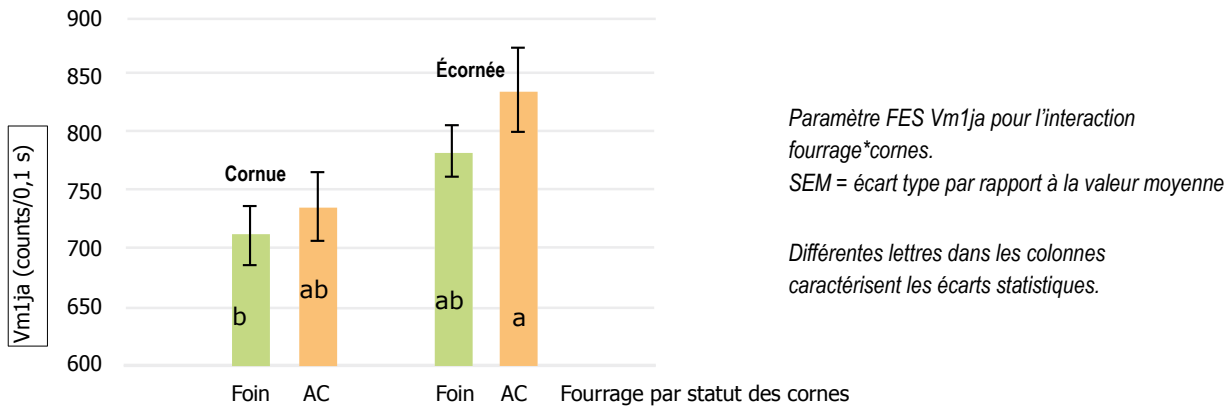


#### L'influence du statut des cornes par groupe

Niveau individuel par vache et importance du statut des cornes pour le paramètre FES Vm1ja (= émission brève après une excitation jaune). Ecor = écornée, 1.Q = premier quartile (groupe avec des valeurs élevées), 4.Q = quatrième quartile (groupe avec des valeurs individuelles faibles). Les moustaches du diagramme en boîtes indiquent la zone où se trouvent 25 % des données avec des valeurs élevées et basses, les boîtes en elles-mêmes indiquent la zone de données, les 50 % restants, les données avec un niveau moyen.

Différentes lettres indiquent les écarts significatifs (Tukey-Kramer HSD)

FIG. 3 : L'INFLUENCE DE LA RATION DE FOURRAGE ET DU STATUT DES CORNES



Les données actuelles montrent que pour certaines vaches, l'émission était augmentée par la ration d'aliments concentrés, et en particulier chez les vaches présentant un niveau d'émission individuelle élevé, ce qui est particulièrement fréquent chez les vaches écornées. Cela indique que l'affouragement joue aussi un rôle, mais qu'il est dans une certaine interaction avec l'animal. Si les deux facteurs, soit le fourrage et les cornes, sont pris en compte de façon combinée, il apparaît alors que chez les vaches écornées nourries de rations d'aliments concentrés, les valeurs sont les plus hautes. Inversement, chez les vaches cornues nourries avec une ration composée uniquement de foin, les valeurs sont les plus basses.

Ce changement récurrent permet d'identifier que l'affouragement au foin mais aussi l'intégrité des cornes contribuent à des valeurs d'émission faibles. Si l'on considère que la digestion est la cause, on pourrait supposer que les vaches écornées ont une digestion caractéristique pour des aliments concentrés, soit microbiologique, éventuellement conditionnée par l'origine de l'étable - les vaches viennent de différentes exploitations - à l'inverse les vaches cornues avec leur activité enzymatique et microbiologique complète sont bien préparées (spécialisées) à la digestion d'un fourrage grossier pur, et par conséquent les écarts sont progressifs. On constate ici le phénomène suivant : aussi bien l'affouragement en foin que les vaches cornues contribuent à de faibles valeurs d'émission.

limité dans les valeurs de la FES. Dans le modèle statistique, cet effet n'a pas de répercussion sur les valeurs Vm1ja, tandis que les cornes et le fourrage sont d'une importance significative pour la variation des données. Néanmoins l'effet est relativement similaire et montre des valeurs faibles dans un climat chaud (fig. 4). Chez les vaches écornées, on constate très clairement un effet climatique (« stress de chaleur ») - elles n'ont plus leurs cornes qui permettent habituellement d'évacuer la chaleur de la digestion.

