

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Française pour la Production Fourragère

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

www.afpf-asso.org

Un diagnostic d'alimentation de ruminants « qui parle aux éleveurs ».

Comparaison avec un protocole classique

A. Michaud¹, M. Cremilleux², G. Beure³, A. Védrine¹, C. Rigolot¹

Pour répondre aux enjeux agricoles de demain, la bonne maîtrise des charges d'alimentation est un point important en élevage. Sur le terrain, plusieurs protocoles de diagnostic d'alimentation sont utilisés dont certains reposent sur une réappropriation par les éleveurs. Nous comparons les conclusions d'un protocole classique et d'un autre, proposé par l'association Eleveurs Autrement, utilisant l'outil OBSALIM®.

RÉSUMÉ

Deux protocoles de diagnostic du système d'alimentation sont ici comparés : un protocole basé sur des indicateurs et outils proposés par les organismes de recherche-développement et un autre utilisé par l'association « Eleveurs Autrement » et basé sur l'outil OBSALIM®. Ces protocoles ont été conduits indépendamment sur 17 lots d'animaux (systèmes bovins lait et viande et ovin lait). La comparaison est réalisée à deux niveaux : i) le diagnostic global (la ration est équilibrée ou à équilibrer), ii) l'analyse détaillée (qui précise le type de déséquilibre). Les conclusions des 2 protocoles sont très proches pour le diagnostic global d'alimentation, bien que l'analyse détaillée montre des différences dans les observations.

SUMMARY

A farmer-friendly diagnostic tool for assessing livestock feeding systems: comparing a newer method with a more traditional approach

In livestock farming, managing feed costs is important. In the field, several diagnostic tools are used to assess feeding systems; in some cases, the intent is for livestock farmers to reappropriate the methods. Here, we compared the results obtained using a traditional diagnostic method with the results obtained using OBSALIM®, a method developed by the farmers' association Eleveurs Autrement. The two methods were independently applied to 17 batches of animals (from beef cattle, dairy cow, and dairy sheep systems). Comparative analysis was carried out at two levels: feeding systems were assessed i) overall (i.e., to detect the presence or absence of ration imbalance) and ii) in greater detail (i.e., to identify underlying factors if imbalance was present). The methods yielded very similar results for the overall assessment. However, the detailed assessment revealed differences between the two approaches.

L'élevage doit faire face à de nombreux enjeux qui ont un impact fort sur le fonctionnement des exploitations agricoles. Les fluctuations importantes des cours des céréales ou des productions animales comme le lait (AGRESTE, 2016) sont à l'origine d'importantes difficultés économiques pour les élevages : augmentation des coûts de production, diminution des revenus avec la baisse des prix de vente, etc. A cela s'ajoutent les aléas climatiques qui peuvent avoir un impact négatif sur la qualité et le rendement des récoltes.

Pour que les exploitations agricoles restent viables sur le long terme, une piste d'action, dans le cadre d'une approche globale de l'exploitation, repose sur une optimisation concertée de chaque facteur de production du système. L'alimentation des animaux en élevage de ruminants est un poste de dépenses important : il représente 25 % environ de la valeur du produit brut des exploitations d'élevage en 2013 (AGRESTE, 2015). De plus, l'alimentation a un effet sur la santé des animaux (LEAN *et al.*, 2013 ; CROWE *et al.*, 2015 ; ROSSI et COMPIANI, 2016)

AUTEURS

1 : Université Clermont Auvergne, INRA, VetAgro Sup, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle ; audrey.michaud@vetagro-sup.fr

2 : Université Clermont Auvergne, INRA, VetAgro Sup, Irstea, AgroParisTech, UMR Territoires, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

3 : Animateur association « Eleveurs Autrement », F-63210 Rochefort-Montagne

MOTS CLÉS : Diagnostic, méthode d'estimation, pratiques des agriculteurs, ration alimentaire, santé, système d'élevage.

KEY-WORDS : Diagnosis, diet, estimation method, farmers' practices, health, livestock system.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Michaud A., Cremilleux M., Beure G., Védrine A., Rigolot C. (2019) : "Un diagnostic d'alimentation de ruminants « qui parle aux éleveurs ». Comparaison avec un protocole classique", *Fourrages*, 240, 321-328.

et la qualité des produits (COPPA *et al.*, 2011 ; FRETIN *et al.*, 2017). Ainsi, le système d'alimentation est un des pivots du fonctionnement des systèmes d'élevage de ruminants.

Pour aider les éleveurs à améliorer leurs systèmes d'alimentation, depuis de nombreuses années, des protocoles de diagnostic d'alimentation et des outils ont été conçus par la recherche-développement. Un exemple d'outil est le logiciel INRation, qui permet de calculer une ration adaptée aux besoins des animaux (INRA, 2018). Ces protocoles et outils sont utilisés au quotidien dans de nombreuses exploitations par les conseillers des organismes de développement. De façon schématique, la conception d'outils par la recherche et leur transfert dans les exploitations par des conseillers correspondent souvent à une approche verticale de la connaissance (depuis la recherche vers l'utilisateur final). Elle est aujourd'hui remise en question, notamment dans le cadre de la transition agroécologique (COGUIL *et al.*, 2018). En particulier, **certains éleveurs cherchent à se « réappropriier » le diagnostic de l'alimentation, entre autres éléments décisionnels de leur exploitation.**

Pour ceci, ils s'appuient notamment sur des outils alternatifs, comme l'outil OBSALIM® (GIBOUDEAU, 2012). Cette méthode repose sur une observation des animaux à partir d'indicateurs différents de ceux proposés par les organismes de recherche-développement, souvent considérés comme des signes. Cette méthode est de plus en plus utilisée par les éleveurs (MANOLI et HELLEC, 2017) soit en tant que telle, soit combinée dans une démarche plus globale c'est-à-dire en utilisant OBSALIM® dans une partie de leur protocole de diagnostic, comme le propose une association d'éleveurs, **l'association « Eleveurs Autrement »**. Créée en décembre 2015, cette association regroupe environ **140 éleveurs de bovins/ovins/caprins allaitants et laitiers** dits « en transition agroécologique », essentiellement dans le Massif central. Ces éleveurs appliquent un grand nombre de **pratiques innovantes ou alternatives** sur leurs exploitations agricoles. Ils mobilisent **notamment une démarche de diagnostic du système d'alimentation** qu'ils ont développée avec les animateurs de l'association, **mobilisant l'outil OBSALIM®, dans le cadre d'un protocole conçu par l'association elle-même.**

