



HAL
open science

AcID - Indicateurs de diagnostic et suivi de l'acidose ruminale subaiguë dans les troupeaux de vaches et chèvres laitières.

Marine Gele, Cyril Lechartier, Nathalie Bareille, Yves Lefrileux, Sylvie Giger-Reverdin, J.B. Davière, C. Lecomte, G. Trou, J. Legarto

► To cite this version:

Marine Gele, Cyril Lechartier, Nathalie Bareille, Yves Lefrileux, Sylvie Giger-Reverdin, et al.. AcID - Indicateurs de diagnostic et suivi de l'acidose ruminale subaiguë dans les troupeaux de vaches et chèvres laitières.. Innovations Agronomiques, 2019, 71, pp.247-257. 10.15454/4IEOEI . hal-02185867

HAL Id: hal-02185867

<https://hal.science/hal-02185867>

Submitted on 16 Jul 2019

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

AcID - Indicateurs de diagnostic et suivi de l'acidose ruminale subaiguë dans les troupeaux de vaches et chèvres laitières

Gelé M.¹, Lechartier C.², Bareille N.³, Lefrileux Y.¹, Giger-Reverdin S.⁴, Davière J.-B.⁵, Lecomte C.⁶, Trou G.⁷, Legarto J.¹

¹ Institut de l'Élevage, Maison Nationale des Éleveurs, 149 rue de Bercy, F-75595 Paris Cedex 12

² ESA, 55 rue Rabelais, B.P. 30748, F-49007 Angers Cedex 01

³ INRA – ONIRIS, UMR 1300 BioEpAR – 102 route de Gachet, F-44300 Nantes

⁴ UMR INRA-AgroParisTech MoSAR, AgroParisTech, 16, rue Claude Bernard, F-75231 Paris Cedex 05

⁵ CLASEL, 141 boulevard des loges, F-53940 Saint Berthevin

⁶ FCEL, 42 rue de Châteaudun, F-75009 Paris

⁷ Chambre d'Agriculture de Bretagne, rue Maurice Le Lannou, F-35042 Rennes Cedex

Correspondance: marine.gele@idele.fr

Résumé

Le projet CasDar AcID (acidose et indicateurs pour le diagnostic) a débuté en janvier 2014. Son objectif était d'utiliser le profil en acides gras (AG) du lait comme prédicteur des paramètres fermentaires du rumen et donc de l'acidose ruminale subaiguë (ARSA) chez la vache laitière et la chèvre laitière. La quantification de ces profils en routine par spectrométrie moyen infrarouge (MIR) devait permettre, via des enquêtes en élevage, d'estimer la fréquence de l'ARSA dans les troupeaux, d'identifier les animaux les plus sensibles et les pratiques alimentaires à risque, et d'évaluer les effets de l'acidose sur la santé des femelles et leurs performances de production. Chez la vache laitière, le projet a permis de mettre en évidence une relation curvilinéaire entre un ratio d'AG pairs/AG impairs du lait et le rapport acétate sur propionate (C2/C3) du jus de rumen. Une équation spécifique a été développée à partir des spectres MIR afin de pouvoir estimer ce rapport en routine, avec une précision satisfaisante ($R^2 = 0.82$). En chèvres laitières, aucune relation nette entre les AG du lait et les paramètres fermentaires du rumen n'a été mise en évidence, et l'estimation directe des paramètres fermentaires par spectrométrie MIR n'a pas été concluante. L'enquête en élevage a été de type cas / témoin en bovins où 60 troupeaux ont été recrutés sur la base du profil en AG du lait et du ratio TB/TP (Taux Butyreux/Taux Protéique). En caprins, 94 enquêtes ont été valorisées dans des élevages recrutés sur la base de leur conduite alimentaire. Les résultats de ces enquêtes convergent entre espèces : le faible nombre de cas d'ARSA observés ou suspectés dans les troupeaux enquêtés confirment les facteurs de risques déjà connus, et montrent que la stratégie de prévention de l'ARSA encouragée dans les élevages fonctionne.

Mots-clés : acide gras, spectrométrie MIR, alimentation, fréquence

Abstract: Diagnosis indicators and monitoring of subacute ruminal acidosis in dairy cows' herds and dairy goats' flocks.

The AcID (acidosis and diagnosis indicators) project was funded by CasDar and began in January 2014. The aim of the project was to use milk fatty acids profile to predict ruminal fermentations and subacute ruminal acidosis (SARA). The estimation of milk fatty acids profiles in routine using mid infrared (MIR) spectroscopy coupled with field surveys were supposed to make it possible to calculate SARA

frequency in dairy cows herds and dairy goats flocks. This method was also supposed to make it possible to identify sensitive animals and risky feeding practices, and to evaluate the effects of SARA on animal health and milk production. In dairy cows, a curvilinear relationship between even to odd fatty acids ratio in milk and ruminal acetate to propionate (C2/C3) ratio has been brought to light. Milk MIR spectra were used to build an equation to estimate C2/C3 ratio in routine with quite good precision ($R^2 = 0.82$). In dairy goats, no relationship between milk fatty acids and ruminal fermentation parameters has been highlighted, and the estimation of fermentation parameters directly from MIR spectra was not precise enough. A case-control survey was led in 60 dairy cows herds which were recruited on the basis of their milk fatty acids profile and fat to protein ratio. 94 field surveys were conducted in dairy goats flocks on the basis of their feeding practices. Results from the surveys are similar between species: very few SARA cases were observed or suspected, the feeding practises identified as risky were already known, and the strategy used to prevent SARA is working quite well.