Fait intéressant : la température ambiante qui, d'un point de vue physiologique est un paramètre d'interaction pertinent pour le facteur cornes [6], ne semble jouer qu'un rôle

FIG. 4 : L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE

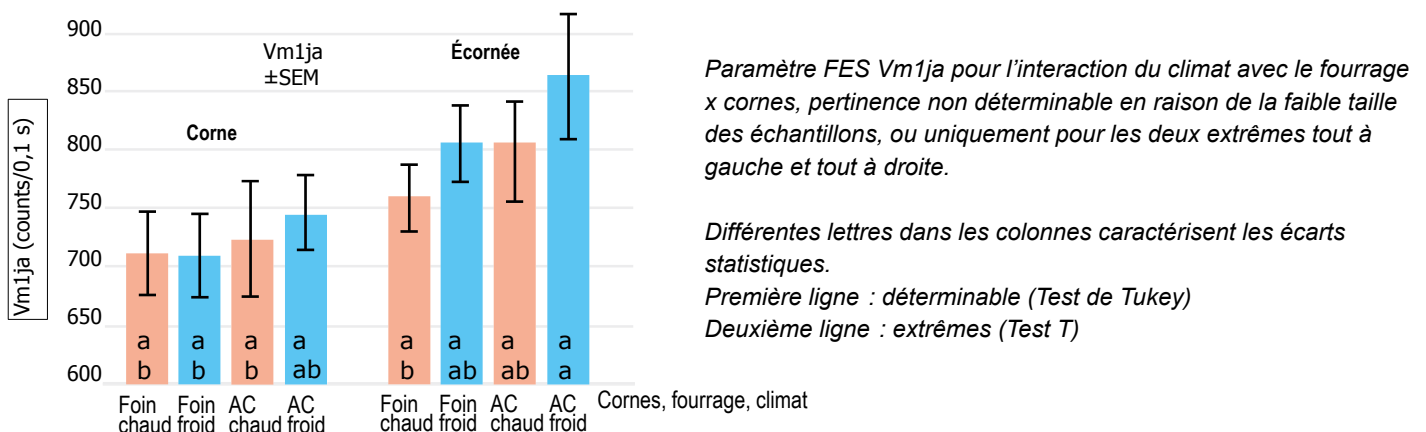
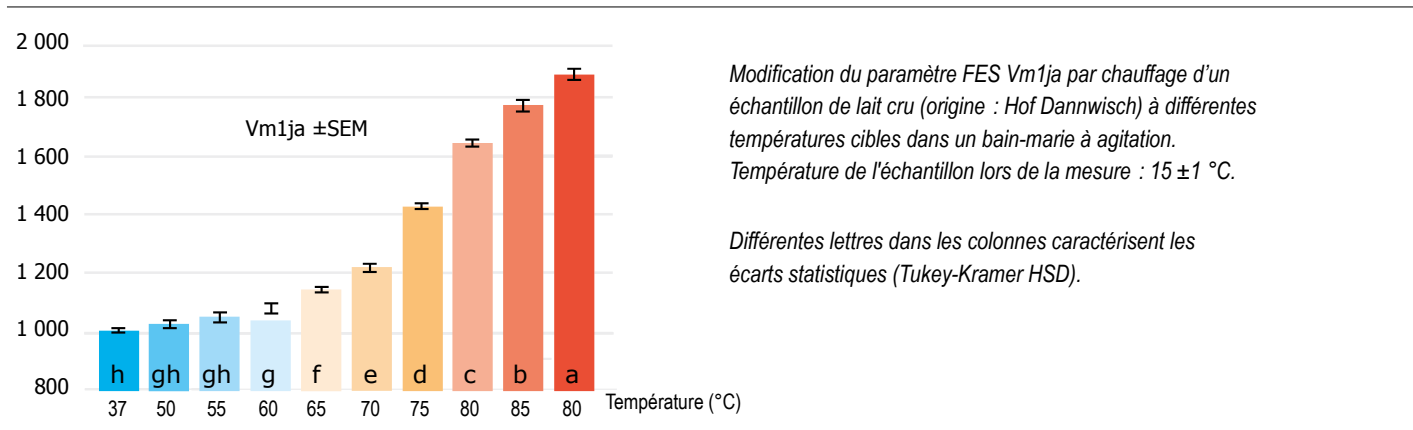