Ce protocole est apprécié par les éleveurs de l'association, mais sa validité scientifique n'a pas encore été démontrée. Certains travaux existent, mais ils se sont limités à discuter la validité de l'outil OBSALIM® en particulier (JARDINE, 2016) ou les façons dont les éleveurs s'approprient cette méthode (MANOLI et HELLEC, 2017). Dans cet article, l'objectif est de **comparer deux démarches globales de diagnostic du système d'alimentation** : i) **un protocole classique** basé sur des indicateurs construits par les organismes de recherche-développement et ii) **un protocole reposant sur l'observation des animaux et de leurs signes, proposée par l'association « Eleveurs Autrement »**. Dans cet objectif, une expérimentation *in situ* a été réalisée, en comparant les deux protocoles conduits indépendamment sur 17 lots d'animaux ou troupeaux. Dans la première partie de l'article, nous proposons une comparaison

détaillée des deux protocoles, notamment des indicateurs utilisés. Dans la deuxième partie, nous présentons les résultats de la comparaison des diagnostics produits par les deux protocoles d'alimentation sur le terrain. Enfin, nous discutons les différences et les complémentarités des deux protocoles dans la mise en œuvre et dans l'analyse, pour conclure sur de nouvelles pistes de recherche.

1. Présentation et comparaison des deux protocoles

Chaque protocole de diagnostic d'alimentation est organisé en différentes étapes qui structurent le cheminement du diagnostic : 1) le troupeau, 2) les individus, 3) la ration. Si la succession des étapes est commune aux deux protocoles, le contenu de chaque étape diffère entre les deux protocoles. **Dans cette partie, les deux protocoles sont présentés en suivant ces trois étapes.** Le tableau 1 décrit le contenu de chaque protocole à chaque étape, en spécifiant les indicateurs utilisés pour les deux protocoles. Le diagnostic classique du système d'alimentation a été construit sur la base des indicateurs et outils proposés par les organismes de recherche-développement (HULSEN, 2005 ; IDELE, 2010a et b ; COMMUN et LE SOBRE, 2016) et d'autres outils comme INRation (INRA, 2018). Les indicateurs les plus faciles à transmettre et pouvant être mobilisés en pédagogie ont été retenus, ce qui explique l'utilisation de plusieurs outils et indicateurs (tableau 1). Le protocole de diagnostic d'alimentation proposé par l'association « Eleveurs Autrement » mobilise bien ces trois étapes mais peut s'arrêter à l'étape 1 si les indicateurs de cette étape ne sont pas satisfaisants.

■ Etape 1 : Observation du comportement du lot d'animaux dans son environnement

Cette première étape consiste à **observer le troupeau dans son ensemble**, afin d'en avoir une vision globale et de noter les comportements anormaux. Dans les deux cas, le comportement général du troupeau sera observé, c'est-à-dire si les animaux (au moins les 3/4 des animaux) sont au repos / en rumination / en ingestion ou s'ils sont debout ou couchés. Tout élément anormal sera noté, comme des difficultés de déplacement, de couchage, des blessures...

Dans le protocole classique, des informations relatives à l'équipement sont également prises en compte comme le nombre de places au cornadis, pour s'assurer que tous les animaux aient une place pour accéder à la ration, ou encore le nombre d'abreuvoirs, pour s'assurer de l'accès à l'eau pour l'ensemble des animaux. Des informations sur la ration sont aussi relevées : les quantités d'aliments distribués en kg (brut ou sec) ainsi que la manière dont les aliments sont distribués : ordre des aliments, mélange, etc.

Dans le protocole « Eleveurs Autrement », les informations sur le comportement global du troupeau avec les aliments sont très précises et sont prises en

Protocole « classique »	Protocole « Eleveurs Autrement »
1) Observation du comportement du lot d'animaux dans son environnement	
<ul style="list-style-type: none"> - Comportement des animaux : <ul style="list-style-type: none"> Nombre d'animaux debout/couchés Déplacement aisé Difficultés de couchage Blessures... - Nombre de places disponibles au cornadis et aux abreuvoirs - Ration distribuée en quantité et qualité <ul style="list-style-type: none"> Ordre des aliments <p>(sources : HULSEN, 2005 ; IDELE, 2010a et b ; COMMUN et LE SOBRE, 2016)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comportement troupeau : <ul style="list-style-type: none"> Est-ce que le troupeau est debout/couché ? est-ce homogène ? (réponse oui/non) Est-ce que le troupeau mange vraiment, grignote, trie ? est-ce homogène ? (oui/non) Est-ce que le troupeau est calme, normal, excité, énervé, agité ? est-ce homogène ? (rép. oui/non) - Etat corporel du troupeau : identique au sein du troupeau ou non ? - Salissement du troupeau : identique au sein du troupeau ou non en utilisant la croix du grasset comme repère (GIBOUDAU <i>et al.</i>, 2012) - Type de bouses : identique au sein du troupeau ou non <p>=> Analyse de l'homogénéité du troupeau sur la base des indicateurs observés. Si homogénéité du troupeau, passage à l'étape 2.</p>
2) Observation corporelle de chaque animal	
<ul style="list-style-type: none"> - Salissement de la mamelle et de la partie distale des postérieurs (grille de notation de 1 à 5) - Etat corporel des animaux (grille de notation de 1 à 5) - Remplissage de rumen (grille de notation de 1 à 5) - Aspect physique des bouses (grille de 1 à 5), mesure du pH des fécès, - Nombre de mastications/minute <p>(sources : PETIT et AGABRIEL 1993 ; IDELE, 2010a et b ; HULSEN, 2005)</p>	<p>Observation détaillée de l'ensemble des signes présents sur les animaux en mobilisant l'outil OBSALIM® (GIBOUDAU <i>et al.</i>, 2012) : observations au niveau de l'œil, de l'échine, de la zone pHG, de la robe, de la peau, de l'urine, des bouses, de la mamelle, du sabot et du nez, sur le comportement, le lait en mobilisant les 61 cartes disponibles.</p> <p>Identification des signes qui ressortent et communs au troupeau</p>
3) Efficacité du rumen et résultats techniques	
<ul style="list-style-type: none"> - Vérification de ration avec INRAtion - Confrontation aux données laitières (TB, TP, taux d'urée...) et aux indicateurs mesurés sur les animaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse des signes observés sur les animaux en utilisant les notes associées aux signes (outil OBSALIM®). Travail dans un premier temps sur la stabilité du rumen - Questionnement sur la ration
<p>TABLEAU 1 : Indicateurs utilisés dans les 2 protocoles de diagnostic du système d'alimentation.</p> <p>TABLE 1 : Indicators used in the 2 diagnostic methods for assessing feeding systems.</p>	