Keywords: fatty acid, MIR spectroscopy, feed, frequency

Introduction

Dans le contexte de la suppression des quotas laitiers, les exploitations de vaches laitières doivent faire preuve de flexibilité notamment au niveau des quantités de lait produites, afin d'assurer leur pérennité économique. La maximisation de l'expression du potentiel de production des animaux est un des leviers de cette flexibilité, au moins durant certaines périodes, ce qui nécessite l'utilisation de rations à faible encombrement et à forte densité énergétique. En production laitière caprine, ce besoin de flexibilité et d'adaptation existe aussi avec une utilisation relativement importante de concentré et modérée de fourrage. Pour les deux espèces, cela se traduit par des conduites alimentaires présentant des risques d'acidose ruminale subaiguë (ARSA) qui se définit par des baisses périodiques du pH ruminal plus ou moins fréquentes au cours de la journée. Elle est due à une production d'acides insuffisamment tamponnés par les substances tampons de la salive. L'efficacité digestive est diminuée et est à l'origine de conséquences économiques lourdes pour les exploitations (baisse de production laitière et de taux butyreux (TB), hausse des coûts alimentaires et vétérinaires, moindre longévité des animaux...) mais difficiles à estimer du fait de leur décalage dans le temps par rapport à l'apparition des troubles, mais également du fait de la difficulté à diagnostiquer l'ARSA. En effet, les signes cliniques de l'ARSA ne sont pas spécifiques et mesurer le pH ruminal fréquemment dans la journée nécessite l'utilisation de méthodes invasives non utilisables en routine en élevage. De plus, la forte variabilité interindividuelle de réponse des animaux rend insuffisante la connaissance de la conduite alimentaire dans la prévention et le diagnostic de l'ARSA.

Le projet AcID « Acidose et Indicateurs de Diagnostic » a pour but de mettre au point un outil de diagnostic de l'ARSA utilisable par les éleveurs et les conseillers afin de juger précocement des situations à risque d'ARSA, d'en évaluer sa prévalence ainsi que sa sévérité et enfin de suivre les effets des corrections appliquées dans les élevages de vaches et de chèvres laitières. Ce projet comportait 4 volets dont les objectifs étaient de :

1. développer un modèle permettant de caractériser l'état d'un animal vis-à-vis de l'ARSA à partir du profil en acides gras (AG) de son lait ;
2. utiliser ce modèle en élevage pour estimer la fréquence de l'ARSA dans les troupeaux en système ensilage de maïs, identifier les animaux les plus sensibles et les pratiques alimentaires à risque, et évaluer les effets de l'ARSA sur la santé des vaches et leurs performances de production ;

3. définir les modalités de création d'un outil opérationnel de diagnostic de l'ARSA dans les troupeaux laitiers à partir des données collectées lors des contrôles de performance ;
4. capitaliser les connaissances acquises et diffuser l'outil.

Le projet AcID a été mené en partenariat entre l'Institut de l'Élevage, l'INRA, le groupe ESA, l'EPLEFPA Olivier de Serres, le CLASEL, France Conseil Elevage et la Chambre d'Agriculture de Bretagne.

1. Le profil en acides gras du lait, prédicteur d'acidose ruminale subaiguë ?

Dans les conditions idéales, le diagnostic de l'ARSA repose sur l'estimation du pH ruminal en continu. Les méthodes utilisées en pratique dans les élevages ne répondent pas à cet objectif (mesures ponctuelles), sont difficilement mises en œuvre à grande échelle (échantillonnage limité d'animaux), et leur fiabilité et / ou leur innocuité sont controversées. Des indicateurs non invasifs du risque d'ARSA existent. Certains sont liés à la composition de la ration (Sauvant et Peyraud, 2010). Cependant ces indicateurs sont insuffisants pour prédire précisément ce risque

Chez la vache, les productions fermentaires du rumen influencent la composition de la matière grasse du lait en fournissant les précurseurs qui, par élongation dans la mamelle, détermineront en grande partie les quantités d'AG courts et moyens, pairs et impairs sécrétés dans le lait. Ainsi, certains AG (ou leur rapport) sont des indicateurs potentiels des fermentations ruminales. Chez la chèvre, les références existantes sont plus rares, mais, de la même manière que pour les vaches, une modification du profil fermentaire ruminal entraîne aussi une modification dans le profil en AG du lait (Serment et al., 2010).