FIG. 5 : L'EFFET DE LA CHALEUR SUR LE LAIT CRU



### L'importance du climat, du fourrage et des cornes pour la digestion ainsi que la qualité du lait

En cas de stress de chaleur, la microbiologie du rumen change, la digestion est ralentie [7] et lorsque les rations sont riches en fourrage grossier, davantage de chaleur aura tendance à être produite. Le processus de digestion aussi est plus lent et plus difficile, parce que l'énergie doit être obtenue par l'acétate, de plus les deux situations ont entraîné des valeurs de FES basses. Il a ainsi pu être conclu que la physiologie de la digestion et la microbiologie chez les vaches cornues (avec des valeurs Vm1ja basses) représentent une situation de digestion spécialisée en fourrage grossier, axée sur une métabolisation lente.

En règle générale, pour une formation maximale des villosités du rumen, un complément de concentrés dans l'alimentation des veaux est jugé nécessaire, ce qui favorise la taille des villosités [8]. Les résultats décrits ci-dessus soulèvent la question de savoir pourquoi les vaches cornues semblent davantage sujettes à cette digestion plus lente, plus « difficile » et typique du fourrage grossier : est-ce qu'un autre processus métabolique, éventuellement favorisé par les cornes, pourrait compenser ? Ou est-ce que la croissance maximale des villosités du rumen entraîne une prise de poids maximale, mais pas une physiologie propre à l'espèce ?

Suites aux recherches de métabolites sur des échantillons de lait, pour lesquels les vaches cornues avaient moins de précurseurs de molécules de glucose sources d'énergie dans le lait, Baars a observé que le métabolisme du sucre des vaches pouvait être affecté [9]. Sa conclusion « par temps froid (gel) les cornes des animaux présentent des inconvénients et entraînent une perte d'énergie (carence en sucre) » pourrait néanmoins aussi signifier que les vaches cornues ont d'elles-mêmes un métabolisme du sucre moins important (ce qui pourrait être interprété comme une situation de carence - vraisemblablement la métabolisation s'effectue simplement plus lentement). Cela semble avoir le potentiel de déboucher sur une autre qualité de lait, potentiellement mieux toléré.

### Parenthèse : allergie et lait cru

On rapporte souvent que la consommation de lait peut entraîner des réactions allergiques. Des essais d'alimentation sur des souris ont récemment mis en évidence que la prédisposition aux symptômes allergiques est particulièrement élevée lorsque le lait est chauffé, à l'inverse, pour du lait cru (dans ce cas un lait Demeter issu d'alimentation au foin au nord de l'Allemagne, ferme Dannwisch), les souris allergiques présentaient beaucoup moins de symptômes [10]. Dans ce contexte, il est intéressant de constater que lorsque l'on chauffe le lait, les valeurs mesurées

par FES changent aussi : le lait chauffé présente des valeurs Vm1ja particulièrement élevées, et les échantillons pas ou peu chauffés présentaient des valeurs basses. Il est donc évident que le chauffage entraîne une perte de la qualité d'origine.

On peut se demander si les faibles valeurs de FES sont évocatrices d'un lait de meilleure qualité et plus typique qui provoque également moins de symptômes en cas de prédisposition allergique. Dans tous les cas, on constate que « la faible émission caractéristique du lait » s'applique uniquement au lait cru, et pas au lait chauffé.

### Discussion : les aspects biodynamiques de la qualité du lait

Parce que jusqu'à présent les données mesurées par FES pouvaient à peine être associées avec des substances isolées (pour les découvertes analytiques il existe évidemment des méthodes adaptées), mais réagissaient plutôt au système global et à la physiologie de l'organisme étudié et à la caractéristique spécifique au type d'échantillon, on peut se demander si les mesures permettent d'illustrer davantage que la substance même : la structure de la substance, la fonctionnalité, la résilience potentielle du système, peut-être même quelque chose qui est associé aux forces vitales ou à l'essence de l'échantillon et à ses forces formatrices [11] ?