compte à ce niveau. L'observation du comportement s'effectue à un moment de la journée où le troupeau est censé faire « la même chose en même temps », sans que l'humain ne sollicite un mouvement des animaux. L'entrée dans le troupeau est effectuée avec la personne s'occupant des animaux : celle-ci passe en premier de manière à ne pas affecter le comportement des animaux. La **notion d'homogénéité du troupeau** est une phase importante du diagnostic et s'appuie non seulement **sur le comportement des animaux mais aussi sur leur état corporel et de salissement et sur l'état des bouses** : il ne s'agit pas de mettre une note aux animaux mais de s'assurer qu'il y ait une homogénéité du troupeau pour chacun de ces indicateurs. Si les trois-quarts des animaux ne montrent pas une homogénéité sur au moins deux de ces trois indicateurs d'homogénéité, le diagnostic s'arrête à ce niveau. En effet, des éléments structurels et organisationnels doivent être réglés dans un premier temps comme l'accès à la ration de la même manière, dans le même temps et en tranquillité. Si une homogénéité du troupeau est mise en évidence, le diagnostic se poursuit sur l'étape 2. A ce niveau sont également prises en compte les quantités distribuées, la fibrosité des fourrages mais aussi la manière dont l'animal se nourrit : est ce qu'il trie ?, grignote ?, etc.

■ Etape 2 : De l'observation corporelle de chaque animal à la tendance du lot d'animaux

Cette étape est caractérisée par une **analyse fine à l'échelle de l'animal**. L'analyse repose sur la mesure d'indicateurs sur les vaches ou l'identification de signes attachés à l'outil OBSALIM® (GIBOUDAU, 2012).

Avec le protocole classique, les indicateurs mesurés concernent les éléments permettant d'estimer d'éventuels troubles liés à l'alimentation comme la prise en compte de l'état corporel, du remplissage du rumen, de l'état des bouses, du salissement ou encore du nombre de mastications par minute. Pour cela, des grilles de notation de 1 à 5 sont utilisées. Il s'agit de voir si certains animaux présentent des écarts forts avec le reste du lot et si le lot se comporte de manière homogène.

Avec le protocole « Eleveurs Autrement », ce sont des signes présents sur l'ensemble des animaux qui sont observés. Ici c'est l'outil OBSALIM® qui est appliqué. Ces signes doivent être présents sur les 3/4 des animaux du lot pour être pris en considération, le lot ayant été identifié homogène au niveau de l'étape 1. Ces signes peuvent être très proches de ceux proposés par le protocole classique, comme l'analyse fine des bouses, ou spécifiques, la présence de cristaux de couleur jaune ou noir au niveau des yeux. Les points d'observation se situent au niveau de plusieurs zones : la robe, les yeux, le nez, les pieds, les bouses, les urines, et certains critères comportementaux. Au total 61 signes sont recensés. Trois signes au minimum doivent être identifiés sur trois zones corporelles d'observation différentes et sur les 3/4 des animaux pour poursuivre le diagnostic.

■ Etape 3 : Analyse de l'efficacité du rumen et des résultats techniques

Cette dernière étape consiste à **analyser le fonctionnement du rumen et son efficacité**, en tenant compte des observations et mesures précédentes.

Avec le protocole classique, l'adéquation entre les besoins des animaux et les apports est évaluée en utilisant le logiciel INRation, en utilisant le système classique d'alimentation (capacité d'ingestion, unité fourragère, protéines digestibles dans l'intestin grêle). L'analyse de la ration proposée est reliée aux indicateurs mesurés sur les animaux, à leur stade physiologique et aux indicateurs techniques (productivité laitière, TB, TP...) pour rééquilibrer la ration si cela est nécessaire ou pour dégager des marges de manœuvre dans la gestion de l'alimentation.

Avec le protocole « Eleveurs Autrement », ce sont les signes OBSALIM® recensés dans l'étape 2 qui servent de base à l'analyse. Chaque signe est associé à une note concernant les indicateurs sur les apports en énergie, en azote, en fibres, la stabilité du rumen (Sr ; encadré 1). Il suffit d'additionner, pour chaque indicateur, les notes associées pour les différents signes retenus, dont chacune s'étend entre - 2 et + 2. Ce sont ensuite ces sommes qui sont discutées : les notes obtenues pour chaque indi-

cateur permettent d'identifier les éléments de la ration à travailler. La note recherchée est le 0. Si le total est négatif, cela traduit un manque relatif au critère étudié. Si le total est positif, cela traduit un excès. Dans le protocole « Eleveurs Autrement », le premier indicateur considéré est la stabilité du rumen. Les autres sont étudiés dans un second temps puisque sensés évoluer si on règle la stabilité ruminale. Ensuite, une discussion avec l'éleveur autour de la ration permet de comprendre l'organisation de la distribution des aliments, les quantités données, les quantités de refus...