Le profil en AG du lait pourrait être facilement utilisable en élevage grâce aux avancées technologiques récentes. En effet, le programme PhénoFinlait (Ferrand et al., 2014) a permis la mise au point d'équations d'estimation des AG du lait de vache, chèvre et brebis en utilisant la spectrométrie moyen infrarouge (MIR). Cette technologie est utilisée en routine et à grande échelle en élevage, avec un coût additionnel très faible.

La première action du projet AcID visait à étudier la possibilité de prédire les paramètres fermentaires du rumen à partir du profil en AG du lait estimé par spectrométrie MIR.

1.1 Chez la vache laitière

Chez la vache laitière, cette action a été menée à partir de données issues de 6 essais réalisés à l'UMR PEGASE entre 1997 et 2011 sur le lien entre la composition de la ration et l'ARSA (Le Liboux et Peyraud, 1998 ; Le Liboux et Peyraud, 1999 ; Lechartier et Peyraud, 2010 et 2011) et permettant une mise en relation entre le profil en AG du lait et les paramètres fermentaires du rumen. Elles ont été complétées par deux expérimentations menées à l'IEPL de Méjusse. La première avait pour but d'acquérir des données dans des situations alimentaires plus proches des rations observées sur le terrain, notamment en matière de taux de concentrés dans la ration. Trois niveaux de concentrés (25, 40 et 55% de la matière sèche (MS) de la ration) ont ainsi été étudiés dans un schéma en split plot en interaction avec 2 niveaux d'amidon (25 et 32% de la MS de la ration). La deuxième expérimentation visait à étudier l'effet d'autres fourrages que l'ensilage de maïs, seul fourrage utilisé dans les essais existants. Le choix s'est porté sur l'enrubannage d'herbe (40% des fourrages) en complément de l'ensilage de maïs (60% des fourrages) à comparer avec une ration à base d'ensilage de maïs seul, et ce avec deux niveaux de concentrés (30 et 55% de la MS de la ration).

L'ensemble des données acquises constitue une base de données qui a été utilisée pour développer des équations de prédiction des paramètres fermentaires du rumen à partir du profil en AG du lait.

1.1.1 Le profil en acides gras du lait reflète le profil des acides gras volatils du jus de rumen, mais pas le pH ruminal

Une méta-analyse réalisée à partir de l'ensemble des données compilées a permis d'obtenir des lois de réponses génériques des paramètres fermentaires en fonction du profil en AG du lait. L'analyse a été réalisée sur 113 données individuelles en intra-essai et inter-essais. La durée des périodes d'adaptation aux traitements (2 semaines) et les protocoles de mesures ont été similaires entre les essais.

Les paramètres fermentaires étudiés étaient le pH ruminal moyen, l'amplitude de chute du pH, la durée de pH inférieur à 6,0 et le ratio acétate sur propionate (C2/C3), qui ont été calculés à partir de prélèvements de jus de rumen en cinétique sur 10h après la distribution de la ration du matin. Le profil en AG du lait a été mesuré par chromatographie en phase gazeuse (CPG) sur les échantillons de lait prélevés à la traite du matin du jour suivant les prélèvements de jus de rumen. Les facteurs expérimentaux étudiés étaient la nature du concentré, la proportion de concentré et la finesse de hachage de l'ensilage de maïs.

Le pH ruminal moyen a varié de 5,65 à 6,82 avec une moyenne de 6,21 ($\pm 0,251$). Le ratio C2/C3 du rumen a varié de 1,2 à 3,9 avec une moyenne de 2,5 ($\pm 0,73$). Ces deux variables n'ont été que faiblement corrélées ($r=0,50$).

Cette analyse a montré qu'il n'est pas possible de prédire précisément le pH ruminal à partir du profil en AG du lait. En revanche, une relation curvilinéaire a été observée entre le ratio C2/C3 du jus de rumen et le ratio d'AG $(C_{4:0}+C_{6:0}+C_{8:0}+C_{10:0}+C_{12:0})/(C_{5:0}+C_{7:0}+C_{9:0}+C_{13:0})$, noté C4C12/C5C13 (en intra-essai : $C2/C3 = 0,52 + 0,0512 \times C4C12/C5C13 - 0,00022 \times C4C12/C5C13^2$; $n=113$; $n_{\text{essais}}=6$; $ETR = 0,332$), sans interaction de pentes avec les essais. D'après l'équation obtenue, à la fois dans le cas de rations basées sur l'ensilage de maïs seul et dans le cas de rations mélangeant ensilage de maïs et enrubannage d'herbe, le ratio C2/C3 devient inférieur à 3,0, seuil retenu pour caractériser un début de déviations fermentaires dans le rumen, lorsque le ratio C4C12/C5C13 devient inférieur à 70 (Figure 1).