Considéré avec les caractéristiques de la FES, le lait après excitation



préalable et en comparaison à d'autres substances, a une émission extrêmement faible. On pourrait également dire que « le lait montre peu de résonance à la lumière. » Inversement, beaucoup de substances présentent une émission élevée, ex. les feuilles vertes fraîches ou les graines germées, mais aussi le jaune d'œuf (contrairement au blanc d'œuf avec une faible émission). Cela démontre que : les échantillons avec une « existence propre active » montrent une émission intense à large spectre. Pour le lait avec une faible émission, on n'observe aucune « existence propre » avec des processus formant une structure. Le lait paraît plutôt « passif » ou « servant » à d'autres processus de vie (le « processus de formation actif » appartient à la vache et au tissu glandulaire des mamelles). Lors de l'acidification du lait par ex., l'émission s'intensifie : des micro-organismes colonisent le substrat et donnent des « signes vitaux ». Mais tant que le lait est dans sa forme passive, il représente un milieu nutritif qui peut être très bénéfique pour le développement de l'organisme au début de la vie - il renonce à sa spécificité au profit de l'organisme dans lequel il pénètre. Si l'on observe au moyen de capteurs d'activité, l'effet du lait sur les personnes qui le consomment, on peut remarquer que le lait, en particulier de vaches cornues, peut provoquer une sensation de « douceur et de tendresse incarnées », qui est potentiellement vécue comme un cadeau du ciel.

Mais pourquoi le lait des vaches porteuses de cornes présenterait-il cette caractéristique de manière particulièrement marquée ? L'action des forces formatrices\* du lait de vaches écornées décrite par Wohlers [12] avait un effet plus « réchauffant » et semblait « stocker une masse de substance » : une indication d'un système qui tend vers une croissance massive. Le lait des vaches cornues entraînait plutôt un état de « structure éveillée ». L'action structurante peut, au sens de la vision anthroposophique du monde, être considérée comme une indication d'une impulsion spirituelle - l'esprit peut bien s'incarner, et façonner le corps. Transposée aux principes généraux de l'image, cette action structurelle peut toutefois aussi indiquer des situations de carence en azote : les plantes poussent dans des formes structurées différenciées, si elles ne sont pas fertilisées en excès, et elles sont plus résistantes aux maladies. De ce point de vue, il semble pertinent de classer le lait de vaches écornées comme « ayant tendance à former davantage de masse » et ainsi de l'évaluer comme un produit de faible qualité - cela se reflète dans les données de FES (valeurs Vm1-jaune plus élevées), ainsi que dans les effets de forces formatrices (chaleur, croissance massive sans structure), et s'annonce dans les résultats métabolomiques (davantage de précurseurs de glucose sources d'énergie [9]).

En conclusion, la question qui se pose ici est : une maximisation de la production est-elle pertinente ? On peut également penser que l'intégrité de l'organisme - la vache avec ses cornes - est importante pour que la qualité globale du lait puisse se constituer.

## Perspective

Dans ce contexte, il convient d'élaborer une nouvelle perception de la qualité du lait, au-delà des aspects de la maximisation de la production, en se concentrant sur les effets nourrissants, au sens d'un aliment en tant que bien culturel. Une alimentation purement à base de foin pur mais tout aussi bien les individus portant des cornes tels qu'ils sont appréciés dans la biodynamie, contribuent manifestement à l'émergence de cette qualité typique du lait. •

## REMERCIEMENTS

Nous remercions le personnel d'Agroscope ainsi que les sponsors de nous avoir permis de mener à bien ces recherches (Software-AG Stiftung, Rudolf-Steiner-Fonds, Fondation pour l'avenir de l'agriculture, Demeter/Forschungsring, Alnatura, Tegut..., Edeka Nord, Edeka Hannover-Minden).

\* l'action des forces formatrices est l'action d'une force structurante, qui est perceptible par une conscience pensante. Elle comprend les perceptions et les sensations qui surviennent lorsque l'on laisse un échantillon agir sur soi (par exemple en dégustant).