L'analyse de l'adéquation entre besoins et apports et, plus globalement, de la ration est effectuée pour le protocole classique le plus souvent au bureau, suite à la visite. Avec le protocole « Eleveurs Autrement », l'analyse a lieu lors de la visite et ne nécessite donc pas de retour postérieur vers l'agriculteur au sujet de ce diagnostic alimentaire

<p>Oeil Cristaux jaunes 26.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cristaux jaunes à l'angle interne des yeux. • Excès d'azote soluble, spécifique. • Pathologie hépatique ou Douve.  <p>Délai : 48 h.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ef</th> <th>Eg</th> <th>Af</th> <th>Ag</th> <th>Ff</th> <th>Fs</th> <th>Sr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Ef	Eg	Af	Ag	Ff	Fs	Sr	0	0	2	1	0	0	0	<p>Poils zone pHG 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frisson ou léchage des poils en arrière des épaules, réactivité de la zone pHG (pH Giboudeau). • Acidose post-prandiale, spécifique, organisation des repas. • Structuration générale du pelage ondulée ou frisée d'origine congénitale.  <p>Délai : 2 h.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ef</th> <th>Eg</th> <th>Af</th> <th>Ag</th> <th>Ff</th> <th>Fs</th> <th>Sr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>-2</td> </tr> </tbody> </table>	Ef	Eg	Af	Ag	Ff	Fs	Sr	2	0	0	0	1	-1	-2	<p>Poils Barre saturation 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Barre d'affrontement de poils en arrière des épaules sous la forme d'une petite « crête » verticale qui peut être oscillante. • Excès de consommation de fourrages par rapport aux capacités de dégradation. • Frissons, parasitisme.  <p>Délai : 2 j.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ef</th> <th>Eg</th> <th>Af</th> <th>Ag</th> <th>Ff</th> <th>Fs</th> <th>Sr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>-1</td> </tr> </tbody> </table>	Ef	Eg	Af	Ag	Ff	Fs	Sr	0	0	0	0	2	1	-1	<p>Bouses Variables 16.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bouses de consistances variables dans la journée ou d'un jour sur l'autre, dures en alternance avec molles ou liquides, ou variables au sein du troupeau. • Instabilité ruminale, observable au sol. • Variation d'abreuvement ou de météo.  <p>Délai : 24 h.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ef</th> <th>Eg</th> <th>Af</th> <th>Ag</th> <th>Ff</th> <th>Fs</th> <th>Sr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>-2</td> </tr> </tbody> </table>	Ef	Eg	Af	Ag	Ff	Fs	Sr	1	0	1	0	0	0	-2
Ef	Eg	Af	Ag	Ff	Fs	Sr																																																					
0	0	2	1	0	0	0																																																					
Ef	Eg	Af	Ag	Ff	Fs	Sr																																																					
2	0	0	0	1	-1	-2																																																					
Ef	Eg	Af	Ag	Ff	Fs	Sr																																																					
0	0	0	0	2	1	-1																																																					
Ef	Eg	Af	Ag	Ff	Fs	Sr																																																					
1	0	1	0	0	0	-2																																																					

Pour utiliser l'outil, 3 signes au minimum doivent être identifiés sur 3 zones corporelles d'observation différentes (œil, bouse...) et conjointement sur un troupeau homogène. Dans notre exemple, 4 signes sont retenus (cf. cartes ci-dessus)

Signification des indicateurs analysés à travers les cartes :

Chaque signe correspond à une carte sur laquelle chaque indicateur est doté d'une note ; ces notes diffèrent d'un signe à l'autre. Chaque note attribuée à un indicateur varie entre - 2 et + 2. **Sept indicateurs sont décrits sur chaque carte :**

Energie : énergie fermentescible issue de la fermentation de la matière organique (**Ef**),
énergie globale assimilée par l'animal (**Eg**)

Azote : azote fermentaire ou soluble (**Af**), azote global assimilé par l'animal (**Ag**)

Fibres : fibres fermentescibles fines (**Ff**) et fibres de structures (**Fs**)

Stabilité du rumen (**Sr**)

Analyse des indicateurs mentionnés sur les cartes retenues :

Pour les signes identifiés, il faut sommer les notes pour chaque indicateur et partir de ce résultat pour analyser la situation.

Soit, pour notre exemple :

Notes observées : Ef : 3 ; Eg : 0 ; Af : 3 ; Ag : 1 ; Ff : 3 ; Fs : 0 ; Sr : - 5

La note recherchée est le 0 pour chaque indicateur. **Le premier indicateur analysé dans le protocole « Eleveurs Autrement » est Sr**, ici - 5. Cela traduit une instabilité du rumen qu'il convient de régler avant tout. La carte sur les bouses variables confirme cela. Pour cela, il faut analyser finement la distribution de la ration et les quantités apportées en échangeant avec l'éleveur.

ENCADRÉ 1 : Illustration de l'analyse des cartes de l'outil Obsalim®. Exemple de 4 signes observables sur un troupeau et de leur interprétation.

SIDEBAR 1 : Illustration of how to use the Obsalim® card set. Example of 4 signs that may be observed within a herd and their meaning.

2. Comparaison des deux protocoles sur le terrain

■ Echantillon étudié

Cette étude a été conduite sur 11 exploitations agricoles volontaires, adhérentes à l'association « Eleveurs Autrement ». Sur chacune des 11 fermes, chaque troupeau ou lot d'animaux a été diagnostiqué durant l'hiver-printemps 2018. Cette étude a été effectuée sur une ration hivernale à l'auge afin de comparer les protocoles sur une ration plus simple à évaluer qu'une ration à base d'herbe fraîche. En effet, les exploitations agricoles concernées sont des exploitations herbagères de moyenne montagne, bovines et ovines laitières et bovines allaitantes. L'alimentation hivernale repose essentiellement sur des fourrages tels que le foin, le regain, l'enrubannage et l'ensilage d'herbe, complétés par des concentrés (tableau 2).

Chaque lot d'animaux est considéré comme un « troupeau » dans notre étude. Un diagnostic est effectué pour chaque lot d'animaux sur une ferme, ce qui explique pourquoi 17 diagnostics d'analyse du système d'alimentation ont été réalisés.