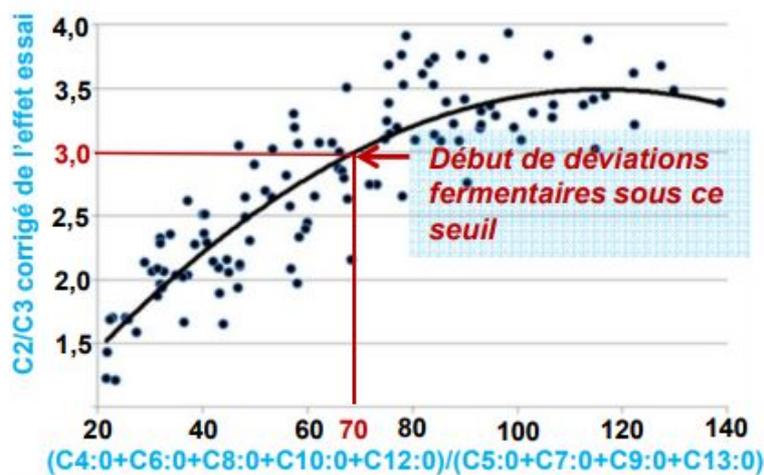


Figure 1 : Relation entre le ratio acétate sur propionate ruminal (C2/C3) et le ratio $(C_{4:0}+C_{6:0}+C_{8:0}+C_{10:0}+C_{12:0})/(C_{5:0}+C_{7:0}+C_{9:0}+C_{13:0})$ du lait établie en intra-essai. Projet AcID.

Ce ratio C4C12/C5C13 s'est avéré être un meilleur prédicteur du rapport C2/C3 du lait que le rapport taux butyreux sur taux protéique (TB/TP) couramment utilisé en élevage pour repérer les vaches en ARSA, et que la part d'AG C18:1 *trans* 10, AG synthétisé en cas de déviation fermentaire.

1.1.2 La spectrométrie dans le moyen infrarouge permet de quantifier en routine le ratio C4C12/C5C13

L'étape suivante consistait à rendre possible l'utilisation du prédicteur retenu en routine. La méthode choisie est la spectrométrie MIR, qui est utilisée dans les laboratoires d'analyse du lait pour estimer notamment les taux protéiques et butyreux du lait. Le principe de cette méthode est illustré par la Figure 2. Il s'agit de développer un modèle mathématique permettant de mettre en relation pour chaque lait la teneur de chaque AG déterminée par CPG (Chromatographie Phase Gazeuse) avec les valeurs d'absorbances du spectre obtenu dans le MIR. Ce modèle permet ensuite d'estimer directement la teneur de l'AG en question dans de nouveaux laits pour lesquels on ne dispose pas de l'analyse de référence.

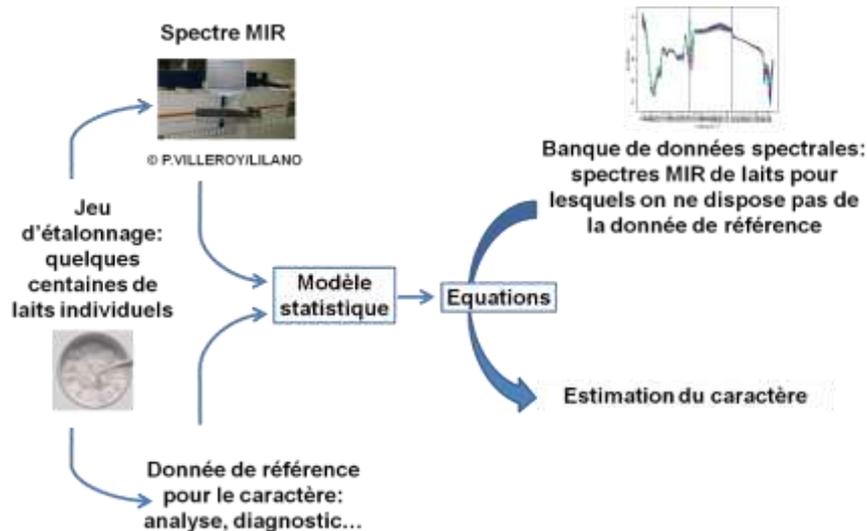


Figure 2 : Principe du phénotypage d'un caractère par spectrométrie moyen infrarouge (Gelé M.).

Pour cela, 235 données issues du programme PhénoFinlait (spectres MIR et teneur en AG mesurés par CPG) ont été utilisées. Le modèle a été développé par régression Partial Least Square (PLS). Comme le montre le Tableau 1, l'équation est de précision suffisante pour rechercher dans la population les individus à risque d'ARSA ($R^2 > 0.75$).

Tableau 1 : Précision de l'équation moyen infrarouge pour l'estimation du ratio C4C12/C5C13. Projet AcID.

Variable	N	Moyenne	Ecart-type	R ² cross-validation ajusté	Erreur standard cross-validation
C4C12/C5C13	235	80.17	29.54	0.82	12.72

1.2 Chez la chèvre laitière

Comme chez la vache laitière, des données existantes en matière de relation entre les profils d'AG du lait et les paramètres fermentaires du rumen ont été complétées par deux expérimentations : une à l'INRA de Grignon et une à la ferme du Pradel. Les deux essais se distinguaient essentiellement sur le mode de préparation des rations (ration « mélangée » à Grignon et ration à base de « repas de foin et de concentrés » au Pradel) et sur la quantité de concentrés. Dans chaque essai, au-delà du caractère acidogène des rations à tester, une modalité complémentée ou non avec de la graine de tournesol a permis d'apprécier les interactions au niveau des profils en AG obtenus. Les essais se sont tous les deux déroulés sur six semaines (1 semaine de référence, 1 de transition et 4 expérimentales).