### Références

- 1 Wohlers J, Stolz P, Mende G, 2017: Projektbericht zu Projekt: cS-P 11364 Qualitätsbeurteilung von Milch mittels Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie. Optimierung und Anwendung der Methode. KWALIS, Dipperz.
- 2 Wohlers J, Stolz P, 2020: Milchqualität im Forschungslicht. Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie (FES) zeigt die besondere Demeter-Qualität. Lebendige Erde, 1-2020, 34-37.
- 3 Wohlers J, Stolz P, 2019: Differentiation between milk from low-input biodynamic, intermediate-input organic and high-input conventional farming systems using fluorescence excitation spectroscopy (FES) and fatty acids. Biol Agric Hort 2019, 35:3, p. 172-186, DOI: 10.1080/01448765.2019.1580615.
- 4 Sniffen c J, Beverly R W, Mooney c S, Roe M B, Skidmore A L, Black J R 1993: Nutrient Requirements Versus Supply in the Dairy cow: Strategies to Account for Variability. J. Dairy Sci. 76, 3160-3178. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77655-9.
- 4 McNamara, J P, 2015: Triennial Lactations Symposium: Systems biology of regulatory mechanisms of nutrient metabolism in lactation. J. Anim. Sci. vol. 93, p. 5575-5585. DOI: 10.2527/jas.2015-9010.
- 5 Fernandez E E, Oltjen J R, Sainz R D, 2020: Mitochondrial abundance and function in muscle from beef steers with divergent residual feed intakes. Animal vol. 14 (3), p. 560-565. DOI: 10.1017/S1751731119002209.
- 5 Olijhoek D W, Lovendahl P, Lassen J, Hellwing A L F, Höglund J K, Weisbjerg M R, Noel S J, McLean F, Hejberg O, Lund P, 2018: Methane production, rumen fermentation, and diet digestibility of Holstein and Jersey dairy cows being divergent in residual feed intake and fed at 2 forage-to-concentrate ratios. J. Dairy Sci. vol. 101, p. 9926-9940. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14278>
- 5 Hendriks J, Scholtz M M, Nester F W c, 2013. Possible reasons for differences in residual feed intake: An overview. S. Afr. J. Anim. Sci. vol. 43 (Suppl. 1), p 103-106. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v43i5.19>
- 6 Hoefs M, 2000: The thermoregulatory potential of Ovis horn cores. canad J Zoology Volume 78/8, p. 1419-1426. DOI: 10.1139/z00-075
- 6 Parés-casanova P M, Kucherova I, 2014: Possible tendency of longer horns towards shorter ears in goats. Adv. Agric. Biol. 2014, volume 1(1), p. 17-19. DOI: 10.15192/PScP.AAB.2014.1.1.Article4
- 6 Parés-casanova P M, caballero M. 2014: Possible tendency of polled cattle towards larger ears. Revista colombiana de ciencias Pecuarias volume 27, p. 221-225. Available from <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902014000300008&lng=en&nrn=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902014000300008&lng=en&nrn=iso)> (accessed: 09.Mar. 2022).
- 6 Taylor, c R, 1966: The vascularity and possible thermoregulatory function of the horns in goats. Physiol. Zool. vol 39, p. 127-139. DOI: 10.1086/physzool.39.2.30152426
- 7 conte G, ciampolini R, cassandro M, Lasagna E, calamari L, Bernabucci U & Abeni F 2018: Feeding and nutrition management of heat-stressed dairy ruminants, Italian Journal of Animal Science, 17:3, 604-620, DOI: 10.1080/1828051X.2017.1404944
- 7 Yadav B, Singh G, Verma AK, Dutta N and Sejian V, 2013: Impact of heat stress on rumen functions, Veterinary World 6(12): 992-996. doi: 10.14202/vetworld.2013.992-996
- 8 Kertz AF, 2021: Calf rumen development: Is roughage beneficial? <https://www.progressivedairy.com/topics/calves-heifers/calf-rumen-development-is-roughage-beneficial>
- 8 Kertz AF et al., 2019: A 100-Year Review: calf nutrition and management. J. Dairy Sci. 100:10151-10172. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062>
- 9 Baars T, Jahreis G, Lorkowski S; Rohrer c, Vervoort J, Hettinga K, 2019: Short communication: changes under low ambient temperatures in the milk lipodome and metabolome of mid-lactation cows after dehorning as a calf. J Dairy Sci 2019, volume 102 (3), p. 2698-2702. DOI: 10.3168/jds.2018-15425
- 10 Abbring S et al. 2020: Loss of Allergy-protective capacity of Raw cow's Milk After Heat Treatment. Food & function, v. 11,.6 pp. 4982-4993. DOI: 10.1039/d0fo01175d.
- 11 Schmidt D, 2010: Lebenskräfte – Bildekräfte – Methodische Grundlagen zur Erforschung des Lebendigen. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart
- 12 Wohlers J 2010: Milchqualität aus Sicht der Bildekräfteforschung. Bericht zur Darstellung der Erfahrungen und Ergebnisse aus den Jahren 2007 bis 2010. Bezug über: Gesellschaft für Bildekräfteforschung, <https://www.bildekraefte.de/literatur>