■ Méthodologie mise en place

Chaque protocole (protocole classique et protocole « Eleveurs Autrement ») a été déroulé entièrement sur chaque lot. Les deux diagnostics ont été réalisés au sein

de chaque exploitation agricole la même matinée par des experts des deux protocoles. A l'issue des deux diagnostics, les résultats des deux protocoles ont été comparés (tableau 3). La comparaison est réalisée à deux niveaux : i) le diagnostic global, avec deux options possibles : ration équilibrée, ration à équilibrer ; ii) l'analyse détaillée qui précise le type de déséquilibre, quand celui-ci est diagnostiqué.

■ Résultats : deux méthodes aux conclusions globalement similaires

Les deux protocoles conduisent au même diagnostic global pour 16 lots d'animaux sur 17 (tableau 3). Ainsi, si on se place au niveau des conclusions des protocoles (la ration est-elle équilibrée ou est-elle à équilibrer ?), **les deux protocoles conduisent dans 95 % des cas à la même conclusion**. Seules les conclusions du lot 14 diffèrent, avec pour le protocole classique une ration équilibrée et pour le protocole « Eleveurs Autrement » une ration à équilibrer. L'analyse détaillée du lot 14 a permis de mettre en évidence pour le protocole « Eleveurs Autrement » un excès d'énergie fermentescible, non perçu avec le protocole classique.

Si les conclusions du diagnostic global sont très similaires, l'analyse détaillée montre en revanche que les types de déséquilibres identifiés diffèrent fréquemment entre les deux protocoles. En effet, sur les 16 lots présentant une conclusion similaire sur le diagnostic global, **9 montrent des différences dans l'analyse détaillée**

Alimentation hivernale (kg MS/VL/j)	Méthode classique	Méthode Eleveurs Autrement- OBSALIM
Lot 1 : Vaches laitières (50 Holstein à 4 000 l lait)		
Foin - regain - méteil	Diagnostic global : Ration à équilibrer	Diagnostic global : Ration à équilibrer
Foin : 11 kg, méteil : 3 kg, regain : 6,5 kg	<u>Etape 1</u> : Animaux en train de manger, places au cornadis ok <u>Etape 2</u> : Les indicateurs mettent en évidence une homogénéité des animaux sur leur état corporel, avec salissement <u>Etape 3</u> : Ration en quantité suffisante mais avec un excès d'azote et d'énergie	<u>Etape 1</u> : Animaux qui mangent vraiment tous ensemble, calmes. Troupeau homogène en comportement, état corporel et salissement <u>Etape 2</u> : Poils saturation, cristaux jaunes sur œil, bouses variables, léchage pHG. <u>Etape 3</u> : OBSALIM met en avant une instabilité du milieu rumen importante (-5), probablement liée à un excès de fibres fines dans la ration (Ff 3 ; Fs 0)
Lot 7 : Vaches laitières (38 Holstein, 5 Montbéliarde, 3 Jersiaise à 5 800 l lait)		
Foin - ensilage d'herbe - enrubannage de luzerne	Diagnostic global : Ration à équilibrer	Diagnostic global : Ration à équilibrer
Foin de trèfle : 2 kg, enrubannage de luzerne : 4-5 kg, méteil : 2,5 kg, maïs épis : 5 kg, ensilage d'herbe : 8 kg	<u>Etape 1</u> : Animaux debout en train de manger, places au cornadis ok <u>Etape 2</u> : Les indicateurs mettent en évidence une hétérogénéité des fécès des animaux. Les animaux présentent un salissement <u>Etape 3</u> L'analyse de la ration montre un excès d'azote et d'énergie	<u>Etape 1</u> : Animaux qui mangent vraiment en même temps, calmes. Pas d'homogénéité sur l'état corporel, les bouses et le salissement. Les animaux ne peuvent pas avoir accès à la ration de la même manière ni dans les mêmes conditions. => <u>Nécessité de régler ce problème avant de toucher éventuellement à la composition de la ration</u> <u>Etapes 2 et 3</u> : non réalisées
Lot 14 : Vaches laitières (90 Holstein à 6 500 kg lait)		
Enrubannage - foin	Diagnostic global : Ration équilibrée	Diagnostic global : Léger déséquilibre de la ration
Enrubannage : 19 kg (55% MS), foin : 2 kg, tourteau : 1 kg, maïs grain : 3 kg	<u>Etape 1</u> : Animaux qui mangent, places au cornadis ok <u>Etape 2</u> : Troupeau homogène en état corporel et remplissage de rumen <u>Etape 3</u> : Les indicateurs et la vérification de la ration montrent une ration bien digérée, avec un bon transit et à l'équilibre	<u>Etape 1</u> : Animaux qui mangent tous ensemble, calmes. Troupeau homogène en salissement, état corporel, bouses et comportement <u>Etape 2</u> : Zone pHG, robe déstructurée <u>Etape 3</u> : Les animaux ont ici un rumen plutôt stable bien qu'on ne soit pas à 0 par la lecture avec l'outil OBSALIM. L'outil amène à un écart entre Ef et Eg. Un peu de l'énergie qui fermente ne trouve pas d'azote à structurer (Af -1 ; Ag 0). Compléter avec un correcteur azoté sera à réfléchir afin d'améliorer encore les performances de production

TABLEAU 2 : Exemples de résultats détaillés obtenus avec les 2 protocoles étudiés sur les exploitations agricoles.

TABLE 2 : Examples of results from the detailed assessments with the 2 diagnostic methods for various farms.