Lors des semaines expérimentales, il s'agissait de comparer les effets d'un régime « témoin » non acidogène à ceux d'un régime « acidogène » à haut niveau de concentrés (50 % de concentrés dans la

ration à Grignon et 1,5 kg au Pradel) sur des lots de chèvres. Les paramètres mesurés sont les performances laitières obtenues à chaque traite (Production laitière, TB, TP, TB/TP) et les paramètres fermentaires (pH et C2/C3 en CPG). Les échantillons de jus de rumen, au nombre de 220, ont été prélevés par sondage œsophagien. Le profil en AG des laits des chèvres a également été mesuré par CPG et en MIR à partir des spectres récupérés pour chaque échantillon de lait.

1.2.1 Peu de relation entre paramètres fermentaires du rumen et profil en acides gras du lait

L'essai réalisé à Grignon a permis de montrer que les régimes enrichis en graines de tournesol se distinguent significativement des autres régimes, alors que les régimes « acidogène » et « témoin » ne se différencient pas significativement. La relation entre le ratio C2/C3 du jus de rumen et le profil en AG du lait est également plus marquée dans les régimes enrichis en graines de tournesol par rapport aux autres régimes, qu'entre les régimes « acidogène » et « témoin ». C'est également le cas dans l'essai réalisé au Pradel où la supplémentation lipidique a eu un effet très marqué sur le profil en AG du lait tandis que le niveau de concentrés a eu un effet très modéré sur les AG connus pour être des marqueurs potentiels de dysfonctionnement ruminal. La mise en relation entre les paramètres fermentaires et les AG n'a été concluante dans aucun des deux essais.

1.2.2 La spectrométrie dans le moyen infrarouge ne permet pas de quantifier en routine les paramètres fermentaires du rumen

La stratégie mise en place en caprins diffère de celle utilisée en bovins. En effet, les essais n'ayant pas permis d'établir une relation nette entre les paramètres fermentaires du rumen et le profil en AG du lait, le choix d'estimer directement les paramètres fermentaires a été fait. Le développement du modèle a été réalisé en régression PLS, à partir des 220 spectres obtenus dans le MIR. Les résultats obtenus (Tableau 2) montrent que l'estimation du pH à partir des spectres MIR n'est pas bonne, et que la quantification du ratio C2/C3 n'est pas satisfaisante ($R^2 < 0,5$).

Tableau 2 : Précision de l'équation moyen infrarouge pour l'estimation des paramètres fermentaires en caprins. Projet AcID.

Variable	N	Moyenne	Ecart-type	R ² cross-validation ajusté	Erreur standard cross-validation
C2/C3	220	3,30	0,43	0,42	0,33
pH	220	6,51	0,26	0,03	0,26
TB/TP	220	0,96	0,17	0,98	0,02

Le classement des laits entre 2 niveaux de ratios « haut » versus « bas » a alors été testé par régression PLS logistique. Il existe une forte dichotomie des résultats entre les deux essais, les résultats obtenus sur les chèvres du Pradel présentant des résultats significativement plus faibles que celles de Grignon (Figure 3). En conséquence, il est difficile de choisir un seuil unique pour distinguer les individus à ratio « haut » versus « bas », le nombre de faux positifs étant important avec un seuil unique de 3,0. Les résultats à 2 seuils n'améliorent pas le classement des individus.

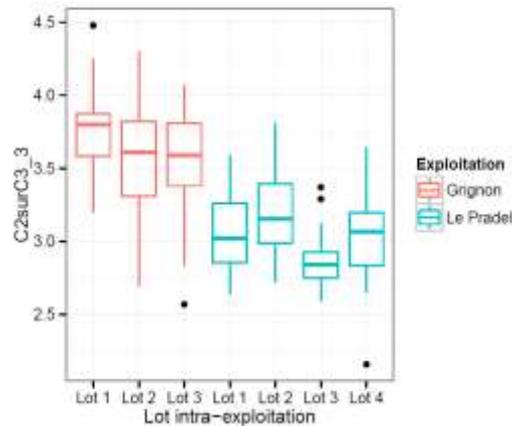


Figure 3 : Ratio C2/C3 du jus de rumen dans les différents lots de chèvres des essais de Grignon et du Pradel. Projet AcID.

2. Etude épidémiologique sur l'acidose ruminale subaiguë dans les troupeaux de vaches et chèvres laitières

2.1 Chez la vache laitière

Ce sous-projet a pour objectif de caractériser la fréquence de l'ARSA en France dans les troupeaux de vaches laitières dont le système d'alimentation est basé sur l'ensilage de maïs, repérer les animaux les plus sensibles, identifier les pratiques à risques et évaluer les effets de l'ARSA sur la santé des vaches et les performances de production. Pour cela, des enquêtes de type cas-témoin ont été réalisées dans 60 élevages français.