	Description du lot	Conclusions de l'analyse globale ⁽¹⁾	Conclusions de l'analyse détaillée ⁽¹⁾	Explication du désaccord entre P _c et P _{EA}
Lot 1	50 vaches laitières, Holstein, 4 000 l lait	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : <u>excès azote et énergie</u> P _{EA} : <u>excès fibres fines</u>	Méthodes différentes d'analyse de l'efficacité de la ration
Lot 2	60 vaches allaitantes, Limousine, destination : veaux rosés ⁽²⁾	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : excès fibres P _{EA} : excès fibres fines	
Lot 3	60 vaches allaitantes, Limousine, destination : veaux rosés	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : excès fibres P _{EA} : excès fibres fines	
Lot 4	60 vaches allaitantes, Limousine, destination : veaux rosés	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : excès fibres P _{EA} : excès fibres fines	
Lot 5	60 vaches allaitantes, Limousine, destination : veaux rosés	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : excès fibres P _{EA} : excès fibres fines	
Lot 6	12 génisses prêtes, Limousine, destination : veaux rosés	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : excès fibres P _{EA} : excès fibres fines	
Lot 7	46 vaches laitières, Holstein, Montbéliarde, Jersiaise, 5 800 l lait	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : <u>excès azote et énergie</u> P _{EA} : <u>arrêt étape 1. Troupeau pas homogène</u>	Déroulement du protocole différent lié à un problème d'homogénéité des animaux dans un cas
Lot 8	28 brebis laitières, Thones et Martod, 130 l	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : excès énergie P _{EA} : excès fibres fines et quantité	
Lot 9	15 vaches allaitantes, Ferrandaise, destination : veaux de lait + broutards	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : <u>excès azote et énergie et de quantité</u> P _{EA} : <u>excès fibres fines et de quantité</u>	Méthodes différentes d'analyse de l'efficacité de la ration ; pas d'information sur la race dans INRAration
Lot 10	42 vaches allaitantes, Limousine, veaux de lait + broutards	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : <u>excès azote et énergie et de quantité</u> P _{EA} : <u>excès fibres fines et de quantité</u>	Méthodes différentes d'analyse de l'efficacité de la ration
Lot 11	42 vaches allaitantes, Limousine, veaux de lait + broutards	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : <u>excès azote et énergie et de quantité</u> P _{EA} : <u>excès fibres fines et de quantité</u>	Méthodes différentes d'analyse de l'efficacité de la ration
Lot 12	25 vaches laitières, Holstein, Abondance, 6 578 l lait	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : <u>déficit énergétique</u> P _{EA} : <u>excès fibres fines, déficit azote fermentescible</u>	Méthodes différentes d'analyse de l'efficacité de la ration
Lot 13	50 vaches laitières, Holstein, 3 800 l lait	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : excès énergie P _{EA} : excès fibres fines	
Lot 14	90 vaches laitières, Holstein, 6 500 kg lait	P _c : Ration équilibrée P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : équilibre P _{EA} : léger excès énergie fermentescible	Méthodes différentes d'analyse de l'efficacité de la ration
Lot 15	40 vaches laitières, Holstein, 6 200 l lait	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : <u>déficit énergétique</u> P _{EA} : <u>excès fibres fines</u>	Pas d'analyse de fourrage sur la ferme, données INRA
Lot 16	20 vaches laitières, Montbéliarde, 4 700 l lait	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : <u>léger déficit azoté pour les indicateurs sur l'animal alors que la ration montre le contraire</u> P _{EA} : <u>déséquilibre entre les apports de fibres fines et de structure</u>	Pas d'analyse de fourrage sur la ferme, données INRA
Lot 17	45 vaches laitières, Ferrandaises, 2 700 l lait	P _c : Ration à équilibrer P _{EA} : Ration à équilibrer	P _c : l'analyse de la ration montre un déficit en azote alors que l'analyse des fèces montre un excès de fibres ou manque d'azote P _{EA} : excès de fibres fines et déficit en azote	Pas d'information sur la race dans INRAration

1 : P_c : protocole classique ; P_{EA} : protocole « Eleveurs Autrement » ; souligné : lots pour lesquels il y a désaccord entre les conclusions des 2 protocoles

2 : veaux rosés : veaux allaitants (ici limousins) qui restent sous leur mère

TABLEAU 3 : Synthèse des résultats obtenus pour les comparaisons des 2 protocoles de diagnostic d'alimentation.

TABLE 3 : Comparative summary of the results obtained using the 2 diagnostic methods.

concernant les excès ou déficit en azote et énergie (tableau 3). Dans 55 % des cas (5 lots sur 9 : lots 1, 9, 10, 11, 12), cette différence est liée aux méthodes différentes d'analyse de l'efficacité de la ration (le logiciel INRAration pour le protocole classique et l'outil OBSALIM® pour le protocole « Eleveurs Autrement »). Dans 4 de ces cas (lots 1, 9, 10, 11), le protocole classique basé sur INRAration met en avant un excès d'azote et d'énergie, alors que le protocole « Eleveurs Autrement » basé sur OBSALIM® met en évidence un excès de fibres fines. Pour le lot 12, le protocole classique met en avant un déficit énergétique, alors que le protocole « Eleveurs Autrement » met en évidence un excès de fibres fines et un déficit en azote fermentescible. Dans 3 autres cas (lots 15, 16 et 17), les différences entre les deux protocoles s'expliquent par les difficultés rencontrées pour réaliser le protocole classique, en raison

de l'absence de données suffisamment précises. En effet, le lot 17 correspond à des animaux de la race Ferrandaise, qui n'est pas répertoriée dans le logiciel INRAration. Pour les lots 15 et 16, aucune analyse des fourrages n'a été réalisée sur la ferme étudiée, si bien que des données de référence moyennes ont dû être utilisées. Pour le lot 7, le déroulement du protocole « Eleveurs Autrement » a été stoppé au premier niveau car le lot n'était pas homogène. Pour comprendre de façon fine les différences entre les deux protocoles, le tableau 2 présente une comparaison détaillée de la réalisation des deux protocoles, avec les indicateurs utilisés, pour 3 lots : le lot 14 (seul lot pour lequel le diagnostic global diffère) ; le lot 7 (arrêt du protocole Eleveurs Autrement dès la première étape) ; le lot 1 (diagnostique global identique mais analyse détaillée différentes entre les deux protocoles).

En ce qui concerne les 7 autres lots présentant à la fois un diagnostic global et des analyses détaillées similaires, les deux protocoles s'accordent le plus souvent sur une instabilité ruminale liée à un excès de fibres.