2.1.1 Choix des élevages à enquêter

Le choix des élevages à enquêter a été réalisé à partir de l'étude des données collectées par les 12 Entreprises de Conseil en Elevage (ECEL) partenaires de novembre 2014 à mars 2015. La population d'étude était ainsi constituée de plus de 25 000 troupeaux localisés dans 24 départements français suivis par le Conseil Elevage 25-90, Littoral Normand, Jura Conseil Elevage, Avenir Conseil Elevage, Orne Conseil Elevage, la Chambre d'Agriculture Région Alsace, BCEL Ouest, Clasel, ECLA, Chambre d'Agriculture de Dordogne, Chambre d'Agriculture de Landes et Haute-Saône Conseil Elevage.

Les critères de sélection portaient sur la race (Prim'Holstein, Normande ou Montbéliarde) et le système d'alimentation utilisé en fin d'automne 2014 (plus de 70% d'ensilage de maïs dans le fourrage, sans pâturage ni supplémentation en AG insaturés). Seuls 242 troupeaux réunissaient ces critères.

Les nombreuses simulations réalisées ont mené à définir les élevages « cas » et « témoin » de la manière suivante :

- Elevages « cas » : au moins 20% des vaches à plus de 30 jours de lactation ayant un ratio TB/TP inférieur à 1,05 et 5% des vaches avec un ratio AG pairs/AG impairs <40
- Elevages « témoin » : au moins 85% de vaches de plus de 30 jours de lactation avec $1,05 \leq TB/TP < 1,5$ et aucune vache avec un ratio AG pairs/AG impairs <40

Ceci a permis d'enquêter 60 élevages (33 « cas » et 27 « témoins ») durant l'hiver 2015, localisés dans différentes régions (Figure 4).

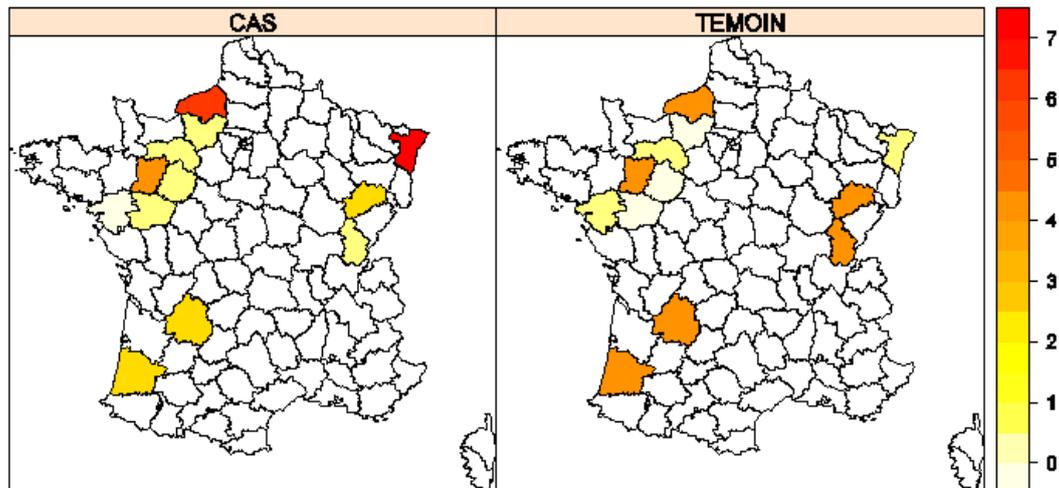


Figure 4 : Localisation des élevages bovins enquêtés. Projéct AcID.

2.1.2 Peu de vaches à risque d'ARSA dans les troupeaux nourris à l'ensilage de maïs

Cette enquête épidémiologique n'a permis de détecter que peu de vaches en état d'ARSA selon les critères retenus : 1 à 2% des vaches dans 5% des troupeaux, soit beaucoup moins qu'attendu au vu de la littérature qui relate, selon les pays et le stade de lactation des vaches, une fréquence allant de 11 à 33% des vaches et 25% des troupeaux (Kleen, 2003 ; Morgante et al., 2007). Les vaches identifiées comme étant le plus à risque sont celles en milieu de lactation et celles en 4^{ème} lactation et plus. Aucune race n'a semblé plus touchée qu'une autre.

Seules 14% des vaches « cas » (ratio TB/TP <1,05 et un ratio AG pairs/AG impairs <40) à un instant T l'étaient encore un mois après. En revanche, 32% des élevages « cas » à un instant T l'étaient encore un mois après. Cela signifie qu'avec une conduite alimentaire identique d'un mois sur l'autre, ce qui a été une contrainte imposée dans l'étude, le statut d'une vache est susceptible d'évoluer. Cette évolution est cohérente avec des chutes cycliques d'ingestion journalière sur des séquences de 2 à 4 jours chez les vaches atteintes d'ARSA permettant de diminuer la production d'acides dans le rumen d'un jour à l'autre et de lutter ainsi contre l'état d'ARSA.