3. Discussion

■ Des grands principes similaires mais renseignés par des informations de différentes natures

La comparaison des deux protocoles (partie 1) met en évidence que ceux-ci reposent globalement sur les mêmes « grands principes » (prise en compte de l'homogénéité/hétérogénéité du troupeau, du comportement des animaux et du fonctionnement du rumen). Cela peut expliquer que les deux protocoles conduisent à des diagnostics globaux du système d'alimentation similaires dans quasiment tous les cas (partie 2).

A un niveau plus détaillé cependant, des différences apparaissent dans les protocoles, qui se traduisent dans les résultats observés, notamment dans l'analyse détaillée des résultats.

Ces différences peuvent être dues d'une part aux indicateurs utilisés. Dans le protocole classique, on parle d'énergie ou de protéines digestibles dans l'intestin alors que, dans le protocole « Eleveurs autrement », on parle d'énergie fermentescible et globale assimilée par l'animal, et d'azote fermentaire et global assimilé par l'animal. D'autres indicateurs concernant la stabilité ruminale ou les fibres s'ajoutent dans le protocole « Eleveurs Autrement ». Cette information concrète proposée par l'outil OBSALIM® et le protocole « Eleveurs Autrement » permet de discuter finement des éléments de la ration et ainsi de cibler précisément l'origine du déséquilibre. Par exemple, dans le lot 1, un excès d'énergie et d'azote est mis en évidence avec le protocole classique alors que c'est un excès de fibres fines très facilement fermentescibles qui est mis en évidence avec le protocole « Eleveurs Autrement ». Ce dernier indicateur semble concret et facilement identifiable dans un aliment.

D'autre part, le protocole classique nécessite l'utilisation du logiciel INRAration, qui demande de récolter des informations précises sur les animaux, leur stade physiologique et sur la valeur des aliments utilisés. Or dans l'échantillon étudié, tous les systèmes sont basés sur l'utilisation de fourrages issus de prairies permanentes ; l'absence d'analyse des fourrages issus de la ferme nécessite de prendre une valeur approximative issue des tables INRA (INRA, 2018). De plus, certaines races d'animaux ne sont pas enregistrées dans le logiciel comme les Ferrandaises et les Thones et Marthod. Cela nécessite de choisir des animaux dont les besoins sont proches. Ces approximations peuvent engendrer des résultats approximatifs dans le cas du protocole classique. Naturellement, le protocole « Eleveurs Autrement » et la méthode OBSALIM® comportent aussi leurs propres approximations pouvant

engendrer des erreurs. Préciser la part des différentes approximations constitue une perspective de recherche stimulante. Dans notre étude, les approximations liées à l'utilisation du logiciel INRAration pourraient expliquer les différences mises en évidence pour les lots 15, 16 et 17.

■ Deux diagnostics qui nécessitent une formation et un accompagnement spécifiques

Les deux diagnostics du système d'alimentation utilisés reposent sur des approches différentes qui nécessitent une appropriation pour l'utilisateur. En effet, dans les deux cas, il est nécessaire de se former sur les indicateurs et outils utilisés. Dans le cas du protocole classique, par exemple, il faut se familiariser avec les grilles de notation de l'état corporel, qui nécessitent notamment un positionnement précis des deux mains sur l'animal et une évaluation de l'adhérence de la peau (PETIT et AGABRIEL 1993 ; HULSEN, 2005 ; COMMUN et LE SOBRE, 2016). L'appropriation des repères prend du temps car cela repose sur l'aspect visuel des animaux et leur toucher. L'appropriation du logiciel INRAration prend également du temps et nécessite une formation (intégration des données et interprétation des résultats).

Dans le cas du protocole « Eleveurs Autrement », il est surtout nécessaire de se former à l'identification des signes, c'est-à-dire la visualisation des signes et la finesse d'observation. Ceux-ci reposent uniquement sur l'observation des animaux, ce qui nécessite de l'entraînement ; l'appropriation peut donc être longue. L'interprétation des notes finales constitue également une étape complexe. Celle-ci peut reposer uniquement sur la lecture des notes et leur traduction (par ex. : trop de fibres fines dans la ration) ou intégrer des éléments plus complexes. Par exemple, les mouvements des animaux dans le troupeau des femelles laitières en production peuvent être perçus ; des signes supplémentaires sont visibles sur les primipares et doivent être considérés pour adapter la ration. Très souvent des primipares arrivant dans le troupeau des femelles laitières en production en début d'hivernage ont du mal à s'habituer à une ration très riche (énergie, azote) : elles maigrissent, ont des taux protéiques et butyreux qui se resserrent, voire s'inversent, et jaunissent au niveau du cou puis sur tout le corps. Pour un novice, il peut être difficile de repérer des signes spécifiques à une catégorie d'animaux, ici les primipares venant de vêler.

Dans le cadre de notre étude, l'importance de la formation aux protocoles pose la question d'un possible « effet expérimentateur ». En effet, l'incidence de la personne ayant effectué les diagnostics sur les résultats de la comparaison ne peut être négligée. Dans l'association « Eleveurs Autrement », environ 140 éleveurs adhèrent à l'association (données 2018). Ces élevages peuvent être suivis par les deux animateurs de l'association. Cependant, une cinquantaine d'éleveurs, qui effectuent une vingtaine de jours de formation par an, réalisent ce diagnostic seuls sur leur ferme. A un autre niveau, ceci pose la question de la transposabilité du protocole « Eleveurs

Autrement » pour d'autres groupes d'éleveurs ou dans un autre contexte. Actuellement, l'association effectuée des journées de formation, notamment sur cette méthode de diagnostic du système d'alimentation (environ 500 jours de formation par an auprès d'agriculteurs en France).

Conclusion

Ce travail de comparaison de deux protocoles de diagnostic d'alimentation du troupeau a mis en évidence des similitudes dans les conclusions globales de ce diagnostic, bien que l'analyse détaillée de la ration montre des différences dans les observations. Ce sont des protocoles complémentaires permettant d'avoir une bonne approche globale du système d'alimentation. Cependant, la maîtrise des deux protocoles nécessite une formation pour chacun d'entre eux. Concernant les différences dans l'analyse détaillée entre les deux protocoles, le présent travail ouvre de nouvelles perspectives de recherches. En particulier, des essais expérimentaux sont actuellement à l'étude, qui permettront de mieux faire la part entre les écarts qui relèvent des approximations du protocole classique ou de simplifications voire possiblement d'hypothèses erronées dans le protocole « Eleveurs Autrement ». Dans les cas où les analyses détaillées diffèrent, il serait intéressant d'étudier les conséquences en termes de recommandations pratiques, qui étaient hors du champ de la présente étude.

Par ailleurs, les deux démarches de diagnostics d'alimentation présentent chacune leurs intérêts et parlent à un public spécifique : des agriculteurs, des conseillers et des apprenants pour une approche pratique basée sur l'observation *vs* des conseillers/enseignants/chercheurs pour une approche reposant sur des indicateurs et outils de mesures. Concernant le protocole « Eleveurs Autrement », le nombre de jours de formations effectués en France auprès d'autres agriculteurs (500 j) est pour l'association un indicateur de succès. En particulier, une raison de ce succès est que ce protocole permet de discuter directement avec l'éleveur et autour du troupeau d'éventuels ajustements. Par ailleurs, un tel protocole basé sur le sens de l'observation et la connaissance des animaux contribue pour de nombreux éleveurs à donner un *sens* à l'activité d'élevage. Comme l'indique un éleveur ayant participé à cette étude, le protocole « Eleveurs Autrement » permet de « *mieux comprendre mes animaux* » et de « *comprendre pourquoi je fais les choses* ». Cette approche lui permet aussi de fonctionner « *comme un couple éleveur-vaches sur la même longueur d'ondes* ». Ce type de protocole, issu du terrain et construit avec des indicateurs qui parlent aux éleveurs, crée donc un engouement sur le terrain et une utilisation conséquente (MANOLI et HELLEC, 2017).

Pour conclure, cette expérience de confrontation d'un protocole générique avec un protocole du terrain a mis en évidence des complémentarités dans les protocoles qui pourraient enrichir les échanges entre les acteurs sur le terrain, dans une optique d'optimisation des rations et d'amélioration de la performance économique de

l'exploitation. Il serait intéressant, pour ces deux protocoles, qu'ils s'enrichissent mutuellement pour continuer à évoluer, en gardant comme enjeu fort l'appropriation de tels diagnostics sur le terrain.

Accepté pour publication,
le 8 octobre 2019

Remerciements : Cette étude a bénéficié d'un financement dans le cadre de l'initiative IDEX-ISITE 16-ISITE-0001 (CAP 20-25).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRESTE (2015) : *Agreste conjoncture. Moyens de production*. Synthèse n°2015/261.
- AGRESTE (2016) : *Campagne laitière 2015-2016. Chute des prix due au déséquilibre mondial*.
- COMMUN L., LE SOBRE G. (2016) : *Médecine de troupeau en élevage laitier*, éd. Les éditions du point vétérinaire, Carnet Clinique, Paris, 191 p.
- COPPA M., MARTIN B., PRADEL P., LEOTTA B., PRIOLO A., VASTA V. (2011) : "Effect of a Hay-Based Diet or Different Upland Grazing Systems on Milk Volatile Compounds", *J. Agricultural and Food Chemistry*, 59, 4947-4954.
- COQUIL X., CERF M., AURICOSTE C., JOANNON A., BARCELLINI F., CAYRE P., ... LUSSON J.M. (2018) : "Questioning the work of farmers, advisors, teachers and researchers in agro-ecological transition. A review", *Agronomy for sustainable development*, 38 (5), 47.
- CROWE M.A., WILLIAMS E.J., MULLIGAN F.J. (2015) : "Physiological and health factors affecting fertility in beef and dairy cows", *Cattle Practice*, 23 (1), 47-61.
- FRÉTIN M., FERLAY A., VERDIER-METZ A., FOURNIER F., MONTEL M.C., FARRUGGIA A., DELBES C., MARTIN B. (2017) : "The effects of low-input grazing systems and milk pasteurization on the chemical composition, microbial communities, and sensory properties of uncooked pressed cheeses", *Int. Dairy J.*, 64, 56-67.
- GIBOUDEAU B. (2012) : *Les vaches nous parlent d'alimentation : 143 symptômes bovins*, Obsalim : 4^e édition, collection L'élevage autrement, 366 p.
- HULSEN (2005) : *Signes de vaches : connaître, observer et interpréter*, ed. Root-bond, 96 p.
- IDELE (2010a) : *Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier*, Institut de l'Élevage, Paris, France, 262 p.
- IDELE (2010b) : *Note d'état corporel des brebis : grille de notation et recommandations*, CIIRPO, Idele.
- INRA (2018) : *Alimentation des ruminants. Apports nutritionnels - Besoins et réponses des animaux - Rationnement-Tables des valeurs des aliments*, éd. Quae, Versailles, 728 p.
- JARDINE C. (2016) : *Obsalim : présentation et tests d'efficacité à court terme dans des élevages bovins laitiers français*, thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 126 p.
- LEAN I.J., WESTFOOD C.T., GOLDER H.M., VERMUNT J.J. (2013) : "Impact of nutrition on lameness and claw health in cattle", *Livestock Science*, 156 (1-3), 71-87.
- MANOLI C., HELLEC F. (2017) : "Recréer des liens entre la santé et l'alimentation du troupeau : usages et diffusion de la méthode Obsalim en élevage laitier bovin", *Fourrages*, 231, 203-212.
- PETIT M., AGABRIEL J. (1993) : "Etat corporel des vaches allaitantes Charollaises : signification, utilisation pratique et relations avec la reproduction", *INRA Productions Animales*, 6 (5), 311-318.
- ROSSI C.A.S., COMPIANI R. (2016) : "Ruminal acidosis of beef cattle and related diseases", *Large Animal Review*, 22 (6), 273-279.