D'autre part, l'enquête a permis de confirmer certaines relations entre la valorisation de la ration et le risque d'ARSA : des bouses plus molles et plus riches en fibres et en grains chez les vaches « cas » suggérant une moindre digestibilité des fibres. Une production laitière plus faible (-1 kg/jour) a été observée chez ces vaches par rapport aux vaches « témoins », suggérant une moindre valorisation de la ration pour la production laitière. Les facteurs alimentaires connus de risque d'ARSA ont été retrouvés chez les élevages « cas » : part d'aliments concentrés dans la ration plus élevée (25 vs 22% de la MS ingérée), et teneur en NDF de fourrage plus faible (32 vs 34% de la MS). Cependant, ces valeurs sont toujours en deçà de la limite recommandée actuellement (<40% de la MS pour les concentrés et >25% de la MS en NDF).

En revanche, l'étude n'a pas permis d'identifier des troubles sanitaires plus fréquents chez les vaches « cas », tels que déplacement de caillette, météorisation, abcès, fourbures, mammites... Ceci peut s'expliquer d'une part par une apparition tardive de ces signes par rapport au moment de l'exposition à l'ARSA, ce qui n'a pas pu être évalué, et d'autre part, par une absence réelle de telles conséquences qui n'ont jamais été clairement démontrées par des études. Cependant, à dire d'éleveur, la mortalité serait supérieure dans les troupeaux « cas », ce qui mériterait d'être confirmé par une étude des mortalités réellement enregistrées dans les troupeaux.

Les quelques résultats trouvés dans cette étude terrain sont cohérents avec les connaissances antérieures sur ce trouble métabolique. Les troupeaux enquêtés se sont révélés faiblement à risque d'ARSA, et cet état était peu persistant : les conditions d'inclusion ont minimisé les chances de voir apparaître des états francs d'ARSA. En effet, seules les rations à dominante d'ensilage de maïs maintenant bien maîtrisées ont été étudiées et les situations de transition ont été exclues, qu'il s'agisse de changement de silo ou de vaches en début de lactation. La bonne maîtrise de la part des éleveurs des facteurs de risque liés aux distributions et à la composition des rations essentiellement à base de maïs ensilage y contribue sans doute.

2.2 Chez la chèvre laitière

2.2.1 Choix des élevages à enquêter

La spectrométrie MIR ne permettant pas de phénotyper avec précision les paramètres fermentaires du rumen, le choix des exploitations à enquêter s'est appuyé essentiellement sur la typologie des élevages au contraire de ce qui a été réalisé en bovins. La population étudiée a été constituée à partir des adhérents au Contrôle Laitier Officiel. Un premier niveau de stratification a été effectué selon les systèmes alimentaires les plus répandus (« Ensilage de maïs », « Autres fourrages fermentés », « Foins » et « Rations mélangées »). Un deuxième niveau de stratification en fonction des 7 ECEL partenaires (la Vendée, l'Indre, l'Indre-et-Loire, les Deux-Sèvres, l'Aveyron, la Drôme et l'Isère) et enfin des critères d'exclusion ont été appliqués (petits et très grands troupeaux, forte supplémentation en matières grasses et enfin la difficulté d'effectuer l'enquête). Ces phases de sélection ont permis de collecter 94 enquêtes en élevage valorisables.

2.2.2 Des facteurs de risques déjà connus

Chez la chèvre laitière, comme chez la vache laitière, cette enquête a permis de montrer que les pratiques des éleveurs en matière de conduite alimentaire sont globalement en phase avec les recommandations. Les niveaux d'ingestion estimés étaient en moyenne à 2,77 kg MS par chèvre par jour pour une production laitière de 3,05 kg de lait.

Parmi l'ensemble de lots de chèvres des élevages enquêtés, 5 profils à risque d'ARSA ont été déterminés en fonction de la nature des rations :

- La fibrosité (>55% de concentrés en MS et < 0,6 kg/j de fourrages grossiers),
- La fibrosité chimique (>18 % d'amidon / MS ingérée et <28 % de NDF fourrages),
- La densité énergétique et le niveau d'ingestion (UFL/kg de MS >0,97 et niveau d'ingestion >4,5% du poids vif),
- Le pourcentage d'amidon et de la couverture énergétique (% amidon >18% et % de couverture des besoins UFL >120),
- La quantité et le nombre de distribution de concentrés (kg de concentrés / j >1,3 et nombre de distribution <3 / jour).

Seule la fibrosité est ressortie de cette enquête comme une variable pouvant impacter significativement le rapport C2/C3 ruminal.

L'enquête a permis d'étudier les conséquences sanitaires de l'ARSA dans les troupeaux de chèvres laitières. Des cas répétés d'ARSA dans le mois qui précède l'enquête a été citée par 21% des éleveurs. L'occurrence de diarrhée est de 2 % des chèvres pour 54 % des élevages, ce qui représente 66 % de la morbidité totale déclarée. Le taux d'entérotoxémie a été inférieur à 0,1% des chèvres et a concerné 3 % de la morbidité. Le taux de mortalité globale était faible (0,4%) et a concerné 43% des élevages.

Globalement, aucune des observations physiques et comportementales n'a pu être reliée au rapport C2/C3.

Le rapport C2/C3 ruminal a été estimé par MIR, bien que la précision de l'équation soit faible. Une analyse multivariée a permis d'identifier les facteurs influençant ce rapport. Le seuil de C2/C3 de 3,4 a été pris pour déterminer en deçà un statut positif d'ARSA et au-delà un statut négatif d'ARSA. Le profil le plus à risque a été observé sur des chèvres à lactation avancée (>250 jours) avec un régime à base d'ensilage de maïs dont le profil de fibrosité serait à plus de 55 % de concentrés (dont le grain du maïs fourrage) et moins de 0,6 kg de fourrage grossier long /j et ayant un TP du lait élevé (>31 g/kg). Ce profil n'est pas aberrant et peut d'une certaine façon conforter la validité de la prédiction du C2/C3 à partir du spectre MIR. Mais le peu de signe clinique d'ARSA dans ces troupeaux ne permet pas de valider en totalité cette concordance.

Les effets du système d'alimentation et des proportions en concentrés et fourrages grossiers de la ration sont apparus comme les plus explicatifs de la prédiction du C2/C3. Il s'agit de facteurs alimentaires déjà connus dans la littérature. L'influence du taux protéique et du stade de lactation est également significative. Les chèvres ingérant des rations riches en concentrés et pauvres en fourrages grossiers, en système ensilage de maïs, avec un TP supérieur ou égal à 30,9 g/kg et à un stade de lactation tardif seraient plus exposées à l'ARSA. Toutefois, la sensibilité du modèle final n'est que de 22 %, ce qui ne permet pas de prédire avec précision l'ARSA dans les troupeaux à partir du C2/C3 mesuré en MIR.

Conclusion

Les résultats obtenus sur la vache laitière et sur la chèvre laitière concordent : il n'est pas possible aujourd'hui de proposer une méthode de routine pour prévoir l'ARSA à partir du profil en AG du lait. Deux hypothèses d'explication peuvent être retenues : i) la méthode de routine basée sur les spectres MIR du lait individuel n'est pas assez précise ; et ii) les prévalences de l'ARSA intra troupeau et inter troupeaux seraient faibles dans les élevages suivis par les ECEL et dans les zones enquêtées. L'ARSA serait fugace et sans doute peu sévère. Beaucoup de prévention a été réalisée ces dix dernières années diminuant d'autant la possibilité de capter cette affection par la méthode de routine mis en place dans cette étude. Il est donc nécessaire de continuer à sensibiliser les éleveurs et techniciens à la prévention de l'ARSA.

Références bibliographiques

Ferrand-Calmels M., Palhière I., Brochard M., Leray O., Astruc J.M., Aurel M.R., Barbey S., Bouvier F., Brunschwig P., Caillat H., et al., 2014. Prediction of fatty acid profiles in cow, ewe, and goat milk by mid-infrared spectrometry. *J. Dairy Sci.* 97, 17–35.

Kleen J.L., Hooijer G.A., Rehage J., and Noordhuizen J.P.T.M., 2003. Subacute Ruminant Acidosis (SARA): a Review. *J. Vet. Med. Ser. A* 50, 406–414.

Le Liboux S., Peyraud J.L., 1998. Effect of forage particle size and intake level on fermentation patterns and sites and extent of digestion in dairy cows fed mixed diets. *Anim. Feed Sci. Technol* 73, 131–150.

Le Liboux S., Peyraud J.L., 1999. Effect of forage particle size and feeding frequency on fermentation patterns and sites and extent of digestion in dairy cows fed mixed diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 76, 297–319.

Lechartier C., Peyraud J.-L., 2010. The effects of forage proportion and rapidly degradable dry matter from concentrate on ruminal digestion in dairy cows fed corn silage-based diets with fixed neutral detergent fiber and starch contents. *J. Dairy Sci.* 93, 666–681.

Lechartier C., Peyraud J.-L., 2011. The effects of starch and rapidly degradable dry matter from concentrate on ruminal digestion in dairy cows fed corn silage-based diets with fixed forage proportion. *J. Dairy Sci.* 94, 2440-2454.

Morgante M., Stelletta C., Berzaghi P., Ganesella M., Andrighetto I., 2007. Subacute rumen acidosis in lactating cows: an investigation in intensive Italian dairy herds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 91, 226– 234.

Sauvant D., Peyraud J.-L., 2010. Calculs de ration et évaluation du risque d'acidose. *Inra Prod. Anim.* 23, 333-342.

Serment A., Schmidely P., Giger-Reverdin S., Sauvant D., 2010. Effet du pourcentage de concentrés sur les paramètres ruminiaux et sanguins, la production et la qualité du lait chez la chèvre en milieu de lactation. *Rencontres Recherches Ruminants* 17, 305.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL)