26è

RENCONTRES RECHERCHES RUMINANTS

Les 7 et 8 décembre 2022

Session
Alimentation

INRAE

INSTITUT DE L'ELEVAGE idele

ELIANCE

Des éleveurs. Une ambition.

La fédération des entreprises de service et conseil en élevage

En R&D, Eliance c'est :

30 ingénieurs, techniciens et chercheurs

+ 2M d'€ de budget annuel

+ 50 publications scientifiques par an

De nombreux outils et partenariats : station de phénotypage de Nouzilly, UMT (Unité Mixte Technologique) eBis, LPA (Laboratoire Partenarial Associé) épigénétique, APIS-GENE, CIRBEEF...

L'expertise de notre réseau :

- Génétique
- Reproduction
- Nutrition
- Santé
- Bien-être animal
- Impacts environnementaux
- Qualité des produits
- Nouvelles technologies
- Efficience

RÉUSSIR
Nourrir votre performance

OPTIMISEZ LA GESTION QUOTIDIENNE
de votre **EXPLOITATION** grâce aux **REVUES RÉUSSIR**

11 N° PAR AN

11 N° PAR AN

Simplifiez-vous la vie
en vous abonnant directement sur :
boutique.reussir.fr

6 N° PAR AN

10 N° PAR AN

WWW.REUSSIR.FR

LE 1ER SITE PORTAIL
D'INFORMATIONS AGRICOLES ET ALIMENTAIRES

POUR PLUS D'INFORMATIONS : RÉUSSIR Abonnement
1, rue Léopold Sédar Senghor - CS 20022 - 14902 CAEN CEDEX 9
Tél. 02 31 35 87 28 - service.abonnement@reussir.fr

AVEC LES TITRES DU GROUPE **RÉUSSIR**,
PORTEZ UN REGARD NEUF SUR VOTRE MÉTIER

afrique agriculture SUR LE WEB

Toute l'actualité agricole de l'Afrique en ligne sur :

www.afrique-agriculture.org

Et pour nos abonnés, bénéficiez en plus :

- De votre magazine accessible en ligne
- Des contenus exclusifs réservés aux abonnés
- Des articles en illimité sur tous vos écrans

LE SITE DE RÉFÉRENCE DES DÉCIDEURS DE L'AGRICULTURE

UNE INFORMATION QUOTIDIENNE ADAPTÉE À VOTRE MÉTIER

Distribution • Environnement • Décryptages

DÉCOUVREZ L'INTÉGRALITÉ DU SITE ET TOUS SES AVANTAGES,
Newsletters thématiques, Podcasts, Mags en ligne exclusifs, Fiches RH & Management, l'accès à plus de + de 25 000 articles.

DÉCOUVREZ-LE MAINTENANT
WWW.REFERENCE-AGRO.FR

RÉFÉRENCE agro

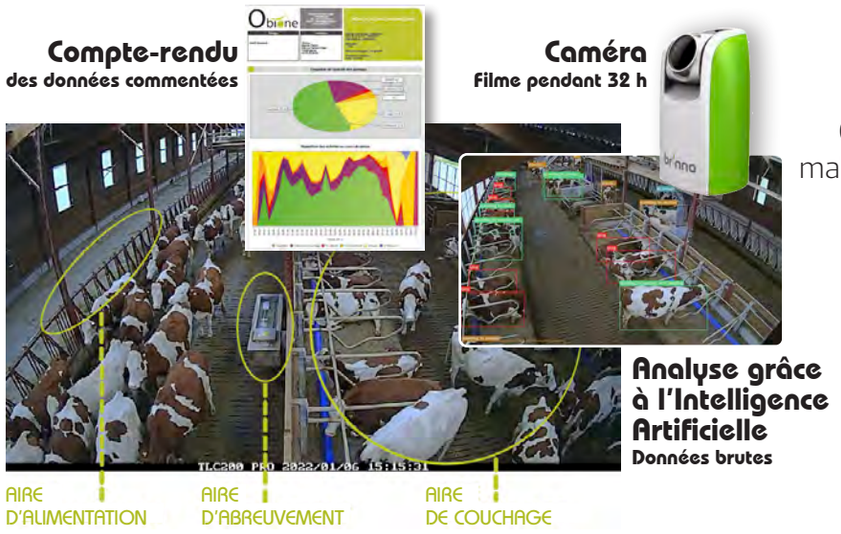
www.reference-agro.fr

Que font vos vaches quand vous n'êtes pas là ?

Pour savoir ce qu'il se passe vraiment dans l'élevage il faut le regarder en continu et analyser ce qui est observé. Nous vous proposons une solution pratique, automatisée et très riche en informations :

L'analyse par Intelligence Artificielle
et Application Spécifique du confort et de l'emploi du temps du troupeau.

Voir ce que vous ne voyez pas, compter ce que nous ne pouvons habituellement pas compter, mettre en évidence les leviers de productivité, s'assurer du confort des animaux, contrôler leur environnement, juste en installant 2 caméras (fournies) dans votre bâtiment.



C'est couchées que les vaches font le lait, mais il leur faut un accès à l'auge et à l'abreuvoir sans entrave, toute la journée.

➲ Alors observons et analysons !

Calcul des index de couchage, de confort, d'abreuvement...

dilepix & Obione

ont mis en commun leur expertise pour une solution d'analyse inédite et totalement personnalisée

www.dilepix.com **www.obione.fr**

LA REVUE DE L'alimentation animale

LE MENSUEL DES INDUSTRIES DE LA NUTRITION ANIMALE DEPUIS 1950

OFFRE DUO

*La carte de France des fabricants d'aliments (+ de 250 usines d'aliments) - valeur 20€

ABONNEMENT 1 AN
10 NUMÉROS

+

ANNUAIRE 2021/2022
DES FOURNISSEURS DE L'ALIMENTATION ANIMALE

BON DE COMMANDE

Oui, je m'abonne

❍ 1 an
10 numéros +
Annuaire des fournisseurs de l'alimentation animale 2021/2022
259 €TTC

❍ 2 ans
20 numéros +
Annuaire des fournisseurs de l'alimentation animale 2021/2022
341 €TTC

Société .....
Nom.....
Prénom.....
Adresse .....
..... Code postal.....
Ville..... Pays.....
Tél. ..... Facebook.....
E-mail (obligatoire).....

MON RÈGLEMENT

❍ Chèque bancaire ou postal à l'ordre des Éditions Fitamant

❍ Carte bancaire N° |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_|
Date de validité |_|_| |_|_|_|_| Cryptogramme |_|_|_| *(3 derniers chiffres au dos de votre carte)*

❍ Par virement
Banque : crédit agricole – Éditions Fitamant
IBAN : FR76 3004 7140 7000 0201 7410 106
BIC : AGRIFRPP829

❍ Je souhaite recevoir une facture acquittée

Date et signature (obligatoire)

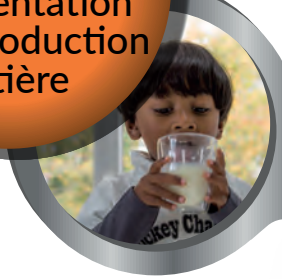
APAAA2021/2022

Conformément à la loi «Informatique et Libertés» du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant.

Éditions Fitamant - 2 rue Félix Le Dantec - CS 62020 - 29018 Quimper cedex
Tél. 00 33 (0)2 98 98 01 40 - abo@fitamant.fr - www.revue-alimentation-animale.fr

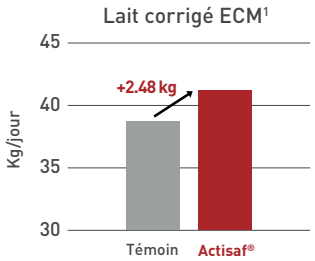
Les solutions Phileo pour une production laitière durable

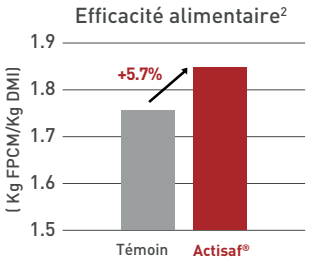
Population
Augmentation de la production laitière



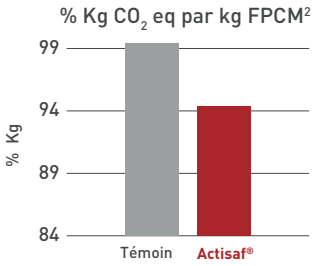
Profit
Amélioration de l'efficacité alimentaire

ActiSaf Sc 47





Planète
Réduction des émissions CO_2



La supplémentation en Actisaf® dans la ration des vaches laitières en lactation confrontées à des rations riches en énergie permet une augmentation de l'abondance relative des bactéries fibrolytiques et utilisatrices de lactate en réduisant le potentiel redox[(3)].

Au cours d'une méta-analyse incluant plus de 20 essais[(1)], il a été observé qu'une supplémentation de 5 g/v/j d'Actisaf® augmente la production laitière (1,74 kg/v/j) et le lait corrigé selon l'énergie (1,72 kg/v/j).

Phileo by Lesaffre

1 –Legendre, H. and Salah, N et al - Meta-analysis study of the effects of live yeast supplementation on milk production and energy corrected milk of lactating dairy cows – In submission

2 -Effect of Actisaf® supplementation on dairy cows carbon footprint, report of 3 trials in Europe - Blonk consultants 2022 -Please note this claim is based on an LCA that is not ISO 14040/14044 critically reviewed

3 -Marden et al., 2008. How does live yeast differ from sodium bicarbonate to stabilize ruminal pH. J Dairy Sci.:91: 3528-3535

DIGESCAN

Scannez ce code et découvrez notre nouveau service

- Outil de diagnostique de l'efficacité alimentaire en élevage, facile d'utilisation.
- Le service Digescan se compose d'un outil de tamisage de bouses et d'une application téléphonique d'enregistrement des données pour un suivi optimisé.

ABONNEZ-VOUS
ET RECEVEZ LES DERNIÈRES INFOS
“GRANDS TROUPEAUX / ÉLEVAGES CAPRINS”

JE M'ABONNE À :

GRANDS TROUPEAUX MAGAZINE et **HORS SÉRIE NUTRITION** (9+1 numéros/an) + **NEWSLETTERS**
☐ **1 AN : 90 €** TTC (75 € HT) ☐ **2 ANS : 156 €** TTC (130 € HT)

ÉLEVAGES CAPRINS MAGAZINE et **HORS SÉRIE NUTRITION** (4+1 numéros/an) + **NEWSLETTERS**
☐ **1 AN : 75 €** TTC (62,50 € HT) ☐ **2 ANS : 135 €** TTC (112,50 € HT)

GRANDS TROUPEAUX & **ÉLEVAGES CAPRINS** et **HORS SÉRIE NUTRITION** + **NEWSLETTERS**
☐ **1 AN : 150 €** TTC (125 € HT) ☐ **2 ANS : 276 €** TTC (230 € HT)

Nom : .....

Prénom : .....

Société : .....

Activité : .....

Adresse : .....

.....

Code postal : ..... Ville : .....

Tél : .....

Mail* : .....@.....

** adresse mail indispensable si vous désirez recevoir nos newsletter*

☐ Je paie par chèque à l'ordre de COMEDPRO ☐ Je souhaite recevoir une facture

BULLETIN D'ABONNEMENT À RETOURNER, ACCOMPAGNÉ DE VOTRE RÈGLEMENT À :

COMEDPRO – 35 avenue de la Grande Champagne – 72300 Parcé-sur-Sarthe – 06 40 36 29 93

www.grands-troupeaux-mag.fr / www.elevagescaprins.fr

Alimentation

Le comportement alimentaire des vaches laitières au pâturage, mesuré par des colliers détecteurs d'activités, peut-il nous renseigner sur leur niveau de performance ?

BOUCHON M. (1), SCULLY S. (1), COPPA M. (2), OLLION E. (3), MARTIN B. (2), MAITRE P. (4)
(1) INRAE – UE Herbipole, 63122 Saint-Genes-Champanelle
(2) INRAE, UCA, VetAgro Sup – UMR Herbivores, 63122 Saint-Genes-Champanelle
(3) Centre de Développement de l'Agroécologie – 5 Place Aristide Bouvet, 01500 Amberieu-En-Bugey
(4) Montbéliarde Association – 4 Rue des Epicéas, 25640 Roulans

RESUME
Cette étude préliminaire vise à déterminer l'existence d'un lien entre comportement alimentaire au pâturage enregistré par des colliers d'activité et performances individuelles chez la vache laitière. Deux lots de 10 vaches laitières pâturant deux parcelles plus ou moins diversifiées de prairie permanente, équipées de colliers accéléromètres Medria®, ont été suivies pendant 45 jours. A partir des temps d'ingestion, de rumination de repos et du nombre de séquences de chacune de ces activités, trois profils comportementaux ont pu être mis en évidence, grâce à des Analyses en Composantes Principales et une Classification Hiérarchique Ascendante. En parallèle, des mesures de production laitière, de taux butyreux et protéique, de note d'état corporel et de poids vifs ont été réalisées. Ces données zootechniques ont été mises en relation avec les profils de comportement, grâce à des Anova. Les trois profils se distinguent principalement par le temps alloué à l'ingestion, les comportements de rumination et de repos étant impactés en conséquence. Lorsque les vaches passent plus de temps à ingérer, elles ruminent moins, car il semblerait qu'elles choisissent des patchs plus verts et plus feuillus qui sont plus facilement digestibles. A l'opposé, des vaches passant très peu de temps à ingérer semblent moins sélectives et passent plus de temps à ruminer, au détriment du repos notamment. *In fine*, quand les vaches expriment un comportement qui semble plus sélectif, elles produisent plus de lait, avec des taux plus élevés et présentent une meilleure note d'état corporel. La race et la parcelle influent également sur les comportements exprimés par les vaches, les Montbéliardes étant plus sélectives et la sélection étant moins intense dans des parcelles faiblement diversifiées. Cette première approche confirme que le comportement alimentaire pourrait être un proxy intéressant de l'aptitude au pâturage des vaches laitières.

Can grazing behaviour measured by activity collars tell us about dairy cow performances?

BOUCHON M. (1), SCULLY S. (1), COPPA M. (2), OLLION E. (3), MARTIN B. (2), MAITRE P. (4)
(1) INRAE – UE Herbipole, 63122 Saint-Genes-Champanelle

SUMMARY
This preliminary study aimed to determine links between grazing behaviour recorded by activity collars and the individual performance of dairy cows. Two groups of 10 dairy cows, grazing two permanent pastures varying in botanical diversity, were equipped with Medria® accelerometer collars and monitored for 45 days. Three behavioural profiles were identified using Principal Component and Hierarchical Cluster Analyses using time spent ingesting, resting, and ruminating and the number of events performed for each of these activities. Individual performance was measured using milk yield, fat and protein contents, body condition score and live weight. These indicators were linked to the behavioural profiles using ANOVA. The three behavioural profiles differed in the time spent grazing, with consequences on the other behaviors. When cows spent more time ingesting, they ruminated less, seemingly due to the selection of more digestible feedstuffs. In contrast, cows that spent very little time ingesting seemed to be less selective and spent more time ruminating, at the expense of resting time. When cows expressed a behaviour that is supposed to be more selective they gave higher milk yields, with higher fat and protein contents and maintained a higher body condition score. Effects of breed and paddock were seen within grazing behaviour profiles, as Montbéliardes were more selective and selectivity is associated with the level of biodiversity of the plot. This first approach confirms that grazing behaviour could be an interesting proxy for the grazing ability of dairy cows.

INTRODUCTION

Les systèmes d'élevage de ruminants herbagers, notamment en zone de moyenne montagne, sont réputés pour la fourniture de nombreux services écosystémiques. La présence de ruminants dans ces zones, *via* l'utilisation des prairies naturelles, participe à la préservation de la biodiversité et permet de produire des aliments de qualité nutritionnelle et organoleptique supérieure (Leiber *et al.*, 2017), tout en offrant aux animaux la possibilité d'exprimer leur comportement naturel. De plus, dans ces zones, la seule ressource alimentaire cultivable à destination de l'alimentation des troupeaux est l'herbe, ressource qui n'entre pas en compétition avec l'alimentation humaine. Ainsi, ces systèmes sont socialement acceptables (Stampa *et al.*, 2020), et il apparait nécessaire d'en évaluer/améliorer la performance en vue de les maintenir et de les promouvoir.

Un des facteurs clé de l'évaluation de la performance de ces systèmes est l'efficience alimentaire (Phocas *et al.*, 2014). Or, la mesure de l'efficience alimentaire passe par des mesures zootechniques (quantités ingérées individuelles notamment), qui sont complexes à mettre en œuvre en dehors de stations expérimentales qui disposent des moyens nécessaires, tant en équipements qu'en main-d'œuvre. Cette difficulté à mesurer

certains paramètres zootechniques, notamment au pâturage, associée à l'enjeu croissant autour du phénotypage de l'efficience alimentaire pour une production plus durable (Brochard *et al.* 2013), nécessite donc de trouver des proxies, utilisables à plus grande échelle, facilement mesurables et ne nécessitant pas d'interventions invasives ou d'équipements lourds.

Même s'il est évident que les performances de production des vaches laitières au pâturage sont liées à l'herbe qu'elles y ingèrent, le recours à des données de comportement acquises de façon automatisée par des outils d'élevage de précision représente une opportunité. Il est acquis que le comportement alimentaire est un déterminant clé de la capacité des animaux à prélever la ressource, tant en quantité qu'en qualité (Ginane *et al.*, 2008). Ainsi l'utilisation croissante d'outils d'élevage de précision basés sur l'étude du comportement des animaux (accéléromètres, géolocalisation…), notamment en fermes commerciales où ils permettent d'aider l'éleveur dans la gestion de la reproduction ou la détection de troubles sanitaires, ouvre la voie à l'acquisition de larges jeux de données comportementales.

Nous proposons donc ici une première approche visant à étudier la possibilité d'utiliser ce type de données pour caractériser le comportement au pâturage des vaches laitières, en le mettant en relation avec leurs performances zootechniques.

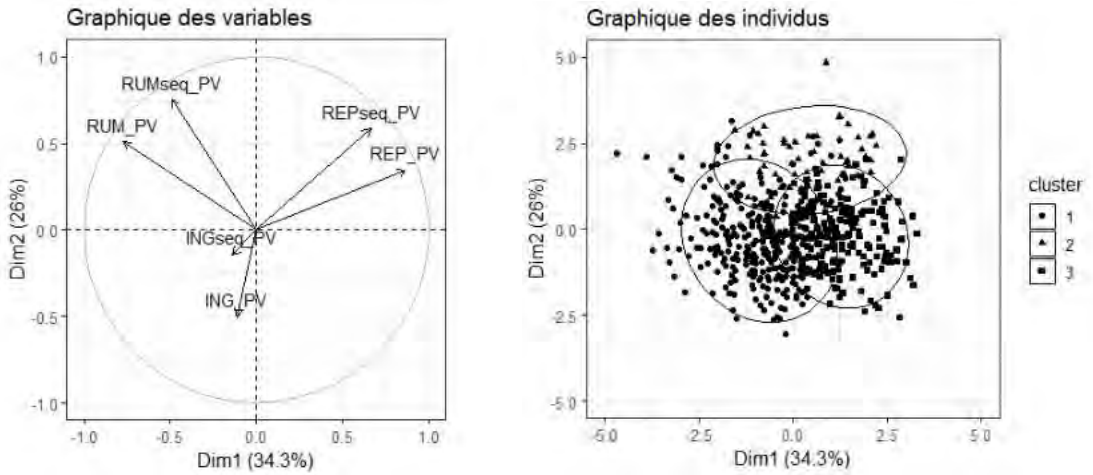


Figure 1 Graphiques des variables (à gauche) et des individus (à droite) de l'ACP projetées sur les dimensions 1-2 de l'axe factoriel

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANIMAUX ET ALIMENTATION

L'étude porte sur deux lots équilibrés de 10 vaches laitières (**VL**), dont la moitié étaient de race Prim'Holstein et l'autre Montbéliarde, en deuxième moitié de lactation (201 ± 27 jours post-partum au début d'expérimentation). Les VL ont été conduites en pâturage continu exclusivement pendant 45 jours à partir du 15 Mai 2020, et n'ont reçu ni concentrés ni compléments fibreux à l'auge durant la période de mesure. Chaque lot de 10 VL pâturait soit une parcelle à forte diversité floristique (plus de 75 espèces végétales différentes, caractéristique de la région **[DIV+]**), soit une ancienne prairie temporaire, faiblement diversifiée (environ 30 espèces **[DIV-]**). La parcelle DIV+ était également plus pentue que DIV-. Le détail du protocole expérimental est donné par Manzocchi *et al.* (2022).

1.2. MESURES ZOOTECHNIQUES

Les vaches étaient traites deux fois par jour à 06h30 et 15h30 en salle de traite (Delaval, 2×14 épi 30°). La production laitière individuelle (**PL**) a été mesurée à chaque traite et des échantillons de lait, prélevés lors des 4 traites des mardis et mercredis toutes les semaines, ont été analysés pour déterminer les taux butyreux (**TB**) et protéique (**TP**) (Agrolab's, 15000 Aurillac).

Les poids vifs (**PV**) ont été mesurés deux fois par jour en sortie de salle de traite grâce à des balances automatiques (Delaval) et la Note d'Etat Corporel (**NEC**) a été évaluée à deux reprises, par estimation de l'épaisseur de gras sur la dernière côte et au niveau de la fosse caudale par palpation, sur une échelle de 1 à 5.

1.3. MESURES COMPORTEMENTALES

Afin de recueillir les données de comportement, les animaux étaient tous équipés de colliers accéléromètres Axel Medria®, disponibles sur le marché pour la détection des chaleurs et des troubles sanitaires (notamment alimentaires). Les colliers ont été installés en amont de l'expérimentation puisqu'ils nécessitent une période d'autocalibration et de façon à habituer les animaux à leur port pour ne pas influer sur leur comportement. Le jeu de données généré par ces dispositifs consiste en une description de l'activité majoritaire (ingère, rumine, se repose, a une autre activité) et de la posture (debout, couché) de l'individu au pas de temps de 5 minutes, codée de façon booléenne. La fiabilité des données générées par ce dispositif a par ailleurs déjà été validée par confrontation avec des données issues d'observation comportementales directes (Bouchon *et al.*, 2019).

1.4. ANALYSE DES DONNEES

Les données générées par les colliers ont permis d'obtenir différents indicateurs :

- Temps total quotidien de chaque activité (min/jour) ;
- Nombre de séquences par jour pour chaque activité ;
- Durée moyenne d'une séquence (min/séquence).

Pour limiter les effets du gabarit des animaux, connus pour influencer la capacité d'ingestion et donc potentiellement les temps d'activité liés à l'alimentation, les données comportementales ont été exprimées sur la base de 100 kg de PV. Afin de mettre en évidence l'existence de profils comportementaux (**PC**), ces données ont été traitées grâce à des Analyses en Composantes Principales (**ACP**) et à des Classifications Ascendantes Hiérarchiques (**CAH**). Le PC d'une vache pouvant varier d'un jour à l'autre en fonction de son comportement, l'unité statistique retenue est la journée de pâturage/VL. Préalablement, une analyse des corrélations

entre les variables comportementales a été réalisée pour sélectionner celles à intégrer dans l'ACP.
L'effet du PC a ensuite été testé sur les performances zootechniques (PL du lendemain, TB, TP, PV et NEC) grâce à des ANOVA. Les effets race, parité et parcelle ont été testés grâce à un test du Chi². Les tests statistiques ont été réalisés sous R.

2. RESULTATS

2.1. MISE EN EVIDENCE DE PROFILS COMPORTEMENTAUX

L'étude des corrélations entre les différentes variables comportementales a permis de sélectionner les variables suivantes pour la réalisation de l'ACP :
- Temps quotidien d'ingestion/100 kg PV (**ING/PV**)
- Nombre de séquence d'ingestion/100 kg PV (**INGseq/PV**)
- Temps quotidien de rumination/100 kg PV (**RUM/PV**)
- Nombre de séquence de rumination/100 kg PV (**RUMseq/PV**)
- Temps quotidien de repos/100 kg PV (**REP/PV**)
- Nombre de séquence de repos/100 kg PV (**REPseq/PV**).

Les trois premiers axes de l'ACP expliquent respectivement 34,3%, 26,0% et 20,2% de la variance. L'axe 1 est caractérisé par les variables liées à la rumination et au repos tandis que l'axe 2 est caractérisé par les variables liées à l'ingestion (Figure 1). La mise en œuvre de la CAH (figure 1) a permis de répartir les individus statistiques en trois classes (PC1, PC2 et PC3), comptant respectivement pour 30,5 %, 19,2 % et 50,3 % des observations. Le PC1 est caractérisé par un temps d'ingestion et un nombre de repas élevé, associé à un temps et un nombre de séquences de rumination faibles. Le PC2 est caractérisé par un temps d'ingestion faible, associé à un temps et un nombre de séquences de rumination élevé. Le PC3 est associé à un temps et un nombre de séquences de repos faibles, avec des valeurs intermédiaires pour les autres comportements (tableau 1).

	PC1	PC2	PC3	P-value
ING/PV (h/100kg PV)	1,22^{b}	1,03^{a}	1,24^{b}	<0,001
INGseq/PV (n/100kg PV)	1,40^{b}	1,28^{a}	1,25^{a}	<0,001
RUM/PV (h/100kg PV)	1,21^{a}	1,60^{c}	1,34^{b}	<0,001
RUMseq/PV (n/100kg PV)	2,74^{a}	3,60^{b}	2,72^{a}	<0,001
REP/PV (h/100kg PV)	1,04^{c}	0,80^{b}	0,73^{a}	<0,001
REPseq/PV (n/100kg PV)	2,45^{c}	2,05^{b}	1,70^{a}	<0,001
PL (kg/j)	17,6^{a}	16,2^{c}	17,2^{b}	0.009
TB (g/kg)	37,3^{a}	36,9^{ab}	36,3^{b}	0,011
TP (g/kg)	33,2	33,0	32,6	0,090
PV (kg)	624^{b}	620^{b}	649^{a}	<0,001
NEC	2,24^{a}	2,04^{b}	2,24^{a}	0,016

Tableau 1 Variables comportementales et performances zootechniques en fonction du profil comportemental (PC). Sur une même ligne, les nombres dont les lettres en exposant diffèrent sont statistiquement différents.

2.2. PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Les vaches exprimant un jour donné un comportement de type PC1 ont une meilleure production laitière le lendemain et des TB et TP équivalents aux vaches exprimant un comportement de type PC2. Les vaches exprimant un comportement de type PC3 présentent des valeurs intermédiaires de PL et des TB et TP inférieurs aux deux autres profils. Les vaches exprimant un jour donné un comportement de type PC3 ont aussi un poids vif supérieur aux autres tandis que les vaches exprimant un comportement de type PC2 ont une NEC inférieure (tableau 1).

2.3. REPARTITION DES EFFECTIFS EN FONCTION DU PROFIL COMPORTEMENTAL

Aucun effet individu n'a été montré sur l'appartenance des animaux à un profil comportemental spécifique. Les profils comportementaux ne sont pas associés à la parité des animaux (tableau 2). En revanche, on retrouve plus de comportements PC1 et PC2 que la moyenne de l'échantillon dans la parcelle fortement diversifiée, tandis que le comportement PC3 est plus exprimé dans la parcelle la moins diversifiée. Les Montbéliardes sont par ailleurs plus représentées au sein du PC1 que les Holsteins, qui expriment plus souvent un comportement de type PC2 (tableau 2).

		PC1	PC2	PC3	P-Value
Parité	Primipares	38	22	76	0.303
	Multipares	132	85	204	
Parcelle	DIV-	71 (76)	36 (48)	141 (125)	0.008
	DIV+	99 (94)	71 (59)	139 (155)	
Race	Montbéliarde	106 (92)	45 (58)	152 (152)	0.004
	Holstein	64 (77)	62 (49)	128 (128)	

Tableau 2 Table du Chi² de répartition des effectifs en fonction du profil comportemental (PC). Le nombre entre parenthèses correspond à l'effectif attendu dans le cas où P<0.05

3. DISCUSSION

3.1. SELECTIVITE ALIMENTAIRE

Les différences de comportement entre les profils PC1, PC2 et PC3 pourraient refléter des niveaux de sélectivité au pâturage différents. Le PC1, où les vaches passent beaucoup de temps à ingérer et multiplient le nombre de repas, semble refléter un comportement très sélectif. En ingérant des *patchs* plus verts et feuillus, l'ingéré est vraisemblablement plus facilement

digestible, ce qui pourrait expliquer le temps de rumination restreint et les meilleures performances productives. Le PC2, où les vaches mangent vite et en peu de repas, à l'inverse, semble refléter un comportement peu sélectif : l'ingéré est vraisemblablement peu digestible, ce qui est cohérent avec le temps de rumination supérieur et leur temps de repos plus faible (PC2). Ces observations vont ainsi dans le même sens que Coppa *et al.* (2011) qui reportent déjà que la sélection au pâturage a un effet sur les performances zootechniques. Le fait que les vaches semblent avoir un comportement plus homogène dans la parcelle DIV- est également en accord avec Dumont *et al.* (2007), qui ont montré que les différences de comportement au pâturage étaient exacerbées par la difficulté des conditions de pâturage et notamment que le temps accordé à la recherche alimentaire s'accroissait avec l'hétérogénéité de la parcelle. La moindre qualité de l'herbe ingérée dans ce profil de comportement peu sélectif pourrait expliquer la plus faible PL, mais l'ingestion probable d'une alimentation plus fibreuse permettrait de maintenir un niveau de TB intermédiaire.

Malgré tout, la sélection d'animaux exprimant un comportement de type PC1, bien qu'a priori plus intéressants pour convertir la ressource, nécessite l'adoption de pratiques de gestion du pâturage : afin de limiter ce biais de sélection qui serait susceptible d'aboutir à une proportion importante de refus dans les parcelles, une augmentation du chargement instantané dans les parcelles pourrait s'avérer nécessaire.

3.2. APTITUDE AU PATURAGE

L'utilisation de données zootechniques « simples » pour évaluer la performance des vaches laitières, au pâturage notamment, pose question. En effet, il paraitrait judicieux, dans un premier temps, de pouvoir étudier leur efficience alimentaire. Mais cette mesure nécessite de mesurer l'ingéré individuel. L'utilisation de proxies zootechniques, tel que la production laitière ramenée au poids vif, peut être une autre voie à explorer, mais nécessite malgré tout des équipements spécifiques (mesure de la PL et du PV quotidien). L'utilisation de tels critères masque cependant souvent des problèmes de santé et/ ou de fertilité. On sait par exemple que des vaches ayant de fortes pertes d'état en début de lactation voient leur efficience alimentaire améliorée, puisque leur ingestion diminue au risque de probablement dégrader la performance de reproduction (Ollion, 2016). Si on veut évaluer plus globalement l'aptitude des vaches à pâturer, il apparait donc nécessaire de pouvoir tenir compte des paramètres santé, fertilité… et donc de définir un nouveau critère prenant en compte de ces paramètres, de façon à sélectionner, in fine, des vaches valorisant bien la ressource et capables de se maintenir et se reproduire dans des systèmes pâturant où la ressource peut varier en qualité et quantité au cours de la saison.

3.3. EXPERIENCE DES ANIMAUX

Les données ayant servi à cette étude proviennent toutes d'un même site INRAE, où le troupeau assure son propre renouvellement depuis des générations, et où les conditions de pâturage n'ont que très peu évolué au fil du temps. Les faibles différences observées entre individus pourraient s'expliquer par le fait que les animaux ont tous une expérience commune du milieu depuis plusieurs dizaines d'années. Ils se sont adaptés au système. Le matériel utilisé pour cette première approche étant assez répandu en élevage, il serait donc intéressant de pouvoir recueillir des données sur d'autres sites expérimentaux, voire en fermes commerciales, afin de valider les résultats obtenus lors de cette étude préliminaire. Ceci permettrait de limiter le biais induit par la réalisation d'une étude sur un site unique.

Une perspective de travail complémentaire serait de compléter cette étude pour analyser la stabilité des PC de chaque vache dans le temps et évaluer la plasticitié phénotypique de ce comportement au cours de la saison de pâturage et en pluriannuel.

4. CONCLUSION

Cette première approche a permis de montrer que le comportement alimentaire, mesuré de façon automatique par des capteurs d'élevage de précision largement répandus en élevage, permet de déterminer l'existence de profils de comportement qui pourraient potentiellement être des proxies de la performance des vaches laitières au pâturage. En effet, des animaux que l'on détecterait comme étant plus sélectifs sembleraient plus aptes à convertir la ressource en herbe en lait, tout en maintenant un état corporel plus satisfaisant. Cependant, ce travail reste à approfondir pour tenir compte des évolutions comportementales des animaux au cours du temps, de la durée de présence sur un paddock à l'échelle de la carrière, et/ou pour prendre en compte des aspects liés à la santé et la fertilité. L'adoption de ce type de matériel par de nombreuses fermes, expérimentales comme commerciales, ouvre également la voie à des études à plus grande échelle.

Les auteurs remercient l'ensemble du personnel de INRAE Herbipôle Marcenat pour le soin apporté aux animaux ; le personnel de Montbéliarde Association qui a participé au comité de pilotage de cette étude ; le Trans National Access aux infrastructures de recherche du programme H2020 de la Commission Européenne (projet « SmartCow, no.730924).

Bouchon, M., Rouchez, L., et Pradel, P. 2019. EAAP Annual Meeting Ghent. 470

Brochard, M., Boichard, D., Ducrocq, V., Fritz, S., 2013. INRA Prod. Anim. 26, 145–146.

Coppa, M., Farruggia, A., Pradel, P., Lombardi, G., Martin, B. 2011. Ital J Anim Sci., 10: e1 3, 58-65

Dumont, B., Rook, A.J., Coran, C., Röver, K.-U., 2007. Grass and Forage Science 62, 159-171.

Ginane, C., Dumont, B., Baumont, R., Prache, s, Fleurance, G., Farruggia, A., 2008. Renc. Rech. Ruminants, 15, 315-322

Leiber, F., Jouven, M., Martin, B., Priolo, A., Coppa, M., Prache, S., Heckendorn, F., Baumont, R., 2014. Opt. Med. 109, 33-47

Manzocchi, E., Martin, B., Bord, C., Bouchon, M., Bérard, J., Coppa, M., Delbès, C., Verdier-Metz, I., 2022. EGF symposium, 29

Ollion, E., Ingrand, S., Delaby, L., Trommenschlager, J. M., Colette-Leurent, S., Blanc, F. (2016). Livestock Science, 183, 98-107

Phocas, F., Agabriel, J., Dupont-Nivet, M., Geurden, I., Medale, F., Grasteau, S., Gilbert, H., Dourmad, J.-Y., 2014. INRA Prod. Anim. 27(3), 235-248

Stampa, E., Schipmann-Schwarze, C., Hamm, U., 2020. Food Quality and Preference 82

Valorisation des rations alimentaires dans les troupeaux laitiers : états des lieux et facteurs explicatifs des différences entre production théorique et production observée

LEFEVRE A. (1), BOULET L. (1), DECRUYENAERE V. (1), VANDAELE L. (2), VERRIELE B. (3), DECAESTEKER E. (4), GAVILLON D. (3), MAHIEU J. (4), ROUILLE B. (5), FROIDMONT E. (1)
(1) Centre wallon de Recherches Agronomiques, Rue de Liroux 9 5030 Gembloux – Belgique
(2) ILVO, Scheldeweg 68 9090 Melle – Belgique
(3) Avenir Conseil Elevage, 5 Rue François Mitterrand, 59400 Cambrai – France
(4) INAGRO, vzw Ieperseweg 87 8800 Rumbeke-Beitem – Belgique
(5) Institut de l'élevage, 149 Rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12 - France

RESUME - Les observations de terrain montrent que les troupeaux laitiers ont une production laitière cohérente par rapport à la composition des rations distribuées, mais qu'il existe néanmoins une forte variabilité entre exploitations. Afin de comprendre cette variabilité, des bases de données françaises (Avenir Conseil Elevage) et belges (Inagro), constituées dans le cadre du projet INTERREG PROTECOW, ont été mobilisées (n = 1604). Ces bases regroupent des données de production laitière (production et taux) en lien avec les rations distribuées (composition centésimale) dans la zone transfrontalière franco-belge. L'efficience de valorisation des rations a été calculée en faisant le rapport entre la production observée et la production théorique, estimée sur base de la valeur nutritionnelle de la ration distribuée. Une analyse en composantes principales complétée d'un clustering a permis de constituer 4 groupes homogènes. Chaque groupe se différencie des autres en termes de niveau de production laitière, de taux (butyreux et protéique), de la nature de la ration (proportions de fourrages, de concentrés, type de fourrages) et de son efficience de valorisation, cette dernière étant différente entre chaque groupe (P < 0,001). Ainsi le premier groupe se caractérise par des rations de type ensilage de maïs, le deuxième par une production laitière permise par les concentrés, le troisième par des rations basées sur le pâturage et le quatrième par des rations mixtes. Si l'efficience de valorisation de la ration est de 120,0% dans le groupe ensilage de maïs, elle varie de 85,3% à 95,0% au sein des trois autres groupes. L'analyse des productions observées sur le terrain montre qu'il existe des voies d'amélioration possibles dans l'adaptation et la valorisation des rations des vaches laitières et que, sur base du système d'alimentation en vigueur, le type de ration a une influence sur le rapport entre les productions laitières observée et attendue.

Valuation of diets in dairy herds: state of play and factors explaining the differences between theoretical and observed production

LEFEVRE A. (1), BOULET L. (1), DECRUYENAERE V. (1), VANDAELE L. (2), VERRIELE B. (3), DECAESTEKER E. (4), GAVILLON D. (3), MAHIEU J. (4), ROUILLE B. (5), FROIDMONT E. (1)
(1) Centre wallon de Recherches Agronomiques, Rue de Liroux 9 5030 Gembloux – Belgique

SUMMARY - The observations in the field show that milk production of dairy herds is consistent with the composition of the rations distributed, but that there is nevertheless a high degree of variability between farms. In order to understand this variability, French (Avenir Conseil Elevage) and Belgian (Inagro) datasets, set up within the INTERREG PROTECOW project, were used (n = 1604). These datasets contain data on milk production (production and contents) in relation to diets distributed (centesimal composition) in the French-Belgian cross-border area. The use efficiency of the diet was calculated as the ratio between the observed milk production and the expected milk production, estimated according to the composition of the distributed ration. A principal component analysis completed by clustering was used to create four homogeneous groups. Each group differed from the others in terms of milk production level, milk composition (fat and protein contents), type of diet (proportions of forages, concentrates, type of forages) and its use efficiency, the latter being different between each group (P < 0,001). Thus, the first group was characterised by silage maize rations, the second by milk production based on concentrates, the third by rations based on pasture and the fourth by mixed rations. While the use efficiency of the diet reached 120,0% in the silage maize group, it varied from 85,3% to 95,0% in the other three groups. The analysis of the productions observed in practical conditions shows that there is room for improvement in the adaptation and utilisation of dairy cow diets and that, based on the current feeding system, the type of ration has an influence on the observed vs expected milk production ratio.

INTRODUCTION

Le contexte géopolitique actuel entraîne une hausse du prix des matières premières avec pour conséquence une hausse des coûts de production pour les agriculteurs. En élevage laitier, l'alimentation représente un des postes les plus importants dans les coûts de production du lait. Il convient dès lors pour l'éleveur d'ajuster au mieux la ration de ses vaches laitières afin d'atteindre un bon niveau de transformation ou d'efficience de la ration tout en limitant le coût alimentaire. De nombreuses études ont déjà été réalisées afin d'optimiser le rendement de transformation de la ration par l'animal. En effet, tous les nutriments ingérés ne peuvent être valorisés, de par une digestibilité incomplète et un coût métabolique variable (selon les conditions climatiques, le stade physiologique de l'animal, son niveau de production) (Fischer, 2017). En outre, si l'animal n'est pas en bonne santé, les nutriments seront aussi moins bien valorisés à des fins de production laitière (par exemple, en cas de mammite). Par ailleurs, les caractéristiques des rations distribuées aux vaches laitières sont fortement dépendantes du contexte régional. En effet, le projet Interreg PROTECOW a montré que les rations du nord de la France n'ont pas les mêmes caractéristiques que celles distribuées en Flandre (Belgique) : les rations françaises contiennent plus d'ensilage de maïs quand les rations belges contiennent plus d'herbe conservée et de concentrés de production (Rouillé et al., 2020). Dès lors, l'objectif de cette étude est de quantifier l'efficience de valorisation de l'alimentation selon le type de ration distribuée et d'en évaluer leur coût de revient.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. DONNEES MOBILISEES

Les bases de données française (Avenir Conseil Elevage, n = 1007) et belge (Inagro, n = 601) constituées dans le cadre du projet INTERREG PROTECOW en 2016-2017, ont été mobilisées (Rouillé et al., 2020). Elles regroupent des données de production laitière moyenne du troupeau (production et taux) en lien avec les rations distribuées (composition centésimale) de 213 élevages de la zone transfrontalière franco-belge. Le nombre d'audits, réalisés à la demande de l'éleveur, est en moyenne de 7,5 (de 1 à 20) réparties de manière hétérogène sur les deux années (2016-2017). Le tableau 1 reprend les variables explicatives et supplémentaires, calculées sur base des données disponibles.

Variables explicatives
Lait : Production laitière (en kg/j)
Lait_FCL : Production laitière corrigée selon les taux (kg/j)
TB : Taux butyreux (g/kg)
TP : Taux protéique (g/kg)
Paturage : % d'herbe pâturée dans la ration
HerbeConservee : % d'herbe conservée dans la ration (ensilage, enrubanné, foin, céréales immatures…)
ProduitsHerbagers : % d'herbe dans la ration (paturage + herbeconservee)
EnsilageMais : % d'ensilage de maïs dans la ration
Coproduits : % de coproduits dans la ration (pulpes, drèches…)
Concentres : % d'aliments concentrés dans la ration (maïs grain, céréales, tourteaux, correcteurs, concentrés de production,…)
Mineraux : % de minéraux dans la ration
EfficienceRation : Efficience de valorisation de la ration (en % de la production laitière théorique)
Variables supplémentaires
Fourrages : % de fourrages dans la ration (herbe + ensilage de maïs + paille)
Complements : % de compléments dans la ration (coproduits + concentres)
MStot : Quantité de matière sèche totale distribuée (en kg MS/vache/jour)
Energie : Concentration énergétique de la ration (VEM/kg MS)
ProtDig : Teneur en protéines digestibles de la ration (g DVE/kg MS)
MAT : Teneur en Matières Azotées Totales de la ration (g/kg MS)
CoutRation : coût de la ration distribuée (€/vache/jour)
CoutRationLait : coût de la ration distribuée par kg de lait corrigé (€/vache/jour/kg de lait corrigé)
CoutRationMS : coût de la ration distribuée par kg de matière sèche distribuée (€/vache/jour/kg MS)

Tableau 1 : Variables explicatives et variables supplémentaires mobilisées pour les analyses statistiques

1.2. CALCUL DE L'EFFICIENCE DE VALORISATION DE LA RATION

L'efficience de valorisation de la ration a été calculée selon l'équation suivante :

$efficience\ de\ valorisation = \frac{Production\ laitière\ réelle}{Production\ laitière\ théorique}$, les deux productions laitières étant exprimées en kg de lait brut.

		Mauvaise qualité	Qualité moyenne	Bonne qualité
Herbe pâturée	VEM/kg MS	840	920	1000
	g DVE/kg MS	65	80	95
Ensilage d'herbe	VEM/kg MS	750	825	900
	g DVE/kg MS	50	60	70
Ensilage de maïs	VEM/kg MS	930	960	970
	g DVE/kg MS	47	50	50

Tableau 2 : Valeurs alimentaires de l'herbe pâturée, de l'ensilage d'herbe et de l'ensilage de maïs utilisées pour l'analyse de sensibilité

La production laitière théorique a été calculée sur base de la composition de la ration distribuée en se basant sur le système hollandais (Tamminga et al., 1994, Van Es & Van der Honing, 1977) car il s'agit d'un des deux systèmes d'alimentation usité dans la région. Les valeurs alimentaires des différents composants de la ration sont issues des valeurs de tables INRAE-CIRAD-AFZ (www.feedtables.com). Les valeurs alimentaires utilisées pour l'herbe pâturée, l'ensilage d'herbe et l'ensilage de maïs sont les suivantes : 965 VEM/kg MS et 99 g de DVE/kg MS ; 903 VEM/kg MS et 78 g de DVE/kg de MS ; 965 VEM/kg de MS et 53 g de DVE/kg de MS respectivement (valeurs moyennes reprises dans la base de données belge). Pour réaliser le calcul, les apports en énergie (VEM) et en protéines digestibles dans l'intestin grêle (g de DVE) ont été calculés en sommant les apports permis par chaque composant de la ration. La production laitière théorique permise par les apports énergétiques (VEM) et en protéines digestibles dans l'intestin grêle (DVE) a été calculée selon les équations suivantes (Tamminga et al., 1994, Van Es & Van der Honing, 1977) :

$$Apport\ en\ VEM = (6{,}45 \times poids + 1265 + 442 \times FCL \times Lait) \times [1 + 0{,}00165 \times (FCL \times Lait - 15)]$$

Avec le poids fixé à 650 kg, FCL le facteur correctif du lait $(0{,}337 + 0{,}116 \times \%matières\ grasses\ du\ lait + 0{,}06 \times \%protéines\ du\ lait)$ et Lait la quantité brute de lait produit par vache par jour (en kg)

$$Apport\ en\ DVE = \frac{Poids}{10} + 54 + 1{,}396 \times MP + 0{,}000195 \times MP^2$$

Avec le poids fixé à 650 kg et MP la quantité de protéines dans le lait ($kg\ de\ lait\ par\ jour \times \%taux\ azoté \times 10$; en g/jour).

La production laitière théorique correspond au minimum entre la production laitière permise par l'apport en VEM et celle permise par l'apport en DVE. Une analyse de sensibilité portant sur les valeurs alimentaires des fourrages (herbe pâturée, ensilage d'herbe et ensilage de maïs, Tableau 2) a été réalisée pour contrôler l'influence de l'utilisation de valeurs fixes sur les calculs de la production laitière théorique et de l'efficience de valorisation de la ration.

Les rations présentant une efficience de valorisation de la ration supérieure à 160% ont été considérées comme aberrantes (apport total en matière sèche insuffisant compte tenu du niveau de production laitière, n=4). Finalement, ce sont donc 1604 rations qui ont été prises en compte dans l'analyse.

1.3. CALCUL DU COÛT DE LA RATION

Optimiser l'efficience de valorisation de la ration n'est pas une fin en soi mais doit contribuer à limiter le coût de l'alimentation des vaches. Cependant, la relation entre efficience de valorisation de la ration et coût alimentaire dépend des spécificités de l'exploitation. Afin de préciser l'intérêt économique de l'efficience, nous avons mobilisé les bases de données comptables, communiquées par Elevéo et la DAEA dans le cadre du projet EFFORT. Elles ont permis de déterminer les coûts de revient ou les coûts d'achat de chaque grand type d'aliments constituant chaque ration pour les années 2016-2017 (Tableau 3).

	Prix de revient/d'achat (€/t MS)
Pâturage	45 €
Herbe conservée	90 €
Ensilage de maïs	90 €
Autres fourrages	50 €
Coproduits	700 €
Concentrés	300 €
Minéraux	5000 €

Tableau 3 : Prix d'achats moyen des différents types d'aliments dans les rations en 2016-2017.

Sur base des différentes méthodes de calculs du coût des fourrages, répertoriées par le RMT Prairies Demain (2016), le coût de l'herbe pâturée a été estimée à 50% du coût de l'herbe conservée.

1.4. ANALYSES STATISTIQUES

Dans un premier temps, le calcul des corrélations entre les variables explicatives a permis de ne sélectionner que les variables corrélées à moins de 60%. Ainsi les variables *Fourrages* et *Complement*, fortement corrélées aux variables *Concentres* et *Coproduits* ont été classées dans les variables supplémentaires. Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée pour étudier les relations entre l'efficience de valorisation de la ration et les autres variables explicatives caractérisant la ration ou la production laitière.

Dans un deuxième temps, un clustering a été réalisé sur base des résultats de l'ACP afin de déterminer des groupes homogènes tant en termes de caractéristiques de la ration, que de production laitière et d'efficience de valorisation de la ration. Une ANOVA a été réalisée pour chaque variable (explicative et supplémentaire) afin de mettre en évidence les différences entre les groupes, tandis que des comparaisons de moyennes multiples ont été effectuées sur la base du test de Tukey Kramer. Toutes ces analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R version 4.0.3 (R Core Team 2020). Les packages "FactoMineR" (Le et al 2008), "car" (Fox & Weisberg 2019) et "multcomp" (Hothorn et al 2008) ont été utilisés respectivement pour l'ACP, l'ANOVA et le test de Tukey Kramer.

2. RESULTATS

L'analyse de sensibilité concernant les valeurs alimentaires utilisées pour l'herbe pâturée, l'ensilage d'herbe et l'ensilage de maïs montrent que cette hypothèse a une influence faible (moins de 5% de différence) quant au calcul de la production laitière théorique et au calcul de l'efficience de valorisation de la ration (Tableau 4).

L'efficience de valorisation de la ration calculée sur l'ensemble des données disponible présente une moyenne de 94,1% avec un écart-type de 16,1% et une médiane de 91,8%. Le minimum observé est de 47,8% et le maximum est de 157,3%.

L'analyse en composantes principales a été réalisée avec l'ensemble des variables explicatives reprises dans le tableau 1. La figure 1 représente le cercle des corrélations sur le plan défini par les deux premières composantes. 51,5% de la variabilité est expliquée par ces deux premières composantes. La première composante explique 31,7% de la variabilité.

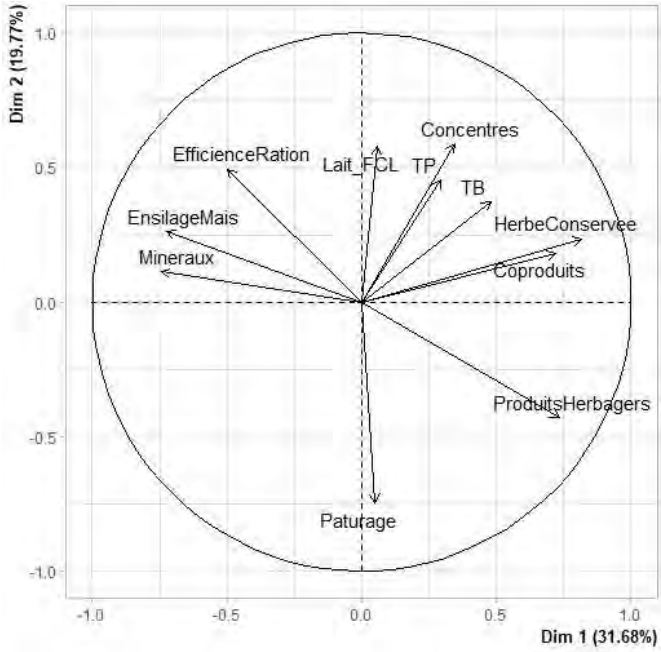


Figure 1 : Cercle des corrélations sur le plan défini par les deux premières composantes principales.

Elle permet de différencier les rations avec une part importante de coproduits et d'herbe conservée de celles ayant un pourcentage de maïs élevé et de minéraux. La deuxième composante explique 19,7% de la variabilité. Elle permet de discriminer les rations ayant une part importante de concentrés avec une bonne efficience de valorisation de la ration et une production laitière élevée de celles ayant une part importante de pâturage. Les deux premières composantes de cette analyse semblent montrer que l'efficience de valorisation de la ration est corrélée à une production laitière corrigée élevée et à une part importante d'ensilage de maïs dans la ration. Mais il semble que plus la part de produits herbagers dans la ration est importante et moins bonne sera l'efficience de valorisation de la ration.

Le clustering a été réalisé en prenant en compte les 5 premières composantes de l'ACP, soit 79,9% de la variabilité observée. Il conduit à la formation de 4 groupes dont les caractéristiques sont reprises dans le tableau 5. Les ANOVA réalisées pour chaque variable sont significatives ($p<0,0001$).

Le cluster 1 se caractérise par des rations qui permettent les plus hauts niveaux de productions laitière. Ce sont des rations avec peu d'herbe (6,6%), qu'elle soit pâturée ou conservée mais avec le plus d'ensilage de maïs (61,7%). Ces rations comportent la plus grande complémentation en minéraux. Elles ont en moyenne les valeurs les plus faibles de protéines digestibles dans l'intestin (69,6 g DVE/kg MS). Ce sont des rations de type maïs productif qui permettent aux vaches laitières de produire 120,0% de la production laitière attendue sur base de la ration distribuée. Ces rations ont un coût moyen de 4,83 €/vache/jour, ce qui correspond au coût le plus élevé ramené à la quantité de matière sèche distribuée. Le cluster 2 regroupe les rations riches en concentrés mais contenant moins d'ensilage de maïs (35,0%) que le cluster 1. Elles produisent un lait riche en matières utiles (41,5 g/kg TB et 34,3 g/kg TP).

	Production laitière théorique			Efficience de valorisation de la ration		
	Mauvaise qualité	Qualité moyenne	Bonne qualité	Mauvaise qualité	Qualité moyenne	Bonne qualité
Herbe pâturée	-4,9% *+/- 4,2%*	-2,6% *+/- 2,3%*	-0,4% *+/- 0,6%*	5,5% *+/- 5,0%*	2,8% *+/- 2,5%*	0,4% *+/- 0,6%*
Ensilage d'herbe	-4,9% *+/- 3,5%*	-3,0% *+/- 2,2%*	-1,2% *+/- 1,0%*	5,3% *+/- 3,9%*	3,2% *+/- 2,3%*	1,2% *+/- 1,0%*
Ensilage de maïs	-3,5% *+/- 1,7%*	-1,6% *+/- 0,9%*	-1,6% *+/- 1,0%*	3,6% *+/- 1,8%*	1,7% *+/- 1,0%*	1,6% *+/- 1,1%*

Tableau 4 : Résultats de l'analyse de sensibilité portant sur l'utilisation de valeurs alimentaires de table (herbe pâturée, ensilage d'herbe, ensilage de maïs) pour le calcul de la production laitière théorique et celui de l'efficience de valorisation de la ration (Différence moyenne (%) et écart-type entre les calculs réalisés sur base des valeurs alimentaires utilisées pour l'étude et celles de fourrages de mauvaise, moyenne et bonne qualité.

	Cluster 1 *Ensilage de maïs*	luster 2 *Concentrés*	Cluster 3 *Pâturage*	luster 4 *ation mixte*
Nombre de rations	177	641	57	729
Lait *(kg/j)*	31,4 ^{c} +/- 2,9	28,4 ^{b} +/- 3,6	26,3 ^{a} +/- 2,9	28,3 ^{b} +/- 3,3
TB *(g/kg)*	39,4 ^{a} +/-1,8	41,5 ^{b} +/- 2,8	38,5 ^{a} +/- 2,2	39,2 ^{a} +/- 2,8
TP *(g/kg)*	33,9 ^{b} +/- 0,9	34,3 ^{c} +/- 2,0	32,9 ^{a} +/- 1,2	33,6 ^{b} +/- 1,4
Lait_FCL *(kg/j)*	31,3 ^{d} +/-2,8	29,1 ^{c} +/- 3,5	25,8 ^{a} +/- 2,9	28,0 ^{b} +/- 3,2
Paturage *(%)*	1,4 ^{a} +/- 2,9	5,0 ^{b} +/- 8,6	46,8 ^{c} +/- 14,7	5,5 ^{b} +/- 8,6
Herbeconservee *(%)*	5,2 ^{b} +/- 5,7	24,0 ^{c} +/- 8,5	1,6 ^{a} +/- 5,0	6,3 ^{b} +/- 6,9
ProduitsHerbagers *(%)*	6,6 ^{a} +/- 5,6	28,9 ^{c} +/- 8,3	48,4 ^{d} +/- 14,7	11,8 ^{b} +/- 9,3
EnsilageMais *(%)*	61,7 ^{c} +/- 9,8	35,0 ^{a} +/- 9,3	34,7 ^{a} +/- 14,9	51,3 ^{b} +/- 15,9
Fourrages *(%)*	76,0 ^{b} +/- 6,0	67,5 ^{a} +/- 7,4	87,5 ^{d} +/- 5,2	81,5 ^{c} +/- 4,5
Concentres *(%)*	21,1 ^{c} +/- 5,0	21,5 ^{c} +/- 4,6	10,2 ^{a} +/- 5,1	16,3 ^{b} +/- 4,2
Complements *(%)*	22,3 ^{c} +/- 6,0	32,2 ^{d} +/- 7,4	11,5 ^{a} +/- 5,2	17,3 ^{b} +/- 4,5
Coproduits *(%)*	1,2 ^{a} +/- 3,4	10,7 ^{b} +/- 5,1	1,3 ^{a} +/- 2,9	1,0 ^{a} +/- 3,0
Mineraux *(%)*	1,7 ^{d} +/- 0,7	0,3 ^{a} +/- 0,4	1,0 ^{b} +/- 0,9	1,2 ^{c} +/- 0,6
Mstot *(kg MS/j)*	22,0 ^{ab} +/- 1,9	22,4 ^{b} +/- 2,7	21,3 ^{a} +/- 1,8	23,5 ^{c} +/- 3,1
Energie *(VEM/kg MS)*	952 ^{b} +/- 22	977 ^{c} +/- 27	960 ^{b} +/- 20	935 ^{a} +/- 37
ProtDig *(g DVE/kg MS)*	69,6 ^{a} +/- 7,4	89,0 ^{d} +/- 7,9	83,7 ^{c} +/- 6,8	74,3 ^{b} +/- 8,2
MAT *(g/kg MS)*	150,0 ^{a} +/- 22,0	164,2 ^{b} +/- 11,7	151,4 ^{a} +/- 22,0	146,6 ^{a} +/- 19,0
EfficienceRation *(%)*	120,0 ^{c} +/- 10,3	86,6 ^{a} +/- 11,0	85,3 ^{a} +/- 9,3	95,0 ^{b} +/- 14,5
CoutRation *(€/vache/jour)*	4,83 ^{c} +/- 0,86	4,73 ^{c} +/- 1,19	3,11 ^{a} +/- 1,11	4,20 ^{b} +/- 0,85
CoutRationLait *(€/vache/jour/kg de lait corrigé)*	0,15 ^{b} +/- 0,02	0,16 ^{c} +/- 0,03	0,12 ^{a} +/- 0,05	0,15 ^{b} +/- 0,03
CoutRationMS *(€/vache/jour/kg MS)*	0,22 ^{d} +/- 0,04	0,21 ^{c} +/- 0,04	0,15 ^{a} +/- 0,05	0,18 ^{b} +/- 0,03

Tableau 5 : Moyenne et écart-type par cluster des différentes variables. Les moyennes d'une même ligne qui ne partagent pas de lettre commune sont significativement différentes (Test de Tukey-Kramer).

Les rations au sein de ce cluster se caractérisent aussi par des pourcentages élevés d'herbe conservée (24,0%). Les parts de coproduits et de concentrés sont les plus élevées (10,7% et 21,5% respectivement). Ce sont les rations qui ont les plus hautes densités énergétique et azotée. Ces rations de type production de lait par les concentrés permettent de produire 86,6% de la production laitière attendue sur base de la ration distribuée. Leur coût est parmi les plus élevés que ce soit pour la ration ou par litre de lait produit (4,73 €/vache/jour ; 0,16 €/kg lait corrigé produit). Le cluster 3 se caractérise par les plus faibles taux dans le lait (38,5 g/kg TB et 32,9 g/kg TP). Les rations de ce cluster comportent le plus d'herbe (48,4%) principalement sous forme pâturée (46,8%), le pourcentage d'herbe conservée étant le plus faible au sein de ce cluster. La part de concentrés au sein de ce cluster est la plus faible (10,2%). Ces rations de type pâturage permettent de produire 85,3% de la production laitière attendue sur base de la ration distribuée. Ce sont les rations qui ont les coûts les plus faibles que ce soit en considérant la ration dans sa globalité (3,11 €/vache/jour) par kg de lait produit (0,12 €/vache/jour/kg de lait corrigé) ou par kg de MS distribuée (0,15 €/vache/jour/kg MS). Enfin le cluster 4 se caractérise par des rations avec l'apport de matière sèche quotidien le plus élevé et la densité énergétique de la ration la plus faible. Ces rations de type mixte permettent aux vaches de produire 95,0% de la production laitière attendue sur base de la ration distribuée. Bien que plus élevés que pour les rations de type pâturage, ces rations de type mixte ont des coûts moyens relativement faibles comparativement aux deux autres clusters (4,20 €/vache/jour soit 0,15 €/vache/jour/kg lait corrigé et 0,18 €/vache/jour/kg MS)

3. DISCUSSION

La valeur moyenne de l'efficience de valorisation de la ration de 94,1% montre que globalement les rations distribuées aux vaches laitières sont bien ajustées au potentiel de production des troupeaux et que les pertes en termes de production laitière sont minimes. Toutefois, la plage de variation des valeurs montre que de fortes disparités existent entre rations. En effet, 20% des rations entraînent une efficience de valorisation de la ration inférieure à 80% (moins de 5% des rations entraînent une efficience de valorisation de la ration inférieure à 70%).Dans ces cas-là, le troupeau a produit moins de lait que ce qui était théoriquement possible sur base de la ration distribuée. Ces extrêmes peuvent en partie s'expliquer par l'utilisation de valeurs de tables pour évaluer les apports nutritifs permis par les aliments distribués. En effet, ces valeurs ne reflètent pas toujours la variabilité de valeurs nutritives qui peuvent être observées sur le terrain et qui traduisent entre autres le niveau de technicité de l'éleveur. L'analyse de sensibilité portant sur les valeurs alimentaires des fourrages montre que cette hypothèse n'explique que de l'ordre de 5% des variations observées. Cependant, il convient de noter que les refus de nourriture ne sont pas considérés du fait de la prise en compte de la ration distribuée et non de la ration ingérée par le troupeau. Or, dans certains cas, et même si ce n'est pas une pratique préconisée, les éleveurs peuvent volontairement apporter une ration excédentaire aux vaches laitières en production pour ensuite redistribuer les refus aux autres animaux présents sur la ferme (vaches taries, génisses, troupeau allaitant) ou simplement pour assurer un certain niveau de production. Dans ce cas-là, l'efficience de valorisation de la ration sera plus faible. L'état sanitaire du troupeau (recrudescence de mammites par exemple) peut

aussi expliquer les valeurs basses observées dans la cadre de cette étude. Enfin, la parité moyenne du troupeau n'a pas été prise en considération dans l'étude (donnée non disponible). Un nombre important de primipares ou de vaches en seconde lactation dans le troupeau peut toutefois expliquer une moins bonne efficience de la ration pour la production laitière en raison de la nécessité de couvrir les besoins de croissance de ces animaux.

Inversement, environ 15% des rations de la base de données mobilisée conduisent à une efficience de valorisation de la ration supérieure à 110%. Ces situations correspondent à des vaches qui ont produit plus de lait que ce qui était théoriquement attendu sur base de la ration distribuée. Cette meilleure valorisation de la ration pourrait s'expliquer par le stade moyen de lactation du troupeau, les vaches en début de lactation mobilisant leurs réserves corporelles à des fins de production. Les conseillers à l'origine de l'élaboration de la base de données nous ont confirmé que dans les élevages suivis les vêlages avaient lieu toute l'année. Le stade de lactation, bien que pouvant amener une certaine variabilité n'a pas été pris en compte dans cette étude.

Par contre, le management de l'alimentation peut fortement influencer l'efficience de valorisation de la ration. Un éleveur qui repousse régulièrement les refus, qui prend en compte l'appétence de ses aliments mais aussi qui gère au mieux les transitions alimentaires de ses animaux va favoriser une bonne efficience de valorisation de sa ration. La fréquence de traite des animaux, qui peut augmenter en présence d'un robot et ainsi stimuler la production laitière, ainsi que, les paramètres relatifs au logement et à l'ambiance dans les bâtiments d'élevage, bien que pouvant avoir de l'influence sur la valorisation de la ration n'ont pas été pris en compte dans cette étude. Enfin, pour le calcul de la production laitière théorique moyenne du troupeau, ce sont les besoins d'entretien moyen qui ont été pris en compte. Or ces derniers peuvent varier selon les déplacements effectués par l'animal : les besoin d'entretien au pâturage sont plus élevés que lorsque les animaux sont en bâtiment. De plus, en l'absence de données disponibles, le poids moyen des animaux, nécessaire au calcul des besoins alimentaires, a été fixé à 650 kg. Si la majorité des troupeaux de la zone géographique concernée sont de race Holstein, le gabarit moyen des animaux peut varier et ainsi influencer les besoins réels des animaux. Par ailleurs le système hollandais de nutrition ne tient compte que de l'additivité des apports de chaque composant de la ration, les interactions digestives ne sont pas prises en compte. Toutefois, nous avons privilégié ce système car il était et est encore en vigueur à l'heure actuelle, tout du moins en Flandre. Cependant, il pourrait être intéressant de confirmer ces résultats en utilisant le système de rationnement français qui prend maintenant en compte les interactions entre les aliments de la ration (INRA 2018).

Les résultats de l'ACP permettent de distinguer les rations avec un pourcentage élevé d'ensilage de maïs de celles ayant une part plus importante d'herbe conservée et de coproduits. On retrouve ici les observations réalisées par Rouillé et al. (2020) lors de l'analyse de cette base de données en ce qui concerne les différences entre les rations françaises et belges (plus d'herbe conservée dans les rations belges, plus d'ensilage de maïs dans les rations françaises). Le deuxième axe de l'ACP permet de différencier les rations avec une part importante de produits herbagers ou de pâturage de celles apportant des concentrés. Cela s'explique par le fait que les produits herbagers sont plus équilibrés d'un point de vue nutritionnel que l'ensilage de maïs et vont donc nécessiter moins de concentrés pour équilibrer les apports énergétiques et protéiques. Les résultats de cette étude (ACP et clustering) suggèrent que l'efficience de valorisation de la ration est dépendante de la part d'ensilage de maïs. Ce résultat est à relativiser aux conditions inhérentes d'analyse de cette étude, qui considère des valeurs nutritionnelles fixées pour les aliments et qui ne prend pas en compte le stade de lactation, la part de primipares ni les interactions digestives entre aliments.

Enfin, si on s'intéresse aux 4 groupes de rations issus du clustering, on retrouve les principaux types de rations que l'on rencontre en élevage laitier à savoir les rations à base d'ensilage de maïs, les rations riches en concentrés, les rations basées sur le pâturage et les rations de type mixte qui combinent les différentes catégories d'aliments (ensilage de maïs, herbe conservée, coproduits et concentrés).

Les rations à base d'ensilage de maïs présentent les meilleurs niveaux d'efficience de valorisation de la ration. Bien qu'ayant les coûts d'alimentation les plus élevés, compte-tenu de ce niveau d'efficience de la ration, leur coût ramené au kg de lait corrigé produit est parmi les plus faibles. Cela correspond à des élevages qui ont pour objectif de produire du lait en quantité mais aussi en qualité (taux élevés). Les rations riches en concentrés correspondent à des élevages qui cherchent à atteindre des niveaux élevés de production laitière grâce à l'apport de concentrés. De fait, les concentrations énergétiques et protéiques moyennes de ces rations sont les plus élevées. Mais le niveau d'efficience de valorisation de la ration est parmi les plus bas. De plus, d'un point de vue économique, ce sont les rations les plus chères, que ce soit globalement ou par kg de lait corrigé produit. Ces rations correspondent à des éleveurs qui favorisent le niveau de production laitière au détriment du coût de la ration. Il serait intéressant au sein de ces exploitations d'évaluer l'efficacité du concentré (via l'analyse du rendement marginal du concentré par exemple) afin d'ajuster son apport pour diminuer le coût de la ration. Les rations basées sur le pâturage présentent les coûts les plus faibles. Ce sont aussi les rations qui présentent les moins bons niveaux d'efficience de valorisation de la ration. Cela peut s'expliquer par la technicité de l'éleveur nécessaire pour bien gérer et valoriser son pâturage. En effet, la complémentation au pâturage doit se raisonner selon la quantité et la qualité de l'herbe disponible au pâturage. Mais cela peut aussi refléter les difficultés à estimer la disponibilité en herbe au pâturage. Ces rations permettent à l'éleveur d'accéder à des filières spécifiques de valorisation de son lait qui tiennent compte de la place du pâturage dans la ration. Généralement, ces filières conduisent à un meilleur paiement du lait. Compte-tenu du coût plus faible de ces rations, même si le niveau de production laitière est lui aussi plus faible, la marge permise pourrait être plus élevée. Enfin, le dernier groupe correspond à des rations de type mixte, c'est-à-dire qui contiennent les différentes grandes catégories d'aliments dans des proportions intermédiaires aux précédents types de ration. Elles présentent des niveaux d'efficience de valorisation intermédiaires proches de la moyenne de l'ensemble des observations. Ces rations ont des coûts économiques plus élevés que les rations à base de pâturage mais moins élevées que les deux autres types de rations. Les éleveurs qui mobilisent ce type de ration vont à priori adapter le choix des aliments à leur coût économique tout en tenant compte bien sûr de l'équilibre de la ration.

CONCLUSION

Cette étude montre que, sur le terrain, si en moyenne les rations sont bien adaptées aux niveaux de production moyen des troupeaux laitiers, des différences importantes existent selon le type de rations distribuées. Afin d'adapter au mieux la ration des animaux, il est important pour l'éleveur de rester cohérent par rapport à son système afin de limiter le coût alimentaire et l'impact environnemental lié à une moindre efficience de son troupeau.

Des études complémentaires sont nécessaires pour expliquer les différences d'efficience de valorisation que l'on observe selon le type de ration distribuée.

Cette recherche a été financée par les fonds issus de la déduction du précompte professionnel accordée aux

institutions de recherche (Loi Moerman) – projet EFFORT, CRA-W (https://www.cra.wallonie.be/fr/effort).

Fischer A. 2017. Etude de la variabilité interindividuelle de l'efficience alimentaire de la vache laitière. Thèse d'Agrocampus Ouest

Fox J. & Weisberg S. 2019. An {R} Companion to Applied Regression, Third Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/

Hothorn T., Bretz F. & Westfall P. 2008. Biometrical Journal 50(3), 346-363.

INRA. 2018. Alimentation des ruminants. Edition Quae, Versailles, France. 728p.

Le S., Josse J., Husson F. 2008. Journal of Statistical Software, 25(1), 1-18. 10.18637/jss.v025.i01

RMT Prairies Demain. 2016. Fiche méthode sur le coût d'un fourrage. https://afpf-asso.fr/fiches-techniques.

Rouillé B., Verriele B., Decaesteker E., Vandaele L., Boulet L., Fourdin S., Deleu L., Mahieu J. 2020. Renc. Rech. Ruminants 25, 368.

Tamminga, S., Van Straalen, W.M., Subnel, A.P.J., Meijer, R.G.M., Steg, A., Wever, C.J.G., Blok, M.C. 1994. Livestock Production Science, 40, 139-155.

Van Es, A.J.H., Van der Honing, Y. 1977. Het nieuwe energetische voederwaarderingsysteem voor herkauwers: wijze va afleiding ein uiteindelijk voorstel. Report IVVO 92, 48p.

Le niveau de biodiversité végétale des prairies modifie les processus digestifs, le microbiote ruminal et des fèces des vaches laitières et la composition du lait

MUSATI M. (1, 2), COPPA M. (3), DELBES C. (4), VERDIER-METZ I. (4), POPOVA M. (1), NIDERKORN V. (1), BOUCHON M. (5), FARIZON Y. (6), ENJALBERT F. (6), RENNA M. (7), LUSSIANA C. (8), NATALELLO A. (2), MARTIN B. (1), FERLAY A. (1)

(1) Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France
(2) Department Di3A, University of Catania, 95123 Catania, Italy
(3) Chercheur Independent, Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France
(4) Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR 0545 Fromage, F-15000, Aurillac, France
(5) INRAE, UE1414 Herbipôle, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France
(6) GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, INPT, Toulouse, France
(ENSAT), École Nationale Vétérinaire de Toulouse (ENVT), UMR1289 Tandem, F-31076 Toulouse, France
(7) Department of Veterinary Sciences, University of Turin, 10095 Grugliasco (TO), Italy
(8) Department of Agricultural, Forest and Food Sciences, University of Turin, 10095 Grugliasco (TO), Italy

RESUME
Pour étudier les interactions entre la biodiversité végétale des prairies, les ruminants, leur microbiote et leurs produits, des expérimentations in vivo et in vitro ont été menées au printemps 2018. Après une période d'adaptation de 5 semaines sur une parcelle commune, 2 lots de 7 vaches laitières ont été conduits pendant 4 semaines sur 2 parcelles présentant des niveaux de biodiversité végétale contrastés : LD (diversité flaible,19 espèces, beaucoup des graminées) et HD (diversité élevée 56 espèces, beaucoup des dicotylédones). Des prélèvements d'herbe sélectionnés par les vaches (bouchées simulées), de liquide ruminal, de fèces et de lait ont été réalisés en fin de période d'adaptation, et en fin de période expérimentale. La production laitière et les taux protéique et butyreux était similaires entre les lots. L'herbe du lot HD était plus fibreuse et avait une teneur en tanins totaux plus élevée. La teneur en acides gras (AG) totaux de l'herbe, et en C18:3 n3, était plus élevée pour LD. La production totale de gaz lors de la fermentation ruminale in vitro de l'herbe HD était plus faible par rapport à LD, ceci étant probablement dû à l'inhibition de l'activité bactérienne par les tanins, qui ont également protégé la digestion de la matière sèche (MS) du lot HD par rapport au lot LD. Le liquide ruminal des vaches HD a présenté une concentration plus faible en AG totaux mais une proportion plus élevée en acides gras polyinsaturés (AGPI). Cela suggère une biohydrogénation moins complète des AGPI alimentaires induite par les tanins. La β-diversité, qui considère l'équipartition des espèces, a montré des différences entre des communautés bactériennes et fongiques du liquide ruminal et des fèces des vaches entre les 2 lots. Le profil en AG du lait des vaches LD se distingue par une concentration plus importante en C18:2 *c*9*t*11. Par contre, la quantité de C18:3 n-3 n'est pas significativement différente entre les lots, malgré les différences marquées sur l'herbe. Le contenu en AG totaux et en n-3 plus faible de l'herbe du lot HD, pourrait avoir été compensé par l'effet protecteur des tanins dans le rumen.

The level of plant biodiversity in pasture modifies dairy cow digestive processes, rumen and faeces microbiota and milk composition

MUSATI M. (1, 2), COPPA M. (3), DELBES C. (4), VERDIER-METZ I. (4), NIDERKORN V. (1), BOUCHON M. (5), FARIZON Y. (6), ENJALBERT F. (6), RENNA M. (7), LUSSIANA C. (8), NATALELLO A. (2), MARTIN B. (1), FERLAY A. (1)

SUMMARY
To study the interactions between the plant biodiversity of pastures, ruminants, their microbiota and their products, an in vivo and in vitro experiment was carried out in the spring 2018. After a 5-week adaptation period on a common plot, 2 groups of 7 dairy cows were led for 4 weeks on 2 plots with contrasting levels of plant biodiversity: LD (19 species, mainly grasses) and HD (56 species, mostly dicots). Samples of grass selected by the cows (simulated bites), rumen fluid, faeces, and milk were taken at the end of the experimental periods, respectively. Milk production and protein and fat concentration were similar between treatments. The grass from group HD was more fibrous and had a higher total tannin content. Grass total fatty acids (FA) and C18:3 n-3 contents were higher for LD. Total gas production during in vitro ruminal fermentation of HD grass was lower compared to LD, this being probably due to the inhibition of bacterial proliferation by tannins, which also protected the digestion of the dry matter of the HD group compared to LD. Ruminal fluid of HD cows differed from that of LD cows by a lower concentration of total FA but a higher proportion of polyunsaturated fatty acids (PUFA). This suggests a less complete biohydrogenation of dietary PUFA induced by tannins. The β-diversity, which considers the equipartition of species, showed differences between the bacterial and fungal communities of the ruminal liquid and the faeces of the cows between the 2 treatments. The FA profile of milk from LD cows is distinguished by a higher concentration of C18:2 *c*9*t*11. Moreover, the quantity of C18:3 n-3 is not significantly different between the treatments, despite the marked differences on grass. The lower total FA and n-3 content of the grass from the HD group could have been compensated by the protective role of tannins in the rumen.

INTRODUCTION

Les systèmes d'élevage herbagers apparaissent de plus en plus comme les options d'avenir les plus prometteuses pour l'élevage des ruminants. Ils permettent de concilier production, revenus agricoles, large éventail de services écosystémiques et produits de bonne qualité nutritionnelle. Bien que de nombreux travaux scientifiques aient déjà démontré les bénéfices des systèmes herbagers, des zones d'ombre subsistent pour comprendre tous les mécanismes en place depuis le pâturage jusqu'au produit.

Les recherches se sont concentrées sur l'étude des effets du stade phénologique de l'herbe ou des différentes techniques de pâturage sur la biohydrogénation ruminale des acides gras ingérés, sur la composition en acides gras du lait et sur le profil organoleptique des produits laitiers. Généralement, les vaches nourries au pâturage ou à l'herbe fraîche produisent un lait plus riche en acides gras n-3 et en isomères de l'acide linoléique conjugué - CLA (Chilliard et al., 2007). Par ailleurs, il a été montré que l'avancement du stade phénologique de l'herbe provoque une diminution des acides gras C18:1 *t*11, CLA et n-3 (Coppa et al., 2015), alors que le lait issu d'une technique de pâturage en rotation permet de maintenir sa qualité dans le temps par rapport à un système de pâturage continu (Coppa et al., 2011). De plus, il a été démontré que les tanins présents dans diverses espèces botaniques des prairies modulent la biohydrogénation ruminale, favorisant la conservation des acides gras insaturés (Frutos et al., 2020). Cependant, certains effets potentiels des métabolites secondaires des plantes, notamment les polyphénols, les tanins et les terpènes, sur le microbiote des ruminants et les interactions entre les espèces botaniques des prairies, les ruminants et leur microbiote restent peu explorés.

L'objectif de cette expérimentation est d'étudier les effets de la biodiversité botanique d'un pâturage sur la digestion, la qualité du lait et les interactions avec la communauté microbienne ruminale et fécale.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'expérimentation a été conduite sur le site expérimental de Marcenat (Herbipole, INRAE, Cantal, France). Au cours d'une période pré-expérimentale de 5 semaines, 14 vaches de race Holstein et Montbéliarde ont été conduites sur une parcelle commune en pâturage continu à faible niveau de biodiversité. Par la suite, les vaches ont été réparties en 2 groupes de 7 animaux conduits en pâturage continu pendant 4 semaines sur deux parcelles avec des niveaux de biodiversité botanique contrastés : LD (low diversity, 19 espèces botaniques, principalement graminées et légumineuses) et HD (high diversity, 56 espèces botaniques, principalement des dicotylédones non légumineuses).

1.2 PRELEVEMENTS ET ANALYSES

Des échantillons d'herbe, de liquide ruminal, de matières fécales et de lait ont été prélevés au cours de la dernière semaine des périodes pré-expérimentale et expérimentale. La composition botanique a été déterminée en utilisant la méthode phyto-pastorale, tandis que les échantillons d'herbe étaient des bouchées simulées pour rendre compte de la sélection des animaux au pâturage. Les bouchées simulées ont été analysées pour déterminer leurs compositions acides gras, en polyphénols et en tanins, comme détaillé dans lussig et al. (2015). Par la suite, les échantillons d'herbe de chaque période ont été utilisés comme substrat pour des essais de fermentation ruminale in vitro. La production et la composition des gaz de fermentation (CO_2 et CH_4), la dégradabilité de la matière sèche et le profil en acides gras volatils (AGV) ont été mesurés. Le liquide ruminal prélevé avec une sonde gastro-œsophagienne a été divisé en 2 échantillons : le premier a été filtré et analysé en chromatographie en phase gazeuse (CPG) pour le profil des acides gras, tandis que le second a été centrifugé en vue de caractériser les communautés bactérienne et fongique par séquençage des amplicons (metabarcoding). De même, communautés bactérienne et fongique ont été analysées dans le fèces recueillies le lendemain. La production de lait a été enregistrée quotidiennement, tandis que la composition du lait a été analysée 2 fois par semaine par des analyses moyen infrarouge. Les échantillons de lait de la fin de chaque période ont été analysés par CPG pour déterminer le profil en acides gras.

Toutes les données ont été analysées avec un modèle linéaire mixte, avec le type de pâturage comme effet fixe, tandis que la β-diversité a été estimée avec la méthode de distance Unifrac et un Permanova (Figures 1, 2, 3).

2. RESULTATS

2.1 BOUCHEES SIMULEES

En comparaison du lot LD, l'herbe du lot HD était plus fibreuse (NDF : 509 vs. 489 g/kg MS ; ADF : et 260 vs. 238 g/kg MS) et avait une teneur en polyphénols et tanins totaux plus élevée (polyphénols : 24,63 vs. 10.69 g/kg MS ; tanins : 22,96 vs. 5,95 g/kg MS). La teneur en AG totaux de l'herbe était plus élevée dans le groupe LD (52,2 vs. 33,5 g/kg MS) et la teneur en AGPI était également plus élevée (26,2 vs. 14,4 g/kg MS) ; l'herbe du lot LD était beaucoup plus riche en C18:3 n-3 (37,4 vs. 27,3 g/100 g AG ; Tableau 1).

	LD	HD	SEM	*p*
AGS	32,72	41,22	0,66	***
AGMI	4,32	6,10	0,14	***
AGPI	51,96	42,82	3,56	ns
C18:3 n3	37,38	27,31	3,50	*
C18:2 n6	12,72	11,37	0,61	***
C16:0	18,14	23,48	0,35	***

Tableau 1. Acides gras (AG) des bouchées simulées (g/100g AG totaux). LD : pâturage peu diversifié ; HD : pâturage très diversifié ; AGS : AG saturés ; AGMI : AG monoinsaturés ; AGPI AG : polyinsaturés. *p :* Probabilité : * p<0,5 ; *** p>0,001 ; ns non significatif.

Lors de la fermentation in vitro, l'activité fermentaire a été réduite avec le traitement HD, au contraire, durant la période pré-expérimentale aucune différence significative n'a été mise en évidence. En effet, la production totale de gaz et la quantité totale d'AGV étaient plus faibles (-0,5 mmol/g MS et -0,76 mmol/g MS, respectivement). La proportion d'AGV a changé, en particulier la proportion d'acétate a augmenté dans le lot HD (66,4 vs. 64,4 %) tandis que la proportion de propionate a diminué dans le lot HD (20,8 vs. 21,3 %). Par conséquent, la digestion de la MS a également été plus faible de 5,9 %. Par ailleurs, le gaz de fermentation du lot HD avait un rapport CO_2 /CH_4 plus élevé (4,89 vs. 4,48), indiquant une production relative de CH_4 plus faible.

2.2 LIQUIDE RUMINAL ET FECES

Le liquide ruminal des vaches HD s'est distingué de celui des vaches LD par une concentration plus faible en AG totaux (34,15 vs. 25,42 g/kg MS) mais une proportion plus élevée en AGPI (Tableau 2). En particulier, les proportions en AG n-3, n-6 et C18:1 *c*9 ont été plus élevées dans le liquide ruminal des vaches HD, au contraire du C18:0 qui a été significativement plus faible. D'un point de vue microbien, si le niveau de diversité végétale des prairies n'a eu aucun effet sur l'α-diversité (nombre d'espèces et équitabilité) ni des fèces ni des rumens. L'α-diversité, exprimée en indice de Shannon, des bactéries était égale à 4,91 ± 0,11 dans le liquide ruminal et 4,21 ± 0,06 dans les fèces, tandis que les fungi s'élevaient à 3,45 ± 0,12 dans le rumen et à 3,19 ± 0,28 dans les fèces. Il a influencé leur composition (Figure 1) et l'abondance relative

des différentes espèces microbiennes (β-diversité, Figures 2 et 3).
Au contraire, le microbiote du liquide ruminal et des fèces collectées au cours de la période pré-expérimentale n'a pas montré de différences significatives entre les traitements.

	LD	HD	SEM	*p*
AGS	60,92	56,98	0,66	***
AGMI	15,23	13,00	0,47	***
AGPI	5,41	7,51	0,40	***
C18:3 n-3	1,74	2,35	0,11	***
C18:0	39,95	31,30	1,04	***
C18:1 *c*9	0,05	2,25	0,29	**
C18:2 n-6	1,79	3,37	0,30	***
C18:1 *t*11	10,82	8,24	0,57	***

Tableau 2. Acides gras (AG) du liquide ruminal (g/100g AG totaux).
LD : pâturage peu diversifié ; HD : pâturage très diversifié ; AGS : AG saturés ; AGMI : AG monoinsaturés ; AGPI : AG polyinsaturés. *p :* Probabilité : * p<0,5 ; *** p>0,001.

2.3 PRODUCTION ET COMPOSITION DU LAIT

Enfin, les vaches des groupes LD et HD ont eu une production et des taux butyreux et protéique similaires (production quotidienne du lait : 14,0 vs. 12,9 L ; taux butyreux : 39,8 vs. 41,4 g/kg du lait ; taux protéique : 33,2 vs. 32,2 g/kg lait, LD et HD respectivement). Le profil en AG du lait des vaches LD s'est distingué par une concentration en AGPI plus élevée que celle du lait HD (+1,63 g/100g AG), et surtout par une concentration plus importante en CLA totaux (+1,16 g/100g AG) et en C18:1 *t*11 (+1,53 g/100g AG ; Tableau 3). Cependant, les proportions d'oméga 3 totaux et d'AG impairs et ramifiés dans le lait n'ont pas été significativement différentes entre les lots.

	LD	HD	SEM	*p*
AGS	58,56	62,18	1,14	*
AGMI	33,21	31,46	0,87	*ns*
AGPI	7,30	5,67	0,34	***
C18:3 n3	0,97	0,92	0,05	*ns*
C18:1 t11	5,52	4,00	0,44	*
CLA	3,06	1,89	0,23	***
AGIR	5,40	5,47	0,11	*ns*

Tableau 3. Acides gras (AG) du lait (g/100g AG totaux).
LD : pâturage peu diversifié ; HD : pâturage très diversifié ; AGS : AG saturés ; AGMI : AG monoinsaturés ; AGPI : AG polyinsaturés ; *t :* trans ; CLA : acide linoléique conjugué ; AGIR : AG impairs et ramifiés. *p :* Probabilité : * p<0,5 ; *** p>0,001 ; ns non significatif.

3. DISCUSSION

L'activité fermentaire *in vitro* plus faible des bouchées simulées du lot HD est probablement liée aux tanins présents en quantités plus importantes dans les bouchées HD. Les tanins HD ont vraisemblablement inhibé l'activité des bactéries, ce qui pourrait expliquer que la production totale de gaz et d'AGV ait été plus faibles dans ce lot. De plus, les tanins et les polyphénols ont pu avoir également un effet anti-méthanogène. Comme déjà montré par d'autres études, les tanins ont eu un effet inhibiteur sur la archaea méthanogènes, ce qui pourrait expliquer la réduction du CH_4 dans le lot HD (relativement au CO_2 ; Aboagye et Beauchemin, 2019).
Bien que l'herbe des bouchées simulées du lot LD ait été beaucoup plus riche en AG n-3, le liquide ruminal des vaches HD a eu une proportion d'AGPI supérieure. Cela suggère une biohydrogénation des AG ingérés moins complète dans le rumen des vaches HD (Frutos et al., 2020). Cette hypothèse est également étayée par la proportion plus faible en C18:0 dans le rumen des vaches HD puisque le C18:0 est le produit final de la biohydrogénation.
Les indices de diversités microbiennes ont révélé que le type de pâture n'influe pas sur la richesse mais sur la composition et l'abondance relative aussi bien des bactéries que des fongiques présents tant dans les fèces que dans le liquide ruminal. En effet, les populations fongiques dominantes des fèces diffèrent selon le type de prairie et certaines espèces bactériennes sous-dominantes telles que *Fibrobacter succinogenes* et *Prevotella ruminicola*, se sont révélées significativement plus abondantes dans les rumens HD. Cela pourrait être lié à la plus forte fibrosité de l'herbe HD qui aurait pu favoriser la prolifération de ces bactéries. La fibrosité de la ration étant le principal facteur de variation de l'écosystème microbien du rumen, les modifications observées peuvent ainsi être liées à la nature de la matière organique ingérée par l'animal. Ces effets pourraient aussi résulter de l'exposition du microbiote ruminal à un ensemble de micro-organismes et de composés secondaires des plantes, potentiellement plus complexes dans les pâtures HD.
La plus forte fibrosité de la ration n'a cependant influencé ni la quantité de lait produit, ni sa teneur en protéines et matières grasses. Quant aux AG, le lait des vaches LD était plus riche en AGPI (7,30 vs. 5,67 g/100g AG). Ceux-ci étaient principalement composés de C18:2 *c*9*t*11, qui est un produit intermédiaire de la biohydrogénation des AGPI de l'herbe (Chilliard et al., 2007).
Fait intéressant, la teneur en n-3 ne diffère pas entre les deux lots, probablement en raison de l'action des polyphénols, tanins et autres métabolites secondaires qui ont protégé les AG oméga 3 présents dans l'herbe HD ingérée de la biohydrogénation ruminale. L'absence de différences entre les AG impairs et ramifiés dans le lait pourrait indiquer une activité microbienne similaire dans le rumen entre les deux lots.

CONCLUSION

Les vaches pâturant une parcelle très biodiversifiée et riche en tanins ont montré un profil en AG du lait différent de celui issu de vaches pâturant une parcelle moins diversifiée. Bien que la digestibilité de l'herbe soit réduite en présence d'une prairie diversifiée, le profil en AG du rumen suggère une modulation de la biohydrogénation par les tanins ou les autres métabolites secondaires des plantes, qui ont permis de protéger les AG oméga 3 de l'herbe de la biohydrogénation. Ainsi, les vaches ingérant une herbe diversifiée pauvre en n-3 mais riche en tanins ont produit un lait avec une concentration en n-3 similaire à celle d'un lait issu d'une herbe faiblement diversifiée riche en n-3 mais pauvre en tanins. Le type de pâture ne semble pas influencer la richesse microbienne dans le rumen et les fèces mais il joue un rôle sur la composition et l'abondance relative des microorganismes du rumen et des fèces.
Ce travail permet ainsi de confirmer et d'expliquer partiellement le fait que le pâturage de prairies permanentes diversifiées favorise le transfert des AGPI de l'herbe dans le lait et limite les émissions de méthane entérique.

Les auteurs remercient l'ensemble du personnel du site de Marcenat de l'UE Herbipole ainsi que les techniciens ayant contribué aux analyses dans les différents laboratoires impliqués. Ce projet a bénéficié d'un soutien financier obtenu dans le cadre des Crédits Incitatifs des départements Phase et Mica de l'INRAE.

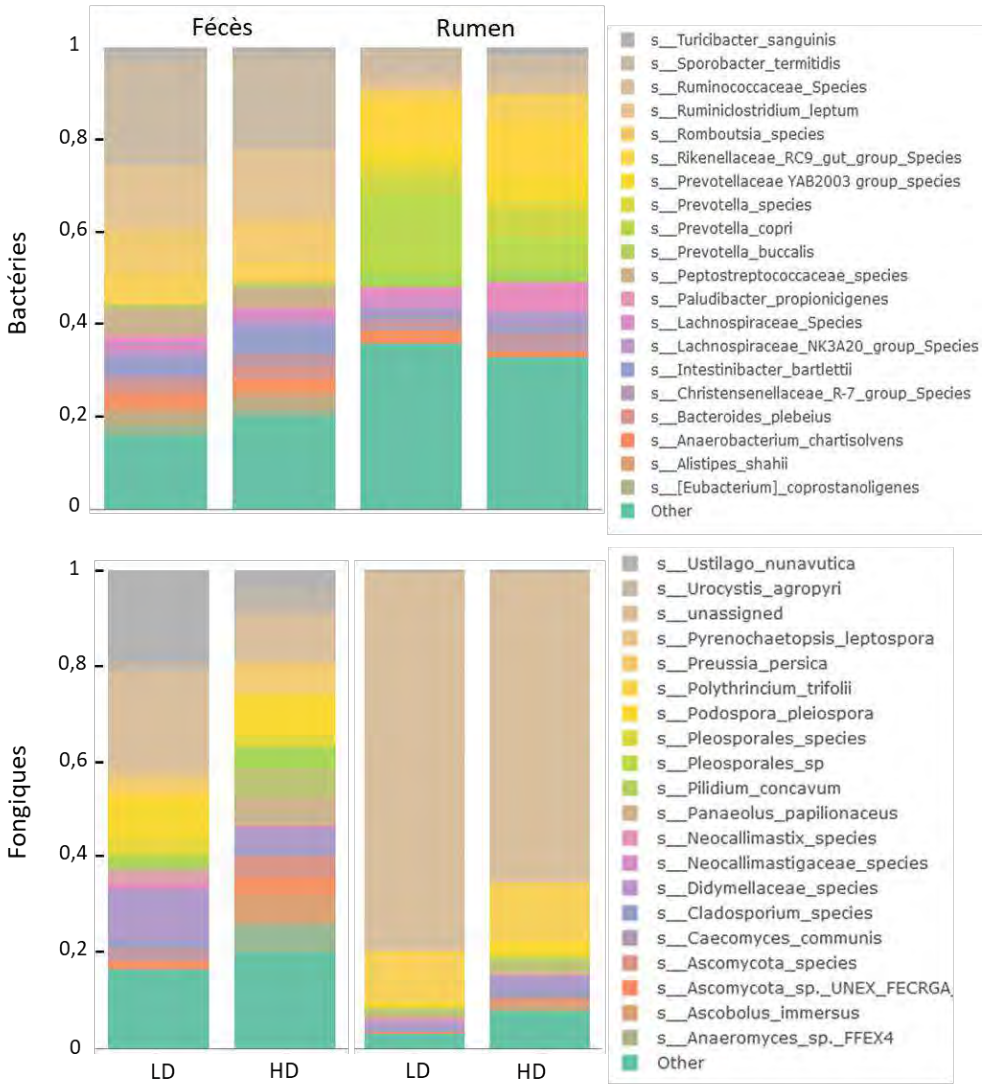


Figure 1 : Abondance relative des espèces bactériennes et fongiques dans les fèces et les liquides ruminaux LD et HD (moyenne des 7 vaches par lot)

1

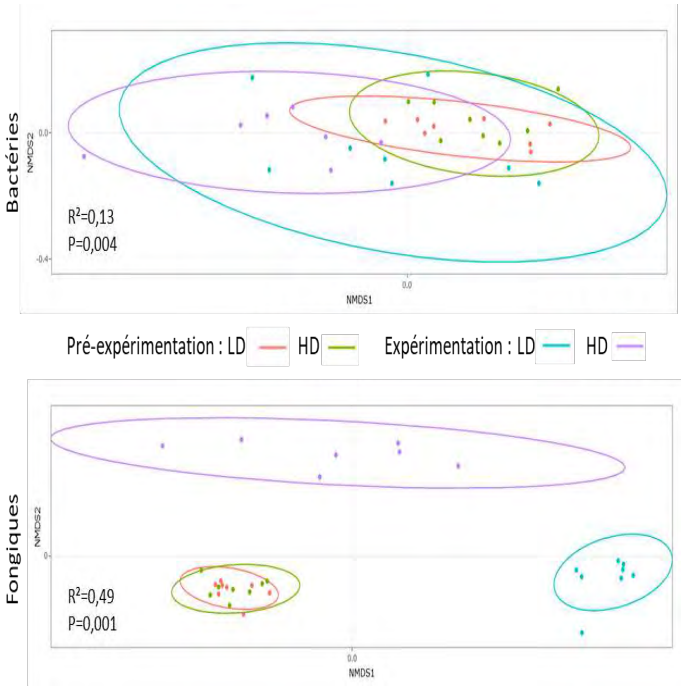


Figure 2 : Distribution des échantillons de fèces LD et HD selon leur profil microbien

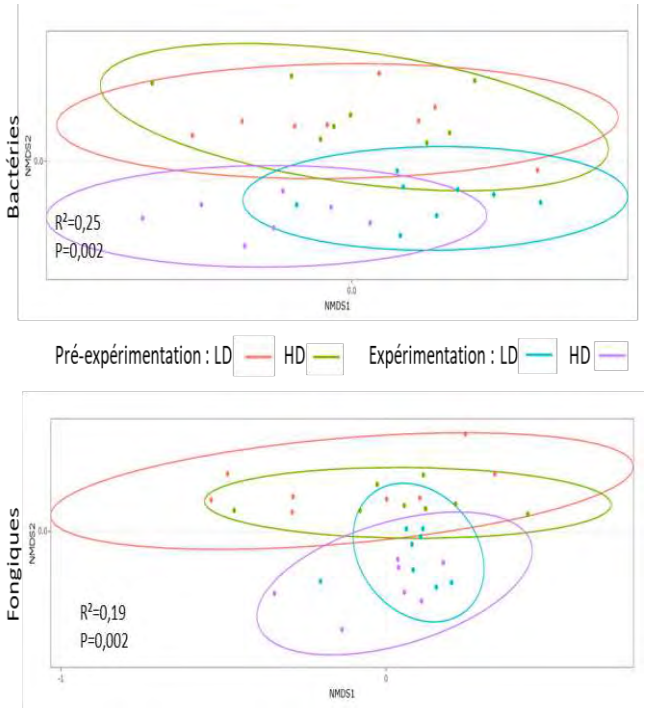


Figure 3 : Distribution des échantillons de rumen LD et HD selon leur profil microbien

Aboagye I.A., Beauchemin K.A., 2019. Animals, 9(11), 856
Chilliard Y., Glasser F., Ferlay A., Bernard L., Rouel J., Doreau M., 2007. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 109, 828-855
Coppa M., Ferlay A., Monsallier F., Verdier-Metz I., Pradel P., Didienne R., Farruggia A., Montel M.C., Martin B., 2011.J. Dairy Sci., 94(3), 1132-1145
Coppa M., Ferlay A., Borreani G., Revello-Chion A., Tabacco A., Tornambé G., Pradel P., Martin B., 2015. Anim. Feed Sci. Technol., 208, 66-78
Frutos P., Hervás G., Natalello A., Luciano G., Fondevila M.,
Priolo A., Toral P.G., 2020. Anim. Feed Sci. Technol., 269, 114623**Iussig G., Renna M., Gorlier A., Lonati M., Lussiana C., Battaglini L.M., Lombardi G., 2015.** Small Rumin. Res., 132, 12-24

Application pratique du rationnement des brebis laitières en début de traite avec le nouveau système d'alimentation INRA 2018 en comparaison de l'ancien système INRA 2007

HASSOUN P. (1), PORTES D. (2), COULON V. (2), TOMAS R. (2), ARLES S. (2), MENRAS, J.M. (2), ALLAIN C. (2), AMPOSTA N. (2), PARISOT S. (2).
(1) INRAE, UMR SELMET, INRAE, Montpellier SupAgro, CIRAD, Univ. Montpellier, 34060 Montpellier
(2) INRAE, UEF Unité Expérimentale de La Fage, 12250 Roquefort-sur-Soulzon, France

RESUME - Depuis 2018, l'INRAE a développé son nouveau système d'alimentation des ruminants profondément rénové avec comme outil de rationnement INRAtion®V5 et son interface RUMIN'AL®. Cet outil récemment mis au point pour les brebis laitières n'a pas encore été évalué en conditions réelles. L'objectif était donc de le tester et de comparer les résultats avec ceux obtenus avec l'ancien système de rationnement sur des brebis en début de traite. L'expérimentation s'est déroulée en hiver à l'Unité Expérimentale INRAE de La Fage située sur le Causse du Larzac, en Aveyron. Deux lots (T07 et E18) de 96 brebis Lacaune adultes, ont été équilibrés sur leurs performances laitières, la répartition de celles-ci et leur poids. A partir des mêmes aliments (foins, ensilage d'herbe, orge et concentré azoté du commerce), la ration du lot T07 a été établie pour une brebis moyenne de 77 kg et produisant 3,3l/j, avec un niveau de couverture de 115 % pour les UFL et de 125 % pour les PDI. Pour le lot E18, le principe reposait sur la même brebis moyenne mais en intégrant la mobilisation des réserves corporelles pour les besoins UFL et en fixant une brebis cible à 4,3l/j pour les PDI (production équivalente à celle couverte par les 125 % de T07). Les quantités ingérées (QI) brutes de chaque ration ont été mesurées quotidiennement avec un taux de refus minimum de 12 %, pendant 9 semaines et les QI de matière sèche (QIMS) 4 jours par semaine. La production de lait (PL) et sa composition (taux butyreux, TB, protéique, TP, d'urée, et le comptage des cellules somatiques, CCS) ont été mesurées chaque semaine et le poids et l'état corporel des brebis toutes les 2 semaines. Après 5 semaines de mesures, les rations ont été réajustées en fonction de la PL observée et maintenues jusqu'à la fin. Sur l'ensemble de l'essai, la PL moyenne n'a pas été différente (P>0,05) entre T07 et E18 (2,7 ± 0,7 l/j/b et 2,7 ± 0,6 l/j/b), de même que les TB (65 ± 9 et 65 ± 8 g/l) et TP (54 ± 5 et 55 ± 5 g/l). Seul le taux d'urée de T07 a été inférieur à celui de E18 (p<0,0001) avec respectivement 481 ± 68 et 580 ± 74 mg/l. Les poids (78 ± 8.2 et 79 ± 7.9 kg) et l'état corporel (2,9 ± 0,22 et 2,8 ± 0,24) en fin d'essai n'ont pas été différents (P>0,05). Les QIMS totales des 2 lots T07 et E18 (3,4 ± 0,14 et 3,5 ± 0,15 kg MS/j/b) n'étaient pas différentes (P<0,05). En revanche, le lot E18 a consommé plus de fourrages (+0,300 kg MS/j/b) et moins d'aliments concentrés (-0,200 kg MS/j/b). En conclusion, le nouveau système et ses outils de rationnement semblent bien permettre le rationnement des brebis laitières en conditions réelles. Il permettrait également une économie d'aliments concentrés au profit des fourrages et donc une meilleure autonomie alimentaire. Il reste à la tester dans d'autres situations alimentaires.

Practical rationing of dairy sheep in early milking period based on the new Inra 2018 feeding system compared to the previous Inra 2007.

HASSOUN P. (1), PORTES D. (2), COULON V. (2), TOMAS R. (2), ARLES S. (2), ALLAIN C. (2), AMPOSTA N. (2), PARISOT S. (2).

SUMMARY - In 2018, INRAE developed a new feeding system for ruminants associated with the rationing software INRAtion®V5 and its interface RUMIN'AL®. This tool recently adapted for dairy sheep production has not been tested yet in real conditions. The objective was to test and compare the results obtained with this new system with the previous 2007 feeding system. The experiment took place at the La Fage experimental farm (INRAE-GenPhyse) located at the Causse du Larzac. Two groups (T07 and E18) of 96 adult Lacaune ewes in early lactation were balanced on their milk yield (MY), milk yield distribution and body weight (BW). Based on the same feed (hay, forage silage, barley grain and protein commercial concentrate), the diet of T07 was established for an average dairy ewe of 77kg BW and 3.3 l/d MY increased by 115 % for net energy (UFL) and 125 % digestible protein (PDI) requirements. Diet for group E18, was based on the same average ewe but taking into account the body reserve mobilisation (energy) and a target ewe producing 4.4 l/d for PDI requirement (which was equivalent to the MY allowed with 125 % for PDI in T07). For nine weeks, daily intake has been measured every day including a minimum of 12 % refusal and dry matter intake (DMI) four days/week. BW and body condition score (BCS) have been measured fortnightly. Milk yield and milk composition (fat, TB, protein TP and urea content) have been measured weekly. After five week experiment diets were adjusted to MY and maintained up to the end. All over the 9 week experiment, average MY was not different (P>0.05) between T07 and E18 (2.7 ± 0.7 l/d/e and 2.7 ± 0.6 l/d/e), as well as TB (65 ± 9 and 65 ± 8 g/l) and TP (54 ± 5 and 55 ± 5 g/l). Only milk urea content was lower (p<0.0001) for T07 (481 ± 68 mg/l) than for E18 (580 ± 74 mg/l). At the end of the experiment, BW (78 ± 8.2 and 79 ± 7.9 kg) and BCS (2.9 ± 0.22 et 2.8 ± 0.24) were not different (P>0.05). Average total DMI of T07 (3.4 ± 0.14 kg/d/ewe) and E18 (3.4 ± 0.15 kg/d/ewe) were not different (P<0.05). Conversely, E18 ate more forages (+ 0.300 kg DM/d/ewe) and less concentrate (-0.200 kg DM/d/ewe). In conclusion, the new feeding system and the associated software allow rationing correctly Lacaune dairy ewes in real conditions. It would allow saving concentrate and having a better-feed self-sufficiency. Now, it must be tested in other farm situations.

INTRODUCTION

En 2018, l'Inra a complètement rénové le système d'alimentation des ruminants (INRA, 2018) en le rendant plus précis et permettant de mieux définir les besoins et les réponses des animaux. Comme dans le système précédent, un logiciel de rationnement (INRAtion ® V5) et son interface (RUMIN'AL ®) sont mis en place pour permettre d'établir des rations adaptées. Le nouveau système étant devenu plus complexe du fait de nombreuses interactions digestives, un simple tableur ne permet quasiment pas d'établir des rations. Ce nouveau logiciel de rationnement déjà opérationnel pour les bovins, vient d'aboutir pour les brebis laitières mais n'a pas fait l'objet d'une évaluation sur le terrain. C'est donc dans ce sens que la présente expérimentation a été construite dans des conditions réelles d'exploitation.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. LOCALISATION, ALIMENTATION, CONDUITE

L'expérimentation a été conduite à l'UE de La Fage sur le causse du Larzac à 800 m d'altitude, du 17 janvier au 17 mars 2022. Deux lots de 96 brebis Lacaune adultes ayant mis bas sur IA ont été constitués sur la base de leur production laitière (PL), de la distribution de celle-ci, de la composition du lait (taux butyreux, TB, protéique, TP) de leur poids (PV) et état corporel (NEC). Le stade moyen de lactation était de 49 jours au début de l'essai, soit 2 semaines après le sevrage des agneaux. Les rations des deux lots comportaient les mêmes aliments : foins de luzerne et mélange dactyle luzerne, ensilage de graminées, de l'orge en grain et un concentré azoté du commerce (FEDAPRO super amine ®, Unicor). La ration du lot T07 a été constituée sur la base d'un mélange fourrages-concentrés comme cela est fait chaque année avec les fourrages récoltés du domaine, l'orge du domaine et un concentré azoté du commerce. La composition du mélange a été constituée sur la base de la qualité des fourrages (foins et ensilage), des stocks disponibles et des caractéristiques de la brebis moyenne du lot (PV 77kg, PL 3,3 l/j, TB 58 g/l, TP 48 g/l) dont les besoins énergétiques et azotés devaient être couverts. Ces derniers ont été augmentés respectivement de 15 % et de 25 % selon la démarche classique Inra 2007 (Hassoun et al. 2010) pour couvrir les besoins d'environ 85 % des brebis du lot. La ration du lot E18 a été calculée à partir des mêmes aliments, avec la même proportion de chaque fourrage dans le mélange (recalculée en excluant les concentrés) avec le nouveau système (Hassoun et al. 2018) en prenant les mêmes critères pour la brebis moyenne, mais en intégrant la mobilisation des réserves corporelles en début de lactation et en fixant la brebis cible à 4,4 l/j pour les besoins PDI du lot. La ration à calculer incluait le mélange des fourrages à volonté, et la possibilité d'utiliser ou non les 2 concentrés (orge et FEDAPRO super amine ®). Au final le rationneur n'a pas intégré l'orge dans la ration. Cette définition différente des besoins du lot de E18 conduit cependant à des besoins très voisins voire identiques à ceux de T07. La composition centésimale des 2 mélanges, la composition chimique et la valeur alimentaire Inra 2007 des aliments sont résumés dans la tableau 1.

Les valeurs UFL, PDI et BPR des deux rations T07 et E18 dans le nouveau système sont présentées dans le tableau 2:

La ration était distribuée sous forme d'un mélange fourrages-concentrés (T07) ou seulement fourrages (E18) avec un taux de refus moyen de 15 %. Le Fedapro de E18 était apporté au tapis d'alimentation (0,550 kg MS/j/b) distribué en trois fois par jour. En plus, chaque brebis des 2 lots recevait en salle de traite 0,130 kg MS de FEDAPRO/distribution deux fois par jour. Après 4,5 semaines de mesures l'apport en salle de traite a été divisé par deux pour les deux lots. En plus de ces apports en salle de traite, un composé minéral et vitamines complet (Turbomix oviplus A™,Néolait, Yffiniac) était apporté à chaque brebis à raison de 15 à 16 g MS/j.

1.2. MESURES ET ANALYSES STATISTIQUES

L'ingestion quotidienne des mélanges (QI) a été mesurée en continue, et 4 fois par semaine trois échantillons de chaque distribution et refus étaient prélevés pour déterminer la teneur en MS (48h 60°C) et calculer les QIMS/j/lot. Chaque semaine 2 échantillons de chaque fourrage étaient prélevés pour déterminer la teneur en MS puis étaient broyés pour être analysés. Un échantillon de chaque concentré a été également prélevé en début et fin d'essai pour déterminer la MS et être analysé. Les analyses faites sur les fourrages (MM, N total, NDF, ADF et digestibilité de la MS) permettaient de vérifier la régularité de la qualité des fourrages. Toutes les brebis ont été traites quotidiennement deux fois par jour. La production laitière et sa composition étaient mesurées une fois par semaine (traite du soir et du matin). Le poids et la NEC des brebis étaient mesurées toutes les deux semaines.

	Composition des mélanges (% de la MS)			
LOTS	Foins	Ensilage	Orge	FEDAPRO
T07	39	38	17	6
E18	51	49		
	Composition chimique et valeurs alimentaires*			
MAT	147 (12)	132 (8)	120 (3)	410 (3)
NDF	586 (23)	534 (10)	236 (35)	291 (4)
ADF	351 (22)	299 (7)	79 (10)	167 (4)
MG	-	-	21 (4)	32 (2)
Amidon	-	-	475 (32)	60 (8)
UFL_{07}	0,78 (0,02)	0,89 (0,01)	0,98 (0,01)	1,19
$PDIN_{07}$	80 (6)	75 (4)	83 (2)	400
$PDIE_{07}$	76 (3)	74 (2)	97 (1)	378
UFL_{18}	0,66 (0,02)	0,87 (0,01)	1.01	1,08
PDI_{18}	78 (3)	67 (1)	85 (1)	185
BPR	16 (9)	14 (7)	-16 (3)	50
UEM	1,31 (0,03)	1,24 (0,02)	-	-

Tableau 1 Composition des mélanges et valeurs moyennes (écart-type) de la composition chimique en g/kg MS et des valeurs alimentaires des aliments en unité ou g/kg MS (* valeurs $INRA_{07}$ calculées avec le logiciel PrevAlim ® 3.23, sauf pour FEDAPRO, données fournisseur). Les valeurs $INRA_{18}$ sont obtenues via le module Prevalim du logiciel de de rationnement INRAtion®V5.

	dMO (%)	UFL (/kg)	PDI (g/kg)	BPR (g/kg)
T07	62,6	0,81	100	20
E18	63,4	0,82	115	36

Tableau 2 Valeurs moyennes (par rapport à la MS) de chaque ration sur l'ensemble de l'essai calculées par le logiciel de de rationnement INRAtion®V5

2. RESULTATS

2.1. PRODUCTION LAITIERE, POIDS ET NEC

2.1.1. Production laitière

La PL a diminué régulièrement dans les 2 lots de 3,2 l/j à 2,1 l/j en fin d'essai (figure 1). Tout au long de l'essai la PL, les TB et TP n'ont jamais été différents (P>0,05) entre lots (tableau 3). En revanche, les taux d'urée du lait ont toujours été supérieurs (P<0,0001) dans le lot E18 (tableau 3). Aucun problème sanitaire majeur n'est intervenu. Seules 4 brebis par lot ont dû être sorties pour des taux trop élevés de cellules somatiques.

	PL (l/j)	TB (g/l)	TP (g/l)	Urée (mg/l)
T07	2,66 (0,67)	65 (9)	54 (5)	481 (68)
E18	2,66 (0,62)	65 (8)	55 (5)	580 (74)
P	*0,844*	*0,962*	*0,427*	*0,0001*

Tableau 3 Moyennes (écart-type) des PL, TB, TP et urée mesurées sur l'ensemble de l'essai pour les lots T07 et E18 et valeur de *P* du test de Student comparant les 2 lots.

2.1.2. Poids et NEC

Le poids moyen des brebis de chaque lot est resté stable avec 77 ± 8 kg au début pour T07 et E18 et 78 ± 8 kg et 79 ± 8 kg respectivement en fin d'essai. Aucune différence (P>0,05) n'a été observée tout au long de l'essai. La NEC a également peu varié pour T07 et E18, avec respectivement 2,9 ± 0,20 et 2,9 ± 0,18 au début et 2,9 ± 0,21 et 2,8 ± 0,23 en fin d'essai

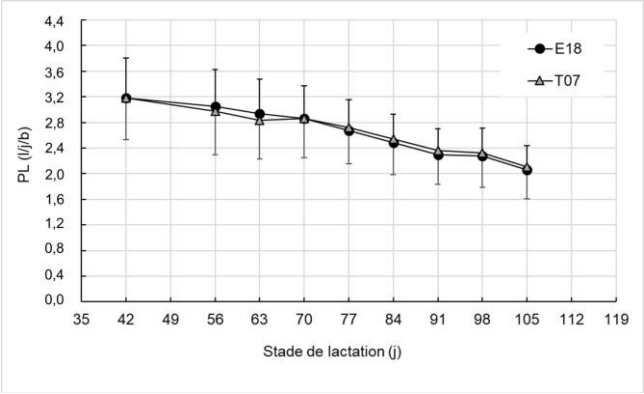


Figure 1. Evolution de la production laitière brute journalière (PL) moyenne (les barres représentent les demi écarts-types) par lot

2.2. QUANTITES INGEREES

Les quantités ingérées de fourrages de T07 ont été presque toujours significativement inférieures (P<0,05) à celles de E18 sauf la troisième et les deux dernières semaines. Les QIMS de fourrage des deux lots sont restées assez stables au cours de l'essai (figure 2). En moyenne sur l'ensemble de l'essai, les QIMS de fourrages de T07 et E18 ont été respectivement de 2,45 ± 0,09 et 2,75 ± 0,140 kg/j/b. Parallèlement, les quantités ingérées totales de concentrés ont été de 0,97 ± 0,07 et 0,76 ± 0,04 kg MS/j/b. Sur l'ensemble de l'essai, les QIMS totales n'étaient pas différentes (P>0,05) entre T07 et E18 avec respectivement 3,42 ± 0,14 et 3,51 ± 0,15 kg MS/j/b.
La part relative des aliments concentrés dans les rations de T07 et E18 était respectivement de 28 % et 22 %. Les rations établies pour T07 et E18 avaient une valeur UFL très proche (tableau 2) mais des valeurs de PDI, de BPR et de dMO plus faibles pour T07 (tableau 2).

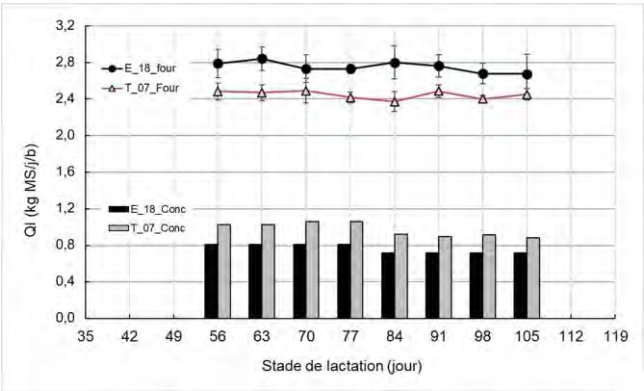


Figure 2. Evolution des QIMS individuelles de fourrages (four) et de concentrés (Conc) des lots T07 et E18

3. DISCUSSION

L'UE de La Fage élève près de 600 brebis laitières de race Lacaune, sujets d'études sur la variabilité génétique de multiples caractères : santé de la mamelle, persistance laitière, efficacité alimentaire, robustesse, microbiote ruminal, comportement à la traite. Mais elle participe également à d'autres projets plus ponctuels orientés par exemple sur l'alimentation, la production de lait et les conditions d'ambiance. D'autre part sa production est liée à l'AOP Roquefort ce qui limite les achats d'aliments. Il est donc essentiel que l'alimentation des brebis soit régulière, de qualité et permette d'exprimer au mieux le potentiel génétique de ces animaux. Le passage du mode de rationnement de l'ancien système INRA 2007 au nouvel INRA 2018 devant se faire sur la campagne de production 2022-2023, il était important de s'assurer qu'il permettrait bien les mêmes performances. L'objet de cet essai était donc de vérifier que le fonctionnement du rationneur INRAtion ® V5 et son interface RUMIN'AL ® fonctionnaient bien en conditions réelles pour permettre le changement de mode de rationnement dans de bonnes conditions et surtout rassurantes. Toute erreur d'alimentation pour des objectifs similaires, aurait des répercussions irréversibles pour la campagne. Les résultats obtenus en démarrage de production (période de production maximale de lait) sont donc rassurants. Sur une taille d'échantillon importante l'absence de différence valide la cohérence de l'outil de rationnement basé sur le nouveau système. D'autre part, les QIMS individuelles totales observées ont été inférieures pour T07 aux quantités prédites par le système 2007 (-0,24 ± 0,05 kg MS/j) alors que pour E18 elles étaient très proches (-0,09 ± 0,06 kg MS/j). Le nouveau système permet également de plus valoriser les fourrages et d'économiser du concentré (0,2 kg MS/b/j). Il est vrai que dans la situation actuelle, l'optimisation du concentré dans INRAtion ® V5 n'a pas conduit à proposer l'inclusion d'orge dans la ration. L'orge représentait en moyenne 73 % des apports totaux de concentrés pour T07. Aussi l'économie de concentré s'est surtout faite sur cet aliment auto produit et seulement 0,054 kg MS/brebis de FEDAPRO ont réellement été économisés. Le choix a été fait de ne pas imposer l'orge dans la ration de E18, mais de laisser la fonction d'optimisation (basée entre autre sur le bilan UFL) gérer l'utilisation ou non de cet aliment. Ce choix est discutable puisque l'orge étant autoproduite, il pouvait être judicieux de l'intégrer dans la ration en fixant une quantité définie selon les stocks, et de faire calculer uniquement le concentré azoté. Il est clair que les contraintes d'exploitation vont avoir une influence dans la constitution de la ration, ce que nous n'avons pas envisagé ici.

Tous les paramètres zootechniques ont été non significatifs entre les deux lots. Le fait que l'urée du lait (mesurée par spectrométrie moyen infra rouge sur une calibration vache laitière) soit élevée dans les deux cas vient du mode de rationnement (brebis cible à 125 % des besoins PDI de la brebis moyenne) qui sur alimente en azote une grande partie du troupeau. Le fait que E18 ait un taux d'urée plus élevé (P<0,0001) que T07 peut s'expliquer par le critère BPR. Celui-ci est en effet élevé (36 g/kg MS) et traduit bien un excès d'azote. D'après les relations établies par Sauvant et Nozière (2013), une BPR d'environ 40 g/kg MS correspond une teneur en azote ammoniacal ruminal excessive (de l'ordre de 160 mg/l), comparée à la valeur d'équilibre d'environ 100 mg N/l). Cet excès d'ammoniac est converti en urée au niveau du foie. D'autre part, l'excès d'acides aminés absorbés par l'organisme et non métabolisés est aussi converti en urée pour être éliminé dans les urines (Faverdin et Vérité 1998). Or, il existe une forte relation positive entre la concentration en urée plasmatique et celle dans le lait aussi bien en vache laitière qu'en chèvre ou brebis laitière (Faverdin et Vérité 1998 ; Giaccone et al. 2007 ; Molle et al. 2009). Dans le système INRA 2007, c'était le critère Rmic qui traduisait ce déséquilibre et ce critère est fortement corrélée positivement avec BPR (Sauvant et Nozière, 2013).

La BPR de E18 supérieure de 16 g/kg de MS, explique bien un taux d'urée élevé dans le lait avec des valeurs supérieures à celles de T07. Dans le nouveau système, l'intégration des interactions digestives impacte fortement la digestibilité de la matière organique (dMO) de la ration (Sauvant et Nozière, 2013). Une BPR élevée a un effet positif sur la dMO de la ration, ce qui se traduit ici par une augmentation d'un point de dMO pour E18 contre 0,3 pour T07. A l'inverse, une augmentation de la proportion d'aliments concentrés dans la ration a un effet négatif sur la dMO. Avec 22 % de concentré pour E18 contre 28 % pour T07, l'effet est respectivement de -0,45 et -0,8 points. Enfin le critère majeur de ces interactions digestives est le niveau d'ingestion (NI, % poids vif) qui agit négativement sur la dMO. Dans notre essai, les NI de E18 (4,5 %) et de T07 (4,4 %) conduisent à une diminution respective de la dMO de 7 et 6,7 points. La somme des effets de ces interactions correspond à l'écart de dMO observé tableau 2. Ces résultats expliquent au moins en partie la meilleure valorisation des fourrages pour E18, l'absence d'orge dans la ration calculée, mais une perte azotée plus grande.

Afin de réduire ces excès azotés et également la suralimentation des brebis à faible niveau de PL, on pourrait pratiquer un rationnement en lots virtuels de classes de PL variable. Cela pourrait se faire via les distributeurs automatiques de concentrés en salle de traite dont sont équipés de plus en plus d'éleveurs. Cette pratique a été testée dans l'ancien système dans le cadre du projet CASDAR AUTELO et a montré la pertinence de rationner les animaux au plus près de leur besoins en prenant une marge d'erreur suffisante (Fança et al., 2018 ; Hassoun et al., 2018).

CONCLUSION

La comparaison du rationnement de deux groupes de brebis de mêmes caractéristiques en début de traite selon le système Inra 2007 ou Inra 2018 en utilisant le nouveau moteur INRAtion ® V5 et son interface de rationnement RUMIN'AL ® n'a pas révélé de différence de résultats zootechniques pour des objectifs identiques. Les quantités ingérées de la ration du lot E18 ont été assez proches des valeurs attendues. En revanche elles ont été inférieures (-0,24 kg MS/j), pour celles du lot T07. La part de concentrés dans la ration proposée par le nouveau système a été plus faible de 0,2 kg de MS/j/brebis. Cela s'est traduit par une consommation de fourrages supérieure et donc une économie de concentrés. Le poids ou l'état corporel des animaux après 9 semaines de mesure n'a pas été différent de même que la production laitière et sa composition. Seul le taux d'urée du lait a été supérieur dans le lot rationné selon le nouveau système du fait d'apports azotés plus élevés que dans l'autre système. Le nouveau système permet de créer des rations adaptées à des lots virtuels de niveaux de production plus restreints ce qui limiterait fortement les apports excessifs de concentrés (surtout azotés) et permettrait une meilleure valorisation des fourrages de l'exploitation. Cela conduirait à une meilleure autonomie alimentaire, à une baisse des coûts de production, une diminution des pollutions azotées et une amélioration du bien-être des animaux. Cela permettrait également de mieux piloter les apports en fonction des besoins réels des animaux (reprise d'état corporel, croissance etc.).

Ce premier essai grandeur nature valide les sorties du nouveau rationneur INRAtion ® V5 – RUMIN'AL ® et les résultats observés sont cohérents avec les sorties de cet outil de rationnement. Dans les conditions de l'UE de La Fage, il peut donc être utilisé avec sécurité. Il faudrait pouvoir conforter ces résultats dans d'autres situations alimentaires (foins seuls, pâturage…).

Les auteurs souhaitent remercier l'ensemble du personnel de La Fage qui a assuré le suivi de l'expérimentation en dehors des jours de mesures et a contribué à la qualité de ce travail. Les auteurs remercient également Laurent Bonnal et Elodie Baby du laboratoire d'analyse des aliments du Cirad Baillarguet qui ont réalisé la totalité des mesures sur les aliments ainsi que les prédictions SPIR. Enfin les auteurs remercient le relecteur de cet article pour ses commentaires qui ont amélioré la qualité et la compréhension du texte.

Fança, B., De Boissieu, C., Batut, L., Noblia, J.M., Poquet, M., Sallato, O., Vacaresse, C., Legarto, J., Hassoun, P., 2018. Renc. Rech. Rum., 24, 177

Faverdin, P., Vérité, R., 1998. Renc. Rech. Rum., 5, 209-212

Giaccone, P., Todaro, M., Scatassa, M.L., 2007. Italian J. Anim. Sci. 6, 622-624

Hassoun, P., Berthelot, V., Bocquier, F., 2018. In QUAE (Editor), Alimentation des ruminants. Versailles, France. 377-398

Hassoun, P., Bocquier, F., 2010. In QUAE (Editor), Alimentation des bovins, ovins et caprins.Versailles, France. 123-138

Hassoun, P., Hardy, A., De Boissieu, C., Tesniere, A., Legarto, J., 2018. Renc. Rech. Rum., 24, 139-143

Inra, 2018. Alimentation des ruminants. QUAE (Editor) Versailles, France

Molle, G., Giovanetti, V., Cabiddu, A., Cuccureddu, M., Scanu, G., Decandia, M., 2009. Cah. Option Méditerr. Série A, 85 141-146

Sauvant, D., Nozière, P., 2013. INRA Prod. Anim., 26 (4), 327-346

Dynamique énergétique et des réserves corporelles en début de lactation chez les brebis laitières

CORBIERE F. (1), ASTRUC JM. (2), COSTES-ORI V. (1), EL JABRI M. (2), FANCA B. (2), HASSOUN P. (4), MACHEFERT C. (3), MARIE-ETANCELIN C. (3), MEYNADIER A. (3) et LAGRIFFOUL G. (2)
(1) IHAP, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, 31076 Toulouse
(2) IDELE – Campus INRAE Toulouse, CS52627 31326 Castanet-Tolosan
(3) GenPhyse, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, 31076 Toulouse
(4) SELMET, INRAE, Montpellier SupAgro, CIRAD, Univ. Montpellier, 34060 Montpellier

RESUME
Cette étude menée sur deux troupeaux ovin lait de stations expérimentales et dans huit fermes commerciales avait pour objectif d'évaluer l'utilisation de deux métabolites sanguins, le béta-hydroxy-butyrate (BHB) et les Acides Gras Non Estérifiés (AGNE) pour explorer le statut énergétique et la mobilisation des réserves corporelles en élevage de brebis laitières. La cinétique du BHB sanguin au cours de la journée confirme que la composition de la ration et le délai post-prandial sont des facteurs majeurs de variation. Enfin, les dosages réalisés à partir du sang total, du sérum ou du plasma hépariné ou EDTA diffèrent légèrement. Ces résultats soulignent la nécessité de prudence dans l'utilisation des valeurs de BHB et des AGNE dans l'exploration des troubles métaboliques chez la brebis laitière. Dans 9 élevages, des notes d'état corporel (NEC) ont été réalisées à 3 reprises (un mois avant la mise-bas, durant l'allaitement et après sevrage au moment du 1er contrôle laitier officiel) pour un total de 2 125 brebis. En parallèle, les concentrations de BHB et des AGNE sanguins ont été mesurées en allaitement et au 1er contrôle sur 466 brebis en 2e lactation dans ces troupeaux. Alors que les valeurs d'AGNE plasmatiques sont apparues positivement corrélées à l'ampleur de la perte de NEC depuis la fin de gestation, aucune relation significative n'a pu être mise en évidence pour le BHB sanguin.

Energy balance and body reserve dynamics in early lactation dairy ewes

CORBIERE F. (1), ASTRUC JM. (2), COSTES-ORI V. (1), EL JABRI M. (2), FANCA B. (2), HASSOUN P. (4), MACHEFERT C. (3), MARIE-ETANCELIN C. (3), MEYNADIER A. (3) et LAGRIFFOUL G. (2)

SUMMARY
The objective of this study conducted on two experimental dairy sheep flocks and eight commercial farms was to evaluate the use of two blood metabolites, beta-hydroxy-butyrate (BHB) and non-esterified fatty acids (NEFA), to assess energy balance and body reserve mobilization in dairy sheep. The kinetics of blood BHB during the day confirm that the composition of the ration and the postprandial delay are major factors of variation. Finally, assays from whole blood, serum, or heparinized or EDTA plasma differed slightly. These results emphasize the need for caution in the use of BHB and NEFA values in the exploration of metabolic disorders in dairy sheep. On 9 farms, body condition scoring (BCS) was performed on 3 occasions (one month before farrowing, during lactation and after weaning at the time of the first official milk recording) for a total of 2125 ewes. In parallel, blood BHB and NEFA concentrations were measured during lactation and at the first milk check on 466 ewes in 2nd lactation in these flocks. While plasma NEFA values were found to be positively correlated with the extent of BCS loss since late gestation, no significant relationship could be demonstrated for blood BHB.

INTRODUCTION

L'élevage de brebis laitières se distingue par une période d'environ un mois d'allaitement (ou d'allaitement-traite) des agneaux, précédant la période de traite exclusive qui démarre après le sevrage. Cette période, correspondant au pic de lactation, a encore été peu étudiée. Par ailleurs, en l'absence de connaissance de la production laitière durant cette période, les indicateurs de conduite sont, à ce jour, peu nombreux. Le projet France Futur Elevage IRMA, adossé aux fermes expérimentales (Aveyron, France) de l'Unité Expérimentale INRAE de La Fage, de l'EPLEFPA La Cazotte et aux élevages du projet H2020 SMARTER, vise à explorer cette période pour proposer des indicateurs de conduite plus efficiente de l'alimentation, en lien avec le métabolisme énergétique, le microbiote digestif et la santé des brebis et des agneaux. Dans la présente étude, deux métabolites sanguins associés à la dynamique énergétique ont été étudiés : le béta-hydroxy-butyrate (BHB) et les acides gras non estérifiés (AGNE). L'objectif de cette étude est de mesurer la faisabilité et la pertinence de protocoles de prélèvement et de dosages du BHB et des AGNE sanguins utilisables en élevage de brebis laitières et de mettre en relation les cinétiques d'évolution de ces métabolites avec les besoins de production en début de lactation.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. EN FERMES EXPERIMENTALES

Les brebis des troupeaux de La Fage et de l'EPLEFPA ont été utilisées afin d'évaluer la cinétique de variation journalière du BHB et des AGNE.

Sur le site de La Fage, 40 brebis à 73 jours de lactation recevant une ration mélangée à base d'ensilage d'herbe, de foin et de concentrés, ont été utilisées pour réaliser une cinétique d'évolution des AGNE plasmatiques (prélèvement sur tube hépariné) et BHB sanguin au cours de la journée. Les brebis étaient traites deux fois par jour. Une première mesure a été réalisée à T0 avant le repas du matin, les mesures suivantes ont été faites à T0+2h30, T0+5h30 et T0+7h30 après le repas. Le repas du soir n'a été distribué qu'après le dernier prélèvement. Par ailleurs à T0+2h30, des prélèvements à l'aide de tubes EDTA et de tubes secs ont été réalisés pour préciser les effets des modalités de prélèvements sur le dosage des AGNE et du BHB.

Sur le site de La Cazotte, les prélèvements sanguins ont été réalisés sur un lot de 58 brebis de tout âge ayant mi-bas de façon groupée, en période d'allaitement traite (12 +/- 1,5 jours post-partum) et au premier contrôle laitier (CL) (40 +/- 1,6 jours post-partum). La ration de base, constituée de 2/3 ensilage ray-grass italien et 1/3 de foin en allaitement-traite et de 50 % d'ensilage ray-grass italien, 30 % d'ensilage de maïs, et 30 %

de foin après le sevrage de agneaux) était distribuée une fois par jour à 8h30 et le concentré fractionné en 4 distributions (9h30, 11h30, 14h00 et 17h45). La traite a eu lieu à 15h00 en période d'allaitement-traite, et à 7h30 et 16h00 après le sevrage des agneaux. Les prélèvements sanguins ont été effectués à 8h30 (T0), T0+2h00, T0+5h00 et T0+7h00).
Toutes les prises de sang ont été réalisées à la veine jugulaire. Les tubes ont été centrifugés sur place et trois aliquotes ont été congelés à -80°C (carboglace) dans les 15 min suivant la réalisation du prélèvement avant transfert au laboratoire.

1.2. EN FERMES

Neuf troupeaux en Contrôle Laitier Officiel (5 dans le Rayon de Roquefort dont La Cazotte, race Lacaune, 4 dans les Pyrénées Atlantique, races Manech Tête Rousse (MTR, n=2), Basco-Béarnaise (BB, n=1) et Manech Tête Noire (MTN, n=1)) ont été inclus dans l'étude. Des notes d'état corporel ont été réalisées sur l'ensemble des brebis (n= 2 125) environ 3 semaines avant l'agnelage du lot principal d'IA (26 +/- 2,6 jours), en allaitement traite (23 +/- 8,4 jours après agnelage) et au moment du premier CL (52 +/- 9,9 jours après agnelage), par un opérateur unique dans chaque élevage. Les NEC ont été notées sur une échelle de 1 (maigreur extrême) à 5 (brebis suiffarde), par incrément de 0,25 point.
Dans chaque troupeau, sur environ 50 brebis en 2e lactation, issues du lot de mises-bas principal, des prélèvements sanguins sur tubes héparinés ont été réalisés durant la période d'allaitement traite et au moment du premier CL. Pour des raisons logistiques, les prélèvements ont été réalisés indifféremment le matin (entre 7H00 et 10h00) ou l'après-midi (entre 14h00 et 16h00).
Les données de reproduction (date d'agnelage, mode de reproduction, taille de portée) et de production (quantité et richesse du lait, rang de lactation, date de contrôle laitier) ont été extraites du Système d'Information en Elevage Ovin Laitier (SIEOL).

1.3. ANALYSES DE LABORATOIRES

Les concentrations en AGNE ont été mesurées par une méthode enzymatique automatique utilisant un kit de préparation des échantillons en plaque (INSTRUCHEMIE, NL) et une lecture à 546 nm des plaques à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption UV (Fluostar, BMG Labtech, Germany).
Les concentrations en BHB ont été établies à l'aide d'appareil portatifs FreeStyle® Precision Neo (Abbott) à partir d'une goutte de sang total prélevée à la veine jugulaire et directement appliqué sur la bandelette dédiée (mesures en élevage) ou le cas échéant (La Fage) à partir des plasmas et sérums.

1.4. ANALYSES STATISTIQUES

Les comparaisons entre les valeurs de BHB et d'AGNE mesurées à différents points ou entre différents groupes ont été réalisées par des tests des rangs de Wilcoxon (pour données appariées si nécessaire), avec une correction de Holm appliquée pour les comparaisons multiples. Les corrélations entre valeurs ont été évaluées par le coefficient de corrélation de Pearson.

2. RESULTATS

2.1. INFLUENCE DE LA MATRICE DE DOSAGE DU BHB ET DES AGNE

Les mesures réalisées sur les différentes matrices (plasma hépariné, plasma EDTA, sérum, plus sang total pour le BHB) étaient fortement corrélées, que ce soit pour le BHB (coefficient de corrélation r de Pearson compris entre 0,85 et 0,93, $p<10^{-3}$) ou pour les AGNE (r compris entre 0,90 et 0,95, $p<10^{-3}$). Cependant la matrice utilisée pour l'analyse avait une influence significative sur les valeurs des concentrations obtenues. Les valeurs de BHB obtenues sur sang total (0,99 +/- 0,26 mmol/l) étaient significativement plus faibles ($p<10^{-3}$) que celles obtenues sur plasma hépariné (1,21 +/- 0,32 mmol/l). Les résultats à partir du plasma EDTA (1,10 +/-0,21 mmol/l) et sur sérum (1,10 +/- 0,31 mmol/l) étaient intermédiaires. Les concentrations en AGNE obtenues à partir du sérum (0,11 +/- 0,07 mmol/l étaient significativement plus élevées ($p<10^{-3}$) que celles obtenues à partir du plasma hépariné (0,09 +/- 0,09 mmol/l) et du plasma EDTA (0,09 +/-0,06 mmol/l).

2.2. CINETIQUE JOURNALIERE DU BHB ET DES AGNE

2.1.1. Site de La Fage

Les valeurs de BHB ont augmenté entre T0 (0,88 +/- 0,21 mmol/L) et T0+2h30 (0,99 +/- 0,26 mmol/L, p=0,04), avant de redescendre à des valeurs inférieures à celles de T0, 5h30 (0,75 +/- 0,17 mmol/L, p=0,001) et 7h30 (0,68 +/- 0,13 mmol/L, $p<10^{-3}$) après le repas (figure 1A). Les cinétiques individuelles étaient extrêmement diverses, et le classement des brebis selon leurs valeurs de BHB variait fortement selon l'heure de mesure.
La cinétique des AGNE plasmatiques était inversée par rapport à celle du BHB. Les concentrations mesurées à T0+2h30 (0,09 +/- 0,06 mmol/L), T0+5h30 (0,11 +/- 0,09 mmol/L) étaient plus faibles (p = 0,001) qu'à T0 (0,16 +/- 0,10 mmol/L). Les valeurs mesurées T0+7h30 (0,24 +/- 0,13 mmol/L) étaient plus élevées que celles mesurées à T0 ($p<10^{-3}$) (figure 1B). Les cinétiques individuelles étaient là aussi variables.

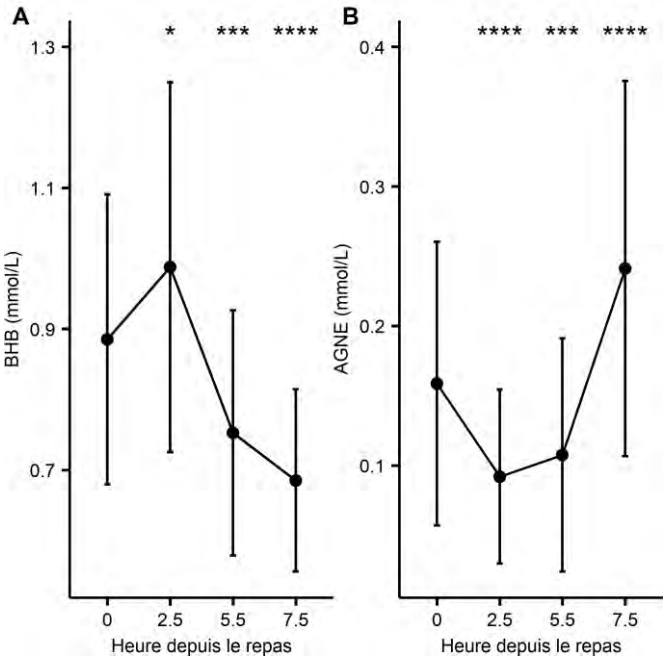


Figure 1 : cinétique des concentrations sanguines (moyenne +/- écart-type) en BHB (**A**) et AGNE (**B**) sur la journée, site de La Fage. * p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001, **** p<0,0001 par rapport à T0.

La corrélation de rang des dosages entre les différentes heures de prélèvements était globalement faible, et légèrement supérieure pour les AGNE (0,49) par rapport au BHB (0,38). Les valeurs de BHB et d'AGNE étaient significativement corrélées à T0 (r = 0,67, $p<10^{-3}$) et T0+7h30 (r= 0.41, p = 0,009), mais pas à T0+2h30 (p= 0,5) ni à T0+5h30 (p = 0,1).

2.1.2. Site de La Cazotte

Durant la période allaitement traite, les concentrations sanguines moyenne en BHB ont globalement peu varié durant la journée (figure 2A), entre 0,76 +/- 0,24 mmol/l et 0,90 +/- 0,28 mmol/l) malgré une très grande hétérogénéité des valeurs (étendue = 1,7 mmol/l). Les cinétiques individuelles étaient extrêmement diverses, avec un classement très variable des brebis selon les points de mesure. Les cinétiques moyennes et individuelles étaient très différentes lors du 1er CL (figure 2A).

Les concentrations en BHB sanguin étaient plus faibles et plus homogènes à T0 (0,67 +/- 0,18 mmol/l), et ont augmenté dès T0+2h pour se maintenir à des valeurs proches ou dépassant 1,25 mmol/l, sans variation significative entre T0+2h et T0+7h00. Les cinétiques individuelles étaient par ailleurs plus homogènes.
Les concentrations en AGNE plasmatiques étaient plus élevées durant la période d'allaitement-traite (0,12 +/- 0,11 mmol/L) qu'au 1er CL (0,04 +/- 0,05 mmol/L) (figure 2B). Des variations journalières ont aussi été mises en évidence pour les AGNE plasmatiques en période d'allaitement-traite et au 1er CL. L'étendue des valeurs était importante, comprise entre 0,008 mmoL/L (limite inférieure de quantification) et 0,67 mmol/l, avec une variabilité interindividuelle plus importante en période d'allaitement-traite qu'au 1er CL.
Alors qu'en période d'allaitement-traite, les valeurs de BHB et d'AGNE était significativement corrélées à chaque point de prélèvement (T0 : r = 0,63, $p<10^{-3}$; T0+2 : r = 0,52, p=0.003 ; T0+5 : r= 0,43, p=0.01), excepté à T0+7h (r = 0,17, p=0.2), aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence au 1er CL.

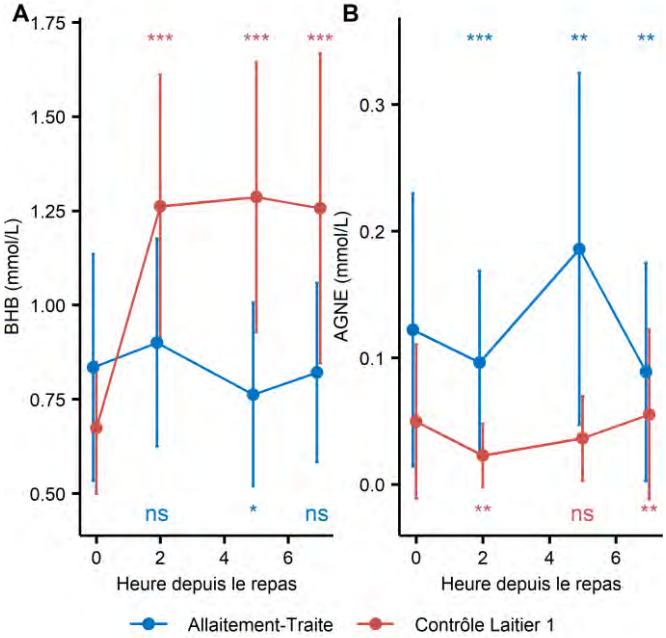


Figure 2 : cinétique des concentrations sanguines (moyenne +/- écart-type) en BHB (**A**) et AGNE (**B**), site de La Cazotte.
* p<0,05, **p<0,01, *** p<0,001, par rapport à T0.

2.2. EN FERMES

Un total de 466 brebis (271 de race Lacaune, 100 de race MTR, 47 de race MTN et 47 de race BB) ont fait l'objet de prélèvements sanguins afin d'évaluer les concentrations sanguines en BHB et AGNE durant la période d'allaitement-traite et au 1er CL.

2.2.1. Valeurs de BHB et d'AGNE mesurées

Les valeurs de BHB et d'AGNE mesurées dans les 8 fermes commerciales étaient très variables, entre et intra troupeau (figure 3). Selon les élevages, les valeurs moyenne de BHB évaluées en allaitement traite étaient plus faibles, plus élevées ou similaires à celles obtenues au 1er CL (figure 3A). En revanche, dans tous les élevages, les valeurs d'AGNE étaient plus élevées ($p<10^{-3}$) durant la période d'allaitement-traite qu'au 1er CL (figure 3B). Les valeurs moyennes d'AGNE étaient par ailleurs significativement plus élevées ($p<10^{-3}$) en allaitement traite dans les élevages de race LAC (0,26 +/- 0,20 mmol/l) et MTR (0,17 +/- 0,17 mmol/l) que dans les troupeaux de race MTN (0,10 +/- 0,07 mmol/l) et BB (0,07 +/- 0,08 mmol/l), ces différences s'amenuisant au 1er CL.
Les valeurs de BHB mesurées en allaitement-traite et au 1er CL étaient faiblement corrélées (r = 0,24, $p<10^{-3}$), mais pas les valeurs d'AGNE (p=0,93).
Les valeurs de BHB et d'AGNE étaient par ailleurs faiblement corrélées entre elles en allaitement-traite (r = 0,37, $p<10^{-3}$) mais pas au 1er CL (p=0,22).

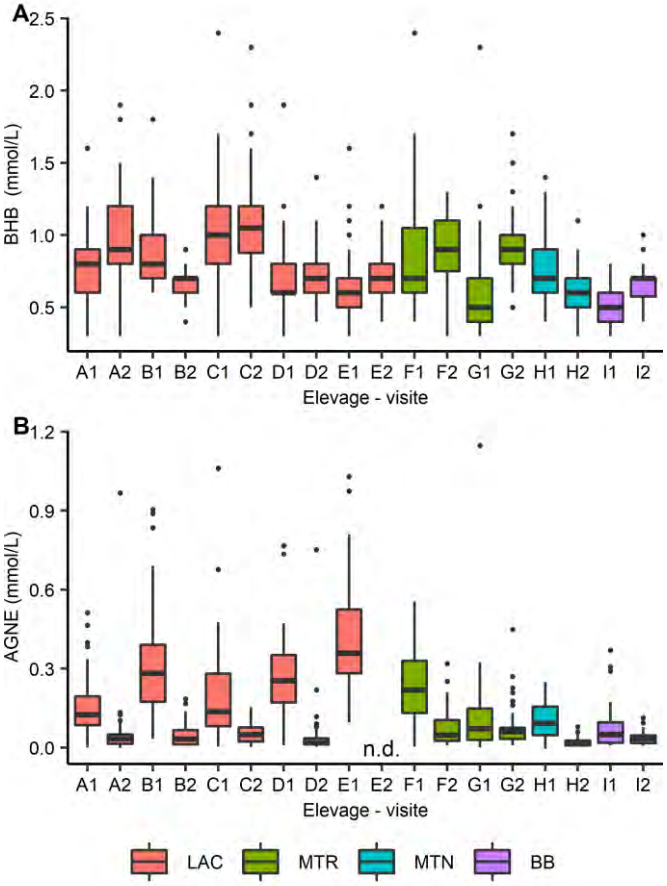


Figure 3 : distribution des valeurs de BHB (**A**) et d'AGNE (**B**) dans les fermes commerciales. Chaque élevage et nommé par une lettre (A à I), suivi du numéro de visite (1 : allaitement traite ; 2 : 1er CL). LAC = Lacaune, MTR = Manech Tête Rousse, MTN = Manech Tête Noire, BB = Basco-Béarnaise).

2.2.2. Variation de NEC

En élevage Lacaune, une baisse moyenne de 0,35 +/- 0,31 point de NEC ($p<10^{-6}$) observée entre la fin de gestation (2,92 +/- 0,27) et la période d'allaitement-traite (2,57 +/- 0,30) avec une légère reprise d'état au 1er CL (2,75 +/- 0,27, gain moyen de 0,17 +/- 0,21 point de NEC, $p<10^{-6}$) (figure 4). Ces évolutions de NEC moyenne étaient par ailleurs variables entre les troupeaux, avec une perte d'état corporel entre la fin de gestation et l'allaitement-traite plus ou moins marquée (perte supérieure ou égale à 0,5 point de NEC concernant respectivement 51%, 83% et 77 % des brebis dans les élevages A, D, et E, contre seulement 14% dans les élevages B et C).
Les NEC évaluées en fin de gestation pour les brebis de race MTR (2,4 +/- 0,17) et MTN (2,28 +/- 0,11) étaient plus faibles que pour les brebis de race Lacaune ($p<10^{-6}$) (figure 4). Les variations de NEC moyenne entre la fin de gestation et l'allaitement-traite (MTR : -0,06 +/- 0,21, p=0.56, MTN : 0,02 +/- 0,11, p=0.22) ou l'allaitement traite et le 1er CL (MTR : -0,07 +/- 0,21, p=0.55, MTN : -0,05 +/- 0,10, p=0.01) étaient faibles et rarement significatives.

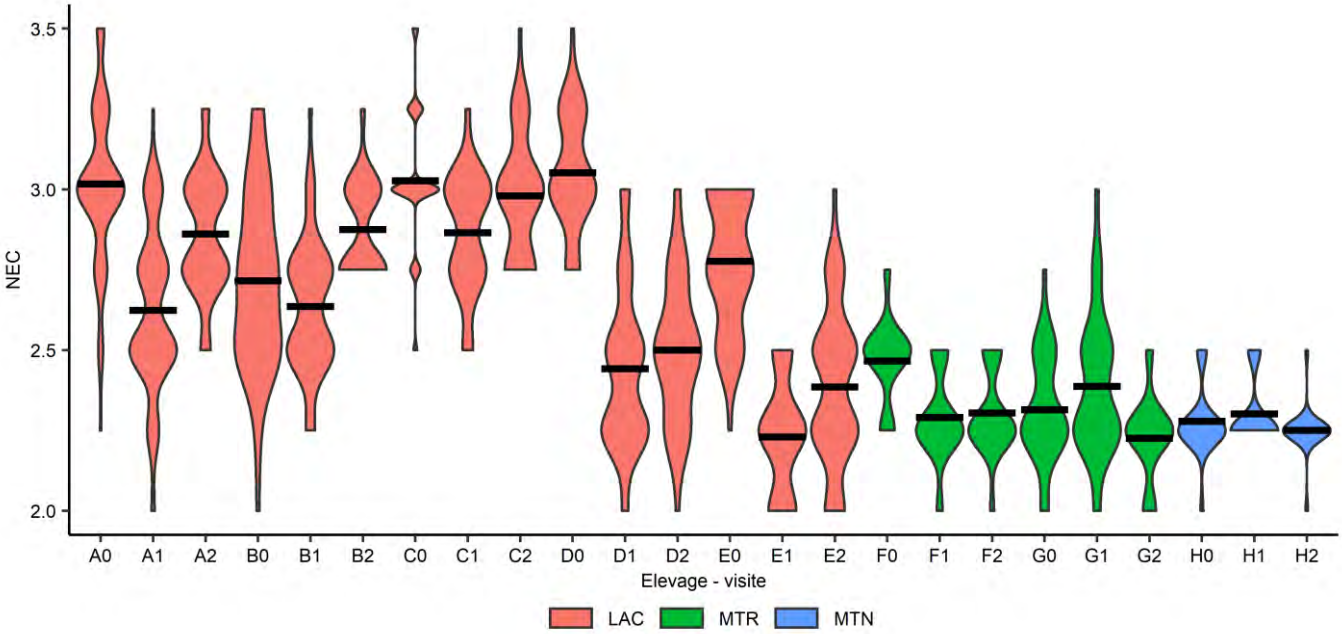


Figure 4 : distribution (violin plot) et moyennes (barres horizontales) des valeurs de NEC dans les fermes commerciales. Chaque élevage et nommé par une lettre (A à H), suivi du numéro de visite (0 : fin de gestation ; 1 : allaitement traite ; 2 : 1er CL). LAC = Lacaune, MTR = Manech Tête Rousse, MTN = Manech Tête Noire). Les NEC n'ont pas été réalisées dans l'élevage de brebis Basco-Béarnaises.

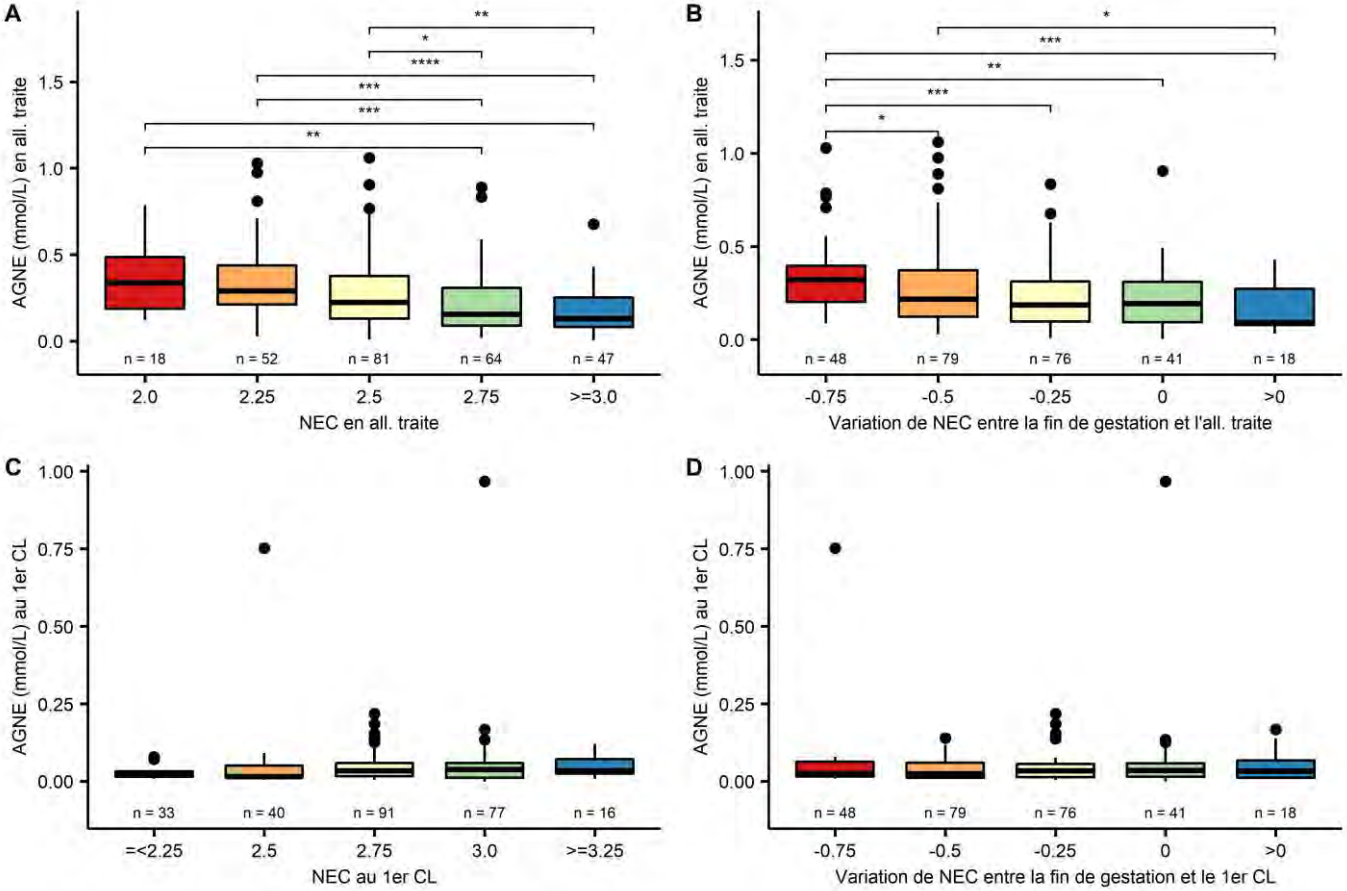


Figure 5 : distribution des valeurs d'AGNE plasmatiques mesurées en allaitement-traite (**A** et **B**) ou au 1er CL (**C** et **D**) des brebis de race Lacaune, selon la NEC (**A** et **C**) ou l'intensité de la variation de NEC (**B** et **D**) ; *p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001, **** p<0,0001.

2.2.3. Relations entre valeurs de BHB et d'AGNE et évolution de la NEC

Les relations entre les concentrations sanguines de BHB et d'AGNE et l'évolution de la NEC entre la fin de gestation, la période d'allaitement-traite et le 1er CL n'ont été investiguées que dans les élevages de race LAC (n = 263 brebis) et MTR (n=68), les effectifs dans les autres races étant trop faibles (<50).

Aucune relation entre les valeurs de BHB évaluées en allaitement-traite ou au 1er CL n'a pu être mise en évidence, ni avec les NEC à chaque point, ni avec l'évolution de la NEC entre la fin de gestation, la période d'allaitement-traite et le 1er CL.

En revanche, en race Lacaune, il est apparu une relation entre les valeurs d'AGNE et la NEC ou l'évolution de la NEC entre la fin de gestation et l'allaitement-traite ou le 1er CL. Cette relation n'était significative que pour les valeurs d'AGNE mesurées en allaitement traite. Ainsi, plus la NEC était faible (en allaitement-traite ou au 1er CL), ou plus la perte de NEC était importante (entre la fin de gestation et l'allaitement-traite ou le 1er CL), plus les valeurs d'AGNE étaient élevées (figure 5A et 5B). Cette relation n'était plus significative lorsque les valeurs d'AGNE mesurées au 1er CL étaient comparées entre les différents groupes de NEC ou de variation de NEC (figure 5C et 5D).

3. DISCUSSION

Les métabolites sanguins reflétant la dynamique des réserves corporelles et le statut énergétique ont fait l'objet de beaucoup de travaux chez la vache laitière, notamment durant la période couvrant la fin de gestation et le début de la lactation (Overton et al, 2017). Cette période se caractérise en effet par un déficit énergétique responsable d'une mobilisation des réserves corporelles pour couvrir les besoins liés à la toute fin de gestation et la production laitière et est une période à risque pour les troubles de santé, qu'ils soient d'ordre métabolique ou infectieux (Horst et al, 2021). Le BHB et les AGNE sanguins sont, dans cette espèce, des métaboliques classiquement utilisés pour évaluer l'intensité de la mobilisation des réserves adipeuses (AGNE) et la capacité des vaches à utiliser ces acides gras mobilisés pour la production d'énergie par leurs hépatocytes (BHB) (Benedet et al, 2019). Des seuils à l'échelle individuelle et collective ont été proposés pour optimiser la conduite alimentaire des vaches durant cette phase de transition critique (Ospina et al, 2010).

Chez la brebis laitière, cette période tout aussi importante, a été très peu étudiée (Gonzalez-Garcia et al, 2015) car elle est classiquement caractérisée par la pratique d'allaitement-traite durant laquelle les brebis sont moins accessibles. Néanmoins, les mêmes tendances que dans la présente étude ont été observées, avec un déficit énergétique en début de lactation illustré par la baisse importante de la NEC et l'augmentation des AGNE entre la fin de gestation et le 1er CL.

Les résultats obtenus indiquent que la matrice sur laquelle sont réalisées les analyses (plasma hépariné ou EDTA, sérum, sang total) influence significativement les résultats obtenus, même s'ils demeurent fortement corrélés. Il est donc important de préciser cette matrice, dans la communication de résultats d'études ou pour l'établissement de seuils de classement des brebis.

Par ailleurs, les cinétiques diurnales du BHB et des AGNE sanguins montrent de fortes variations au cours de la journée, en accord avec ce qui est décrit chez la vache laitière (Seely et al, 2021). L'influence du délai depuis le repas riche en sucres simples (ensilage de maïs, betterave), favorisant la formation de butyrate ruminal (transporté dans le sang sous forme de BHB) apparait clairement. Par ailleurs l'influence de la nature des fourrages est aussi illustrée par les cinétiques très différentes observées lorsqu'une ration à base d'ensilage d'herbe (La Fage, La Cazotte en allaitement-traite) ou d'ensilage de maïs (La Cazotte au 1er CL) est distribuée.

Il apparait donc nécessaire d'être très prudent dans l'interprétation des valeurs de BHB ou d'AGNE sanguins et de tenir compte de multiples facteurs. Les cinétiques individuelles très diverses, notamment pour le BHB rendent par ailleurs difficile l'établissement de règles de classement. Les corrélations entre BHB et AGNE, variables selon qu'elles soient évaluées en allaitement-traite ou au 1er CL, étaient globalement faibles, en accord avec la littérature chez les vaches laitière (McCarthy et al, 2015). Enfin, la NEC en allaitement-traite ou au 1er CL et l'évolution de la NEC depuis la fin de gestation est apparue associée à des différences significatives de valeurs d'AGNE mais pas de BHB, illustrant aussi les interprétations différentes qui doivent être faites de ces deux métabolites. Le fait que cette association soit significative uniquement en période d'allaitement-traite suggère que c'est durant cette période que la mobilisation des réserves corporelles est la plus intense comme l'avaient observés Gonzalez-Garcia et al (2015), et que les besoins énergétiques sont beaucoup mieux couverts dès le 1er CL. Ces résultats confirment encore l'importance de l'exploration de la période d'allaitement-traite chez les brebis laitières.

CONCLUSION

Ces premiers résultats obtenus dans le cadre du projet IRMA illustrent la diversité des statuts énergétiques et métaboliques des brebis en début de lactation et la complexité de l'interprétation des valeurs de deux métabolites sanguins classiquement utilisés chez la vache laitière. L'exploitation des données de l'ensemble de la campagne laitière, devrait permettre de définir des profils d'évolution de NEC associés à des performances de production et reproduction optimales afin de proposer un outil d'aide à la décision pour les éleveurs de brebis laitières, s'appuyant sur une interprétation multicritère d'indicateurs non invasifs accessibles notamment à partir du lait (spectres dans le moyen infra-rouge).

Les auteurs remercient les éleveurs et techniciens associés à l'étude et notamment ALLAIN C. (Domaine INRAE de La Fage), HARDY A. (Ferme de la Cazotte, EPLEFPA St-Affrique), POQUET M. (SE de la Confédération de Roquefort), BATUT L. (UNOTEC) et SOMERA A. (CCDEO), ainsi que les personnels et étudiants de l'ENVT impliqués dans le projet (VERGNES JP., FARIZON Y. CHEMIT ML, GONCALVES-BRANDAO M., GUINARD L., SOULIE S. et GOUACHE E. Cette étude a bénéficié de financement des programmes IRMA (F2E Carnot), SMARTER (H2020) et GIROL (FGE).

Benedet A., Manuelian C.L., Zidi A., Penasa M., De Marchi M. 2019. Animal. 13(8):1676-1689
Gonzalez-Garcia E., Tesnière A., Camous S., Bocquier F., Hassoun P., 2015. Domest Anim Endocrinol. 50: 32-44
Horst E.A., Kvidera S.K., Baumgard L.H. 2021. J Dairy Sci, 104(8):8380-8410
McCarthy M.M., Mann S., Nydam D.V., Overton T.R., McArt J.A. 2015. J Dairy Sci. 98(9):6284-6290
Ospina P.A., Nydam D.V., Stokol T., Overton T.R. 2010. J Dairy Sci, 93(4):1596-1603
Overton T.R., McArt J.A.A., Nydam D.V. 2017. **J** J Dairy Sci, 100(12):10398-10417
Seely C.R., Bach K.D., Barbano D.M., McArt J.A.A. 2021. J Dairy Sci, 104(1):818-825

Effets d'une supplémentation en vitamines B rumino-protégées sur les performances des veaux pendant la période de sevrage

Effect of rumen protected B vitamins on the performance of calves during the weaning period

BOUCHUT D. (1), ROSZKOS R. (2,3), BENABEN S. (1), ALZAHAL O. (4)
(1) Jefo Europe, Carquefou, France
(2) Department of Feed Safety, Institute of Physiology and Nutrition, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő, Hongrie. (3) ADEXGO Ltd., Balatonfüred, Hongrie.
(4) AlZahal Innovation & Nutrition, Kitchener, ON, Canada

INTRODUCTION

Les micro-organismes du rumen étant capables de synthétiser les vitamines B, il a longtemps été considéré qu'il n'était pas nécessaire de les ajouter à la ration des ruminants. Néanmoins, avec l'augmentation de la productivité des animaux, cette notion a été remise en question. En effet, de récents travaux ont mis en évidence que les quantités de vitamines B synthétisées dans le rumen n'étaient pas suffisantes pour couvrir les besoins des animaux à forte production (Girard *et al*., 2005, Santschi *et al*., 2005). Une forte proportion des vitamines B apportées par les aliments étant dégradée par la microflore du rumen, l'idée est de les apporter sous une forme protégée permettant ainsi une faible dégradation ruminale et une libération intestinale de ces vitamines. Les animaux peuvent alors en tirer profit de façon optimale au niveau métabolique. L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets d'une supplémentation en vitamines B protégées (vitamines B1, B5, B6, B9 et B8) sur la croissance des veaux en période de sevrage.

1. MATERIEL ET METHODES

L'essai a été mené dans une ferme laitière comptant 950 vaches Holstein avec une production laitière moyenne de 11 800 kg/vache/an. Quatre-vingts veaux femelles nés dans la ferme ont fait partie de cet essai. Les veaux ont été allotés en fonction de leur date de naissance de manière à répartir les animaux en 4 lots consécutifs de 20 veaux chacun. Deux lots ont reçu une alimentation supplémentée en vitamines B (le 1er et le 3ème chronologiquement) et les deux autres lots sont restés sur l'aliment de base (témoin). Les veaux ont suivi un plan d'alimentation lacté avec 2x3 L par jour de J5 à J67 puis 2x1,5 L de J68 à J75 (170 g/L de lacto-remplaceur). Ils ont été progressivement sevrés et ont reçu de l'aliment solide à volonté, conformément au tableau 1. Les veaux ont été sevrés au 75e jour de leur vie. Le mélange de vitamines B a été intégré à l'aliment mash pendant 3 semaines avant le sevrage et dans la ration totale mélangée pendant 3 semaines après le sevrage (l'essai a duré 6 semaines). Le mélange de vitamines B a été inclus dans le régime de manière à fournir 3 g/veau/jour au sevrage. Le poids vif (PV) a été enregistré au début et à la fin de l'essai. Les veaux de chaque lot sont nés à 2 semaines les uns des autres et leur âge moyen au début de l'essai était de 53 jours (écart-type = 4,9). Le PV initial (3 semaines avant le sevrage) variait de la même manière que l'âge initial des veaux (75 kg, écart-type = 8,6).

Ingrédients (en %, base brute)	54 à 75j	75 à 96j
Foin	37	35
Ensilage de maïs	0	23
Tourteau de soja	22	14
Triticale	15	10
Maïs	15	10
Paille de blé	6	4
CMV	6	4

Tableau 1 : Composition du régime alimentaire solide

Le gain corporel global a été calculé en soustrayant le PV initial du PV final. Le gain moyen quotidien (GMQ) a été calculé en divisant le gain corporel global par le nombre total de jours (41 à 42 jours). Les données ont été analysées à l'aide de la procédure Proc Mixed (SAS v. 9.4) en utilisant le lot (1, 2, 3, 4) comme effet fixe. Des contrastes orthogonaux (lot 1+3 c. 2+4) ont servi à évaluer l'effet des vitamines B. Le PV initial a été utilisé comme covariable dans l'analyse du PV final et du GMQ pour tenir compte des différences de PV initial (ajustement moyen).

2. RESULTATS

Les veaux recevant des vitamines B ont gagné 8,5 ± 1,4 kg de plus que les veaux du groupe témoin pendant la période d'essai (figure 1). Les veaux recevant des vitamines B ont gagné 178 ± 0,3 g/jour de plus que les veaux du groupe témoin pendant cette même période. Les poids corporels finaux des veaux recevant des vitamines B étaient supérieurs à ceux des veaux du groupe témoin.

CONCLUSION

Les veaux qui ont reçu le mélange de vitamines B protégées de la dégradation dans le rumen pendant la période de sevrage ont gagné 8,5 kg de plus que les veaux témoins. Cette solution nutritionnelle innovante a le potentiel d'améliorer les performances des veaux pendant la période stressante du sevrage.

Girard C.L., Lapierre H., Matte J.J., Lobley G.E., 2005. J. Dairy Sci. 88 : 660-670
Santschi D.E., Berthiaume R., Matte J.J., Mustafa A.F., Girard C.L., 2005. J. Dairy Sci. 88 : 2043

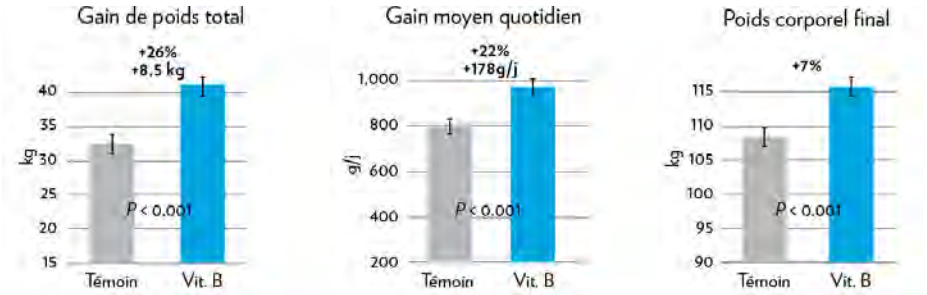


Figure 1 : Performances des veaux durant la période d'essai

Effets de la durée de conservation et de la déshydratation du maïs fourrage sur la dégradabilité ruminale de l'amidon

Effects of ensiling time and whole-plant corn silage dehydratation on ruminal starch degradation

COULMIER D. (1), CHAUVEAU H. (2), BOISNEAU A. (2)
(1) DESIALIS, Complexe Agricole Mont Bernard, F-51007 Châlons en Champagne
(2) ARVALIS-Institut du Végétal, Station expérimentale de la Jaillière, F-44370 Loireauxence

INTRODUCTION

La connaissance de la dégradabilité de l'amidon des aliments dans le rumen est nécessaire pour prédire la quantité de matière organique fermentescible et le flux de glucose disponible dans l'intestin grêle. Dans le système d'alimentation des ruminants INRA 2018, la dégradabilité de l'amidon du maïs fourrage est calculée à partir de l'équation proposée par Peyrat et al. (2016) intégrant les effets du stade de récolte (teneur en MS et en amidon) et de la durée de conservation. Néanmoins, d'autres facteurs moins documentés ont aussi un impact sur la dégradabilité de l'amidon : le niveau d'éclatement du grain, la génétique de l'hybride, voire le séchage à haute température. Dans le cadre de son activité de déshydratation de fourrages et de coproduits, Desialis a investigué en partenariat avec Arvalis l'effet de la déshydratation et de la durée de conservation du maïs ensilage sur la dégradabilité de l'amidon.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1 LES ALIMENTS ETUDIES

Les aliments étudiés sont issus de 2 variétés de maïs fourrage (précocité S2, grain corné denté ; précocité S3, grain denté selon le classement CTPS) cultivées selon un dispositif en bandes en grande parcelle à Sarry (51). Les maïs S2 et S3 ont respectivement été récoltés à des teneurs en matière sèche (MS) de 35,8 et 40,7 % le 30/08/2019. Les conditions chaudes et sèches de fin de cycle ont favorisé le dessèchement de l'appareil végétatif et limité la production de grains (teneur en amidon moyenne de 239 g/kg MS). Chaque variété a été ensilée 74 ou 109 jours dans des silos boudins distincts, puis déshydratée à haute température en sécheur rotatif (température entrée = 540°C, température sortie = 135°C, humidité produit finale = 11 %). Les mesures ont porté sur les échantillons vert (à la récolte), fermentés 74 et 109 jours et déshydratés après 74 et 109 jours de conservation. Les analyses de composition chimique (en vert) ont permis de caractériser les 10 échantillons de maïs fourrage, et la teneur en furosines a été dosée sur les échantillons ensilés.

1.2 L'ESSAI IN SACCO

Un essai de dégradabilité ruminale *in sacco* a été réalisé à la station expérimentale ARVALIS Institut du végétal de La Jaillière. La dégradabilité de l'amidon a été mesurée pour chaque aliment selon la méthode des sachets de nylon à 7 temps d'incubation dans le rumen (0, 2, 4, 8, 24, 48 et 72 h) avec 6 répétitions (3 vaches ; 2 séries). La DT6Amidon a été calculée pour un taux de sortie de 6 %.h-1 à partir des paramètres cinétiques d'Ørskov et Mac Donald (1979) déterminés à l'aide du logiciel R. Un modèle à un facteur combinant les effets de la durée de conservation et de la déshydratation a été ajusté sous R, la méthode des contrastes particuliers a permis de réaliser les comparaisons multiples.

2. RESULTATS

2.1 EFFET DE LA DUREE DE FERMENTATION

La conservation par ensilage du maïs fourrage a significativement amélioré la dégradabilité de l'amidon de 13 points entre les maïs vert et les maïs ensilés 74 jours (*P<0,001*). Entre 74 et 109 jours, la DT6Amidon a peu évolué, de l'ordre de 2 points (*P=0,20*). Ceci s'explique par l'activité des enzymes protéolytiques dans le silo qui dégradent une partie de la matrice protéique protégeant les granules d'amidon, les rendant ainsi plus accessibles aux microbes du rumen.

2.2 EFFET DE LA DESHYDRATATION

La déshydratation à haute température du maïs fourrage ensilé n'a pas eu d'effet significatif sur la dégradabilité de l'amidon. Le processus de déshydratation n'a pas non plus eu d'effet significatif sur sa valeur énergétique, prédite à partir de la dégradation de la MS à 48h dans le rumen. En revanche, la déshydratation a diminué la fraction soluble du maïs de 5,0 points (*P<0,05*) et augmenté la fraction potentiellement dégradable de 3,3 points (*P<0,05*). Le taux horaire de dégradation de la fraction dégradable a eu tendance à augmenter de 0,01 pt pour les maïs déshydratés (*P=0,06*). L'augmentation en valeur absolue de la teneur en furosines avec la déshydratation (*P=0,11*) suggère un début de réaction de Maillard, pouvant expliquer la moindre solubilité du maïs déshydraté.

3. DISCUSSION – CONCLUSION

L'amélioration de la dégradabilité de l'amidon du maïs fourrage au cours de la fermentation est cohérente avec la littérature (Férard et al., 2016). Malgré un effet de la déshydratation sur les fractions soluble et potentiellement dégradable du maïs ensilage, la valeur énergétique prédite à partir de la MS non dégradée à 48 h dans le rumen n'a pas été modifiée. La déshydratation n'a pas non plus impacté la dégradabilité ruminale de l'amidon. Ceci valide la possibilité d'utiliser l'équation de prédiction développée pour le maïs ensilage (Peyrat et al., 2016), dont l'erreur de prédiction (4,7 pts) est supérieure aux écarts mesurés entre les maïs ensilés et les maïs ensilés déshydratés dans les conditions de cet essai.

Férard A. et al., 2016. 17th ICFC, 157-158.
INRA, 2018. Ed. Quae, 728p.
Ørskov E. R., McDonald I., 1979. J. Agr. Sc.. 92: 499-503
Peyrat J. et al., 2016. Rencontres Recherches Ruminants, 23, 80.

Etat du maïs Durée conservation	Vert 0 j	Fermenté 74 j	Fermenté 109 j	Déshydraté 74 j	Déshydraté 109 j	P(déshy-dratation)	ETR
Dég. MS 4h (%)	40,5 a	46,9 b	47,1 b	44,8 b	46,2 b	NS	1,85
Dég. MS 48h (%)	81,3	81,3	81,5	81,0	80,6	NS	0,86
Fraction MS a (%)	31,6 a	39,1 c	38,8 c	34,4 b	33,5 b	*	2,09
Fraction MS b (%)	55,6 c	48,1 a	47,3 a	51,2 b	50,8 b	*	1,68
Taux MS c (%/h)	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	t	0,005
DT6MS (%)	55,2	59,1	59,4	57,9	58,0	NS	1,47
DT6Amidon (%)	76,1 a	89,1 b	91,4 b	89,6 b	90,7 b	NS	1,09
Furosines (mg/100 g protéines)		47,1	71,7	85,3	89,9	NS	19,9

Tableau 1 : Dégradabilité de la MS et de l'amidon du maïs fourrage vert, fermenté et déshydraté (moyenne des 2 variétés)
* : P<0,05 ; P<0,10 : t ; NS : Non Significatif ; a : fraction soluble ; b : fraction potentiellement dégradable ; c : taux horaire de disparition de la fraction b

Effets de deux sources de choline rumino-protégée pendant la période de transition sur la performance des vaches laitières de race Holstein

Effects of two rumen-protected choline sources during transition period on Holstein dairy cows' performance

SAINZ DE LA MASA-ESCOLA V. (1), TREVISI E. (2), GRILLI E. (1)(3), CAILLIS P. (3) PICCIOLI-CAPPELLI F. (1)(2)
(1) DIMEVET, University of Bologna, Bologna, Italy
(2) DIANA, Università Cattolica del sacro Cuore, Piacenza, Italy
(3) Vetagro S.p.A., Reggio Emilia, Italy

INTRODUCTION

En début de lactation, les vaches laitières connaissent généralement un bilan énergétique négatif, entraînant la mobilisation des réserves corporelles et favorisant la stéatose hépatique et la cétose (Grummer 2007). La choline est un composé impliqué dans de nombreuses voies métaboliques qui permet notamment d'éviter l'accumulation excédentaire des triglycérides hépatiques (McFadden et al., 2020). Or, les populations microbiennes du rumen dégradent rapidement la choline alimentaire. Cela souligne donc l'intérêt d'une supplémentation en choline sous forme rumino-protégée, notamment pendant la période de transition, ce qui peut réduire l'incidence des maladies métaboliques post part-partum et améliorer la production laitière et les taux de matières utiles (Arshad et al., 2020). L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets de deux sources de choline rumino-protégée (CRP) apportées pendant 8 semaines (21 jours avant à 35 jours après la mise-bas) sur la santé et les performances des vaches laitières.

1. MATERIEL ET METHODES

Vingt-quatre vaches laitières Holstein multipares (248 ± 4,9 jours de gestation, parité = 3,6 ± 2, NEC = 2,7 ± 0,3) ont été recrutées dans cette étude, entièrement randomisée. Deux rations totales mélangées (RTM) ont été formulées pour fournir respectivement 2,38 (pré-) et 2,19 (post-partum) % méthionine (% des protéines métabolisables). L'apport en fourrages était principalement de l'ensilage d'orge (74% de la MS de la ration) dans la RTM pré-partum et 34% d'ensilage de maïs, 20,5% de foin de luzerne et 6,6% d'ensilage d'orge dans la RTM post-partum (% de MS de la ration). Les vaches ont été réparties dans les 3 groupes (n = 8/groupe) : RTM non supplémentée (CTR), RTM supplémentée avec 60 g/j de CRP (CRP1 ; chlorure de choline (CC) microencapsulé dans des lipides, [CC] = 25 % ; Ruprocol®, Vetagro S.p.A., Italie) et RTM supplémentée avec 25 g/j de CRP (CRP2 ; CC encapsulé dans des lipides, [CC] = 60 % ; Reashure® XC, Balchem™ Corp., USA). Les deux additifs ont été ajoutés une fois par jour directement dans la RTM, fournissant 15 g/j de CC. Les vaches ont été nourries une fois par jour et traites deux fois par jour. La matière sèche ingérée (MSI) et le poids corporel post-partum (PC) ont été enregistrés quotidiennement pendant la période de supplémentation, la production Laitière (PL) et les taux jusqu'à 100 jours en Lactation (JEL). Les données ont été analysées à l'aide d'un modèle mixte avec la vache comme effet aléatoire et la parité, le JEL, la MSI, et leur interaction comme effet fixe.

2. RESULTATS

Les variations pré/post-partum des NEC n'étaient pas significatives pour l'ensemble des groupes (CTR= -0,4 ; CRP1= -0,5 ; CRP2= -0,45, *P* >0,1). Au cours de la supplémentation, aucune différence n'a été détectée pour la MSI post-partum, la PL, le lait corrigé sur l'énergie (LCE) et les matières utiles du lait entre les traitements. En outre, une interaction traitement x temps suggère que l'alimentation CRP a augmenté la PL (*P* < 0,01), le LCE (*P* = 0,06) et le rendement en matière grasse du lait (*P* < 0,01) au fil du temps pendant la supplémentation en CRP (Tableau 1). Ceci est probablement dû à la matière utile du lait numériquement supérieure, notamment pour CRP1 par rapport à CTR et CRP2 (Tableau 1). La même interaction a été observée pendant la période post-supplémentation pour PL et LCE (*P* <0,01).

(kg/j)	CTL	CRP1	CRP2	*P* value		
				Traitement	Temps	Intéraction
MG	1,79	1,92	1,8	0,3	< 0,01	< 0,01
Protéine	1,25	1,37	1,3	0,51	< 0,01	0,24
Lactose	1,95	2,11	2,03	0,37	< 0,01	0,08
PL	35,98	38,3	36,27	0,59	< 0,01	< 0,01
LCE	44,43	47,91	45,17	0,41	< 0,01	0,06
Post-MSI	21,52	21,74	21,64	0,98	< 0,01	0,01
Pre-MSI	13,01	11,53	11,81	0,29	<0,01	0,01

Tableau 1. Matières utiles du lait (matière grasse (MG), protéines, Lactose), PL, LCE et MSI pré- et postpartum (Pré-MSI ; Post -MSI) la période de supplémentation en CRP.

3. DISCUSSION

Avec une MSI numériquement réduite en pré-partum par rapport à CTR (-1,35 kg/j) et sans indicateur de bilan énergétique négatif, les vaches supplémentées en CRP semblaient être métaboliquement mieux préparées à l'entrée en lactation. C'est ce que valide les valeurs supérieures de l'efficacité de la MSI pré-partum par rapport à la PL et au LCE des vaches CRP par rapport à CTR, pendant et après la supplémentation (Tableau 2). On remarquera que CRP1 était plus efficace sur le LCE pendant la supplémentation par rapport à CTR et CRP2. Ce scénario permet d'émettre l'hypothèse qu'en influençant l'efficacité de l'utilisation des nutriments et leur répartition, les vaches CRP ont satisfait les besoins en nutriments et en énergie avec moins de MSI en prépartum mais aussi en début de lactation. De plus, l'efficacité de la PreMSI par rapport au LCE ainsi que les performances observées post-supplémentation semblent également indiquer des effets à long terme de la supplémentation en CRP pendant le péripartum et réaffirmer ce qui a été observé par Holdorf et al., 2022.

Efficacité, kg/kg	CTL	CRP1	CRP2	*P* value
PL/Pre-MSI, Sup	2,7	3,4	3	0,06
PL/Pre-MSI, Post-sup	3,3	4,2	3,9	0,07
LCE/Pre-MSI, Sup	3,3[b]	4,1[a]	3,6[ab]	0,03
LCE/Pre-MSI, Post-sup	3,7	4,7	4,2	0,06

Tableau 2. Efficacité de la MSI pré-partum (Pre-MSI) par rapport à la PL et LCE, pendant (Sup) et après la supplémentation en CRP (Post-sup).

CONCLUSION

Ces résultats préliminaires suggèrent que la CRP a un effet sur l'utilisation de l'énergie non seulement pendant la période de supplémentation mais aussi plus tard au cours de la lactation. Dans cette étude, CRP1 montre une réponse plus prononcée par rapport à CRP2.

Arshad et al., 2020. J. Dairy Sci. 103:282–300.
Grummer R.R. 2008. Vet. J. 176:10–20.
Holdorf et al., 2022. (Abstract ADSA and EAAP)
McFadden et al., 2020. J. Dairy Sci. 103:5668–5683

Étude des effets de l'administration d'un noyau phytogénique sur la diminution de la production laitière au tarissement chez des vaches laitières

Effect of the administration of a phytogenic complementary feed on the decrease of milk yield at dry-off in dairy cows

PINON G. (1), PLICHART G. (2), GUATTEO R. (3)
(1) Clinique vétérinaire Vet&Sphère, 12 rue de la Corderie 22800 Quintin
(2) Biodevas Laboratoires, 21 rue des chardons, 72460 Savigné-l'Évêque
(3) UMR Oniris & INRAE BioEpar, 101 route de Gachet, 44307 Nantes Cedex 03

INTRODUCTION

Le tarissement, défini comme l'arrêt de la traite en fin de lactation chez les vaches laitières, est une étape essentielle. Toutefois, il peut engendrer des complications comme l'œdème mammaire et des pertes de lait favorisant la survenue de mammites. L'un des principaux facteurs de risque de complication est la production laitière le jour du tarissement (Robert *et al.,* 2005). Diminuer rapidement la sécrétion lactée devrait limiter les complications et améliorer le bien-être notamment chez les vaches produisant encore plus de 20 kg de lait au moment du tarissement.

1. MATERIEL ET METHODES

L'étude, ayant reçu l'accord d'un comité d'éthique, consistait en un essai multicentrique en double aveugle visant à évaluer l'efficacité d'un aliment complémentaire phytogénique d'artichaut (*Cynara scolimus*) et de gattilier (*Vitex agnus-castus*) (Parlac®, Biodevas Laboratoires) sur la diminution de la sécrétion lactée les 2 jours qui suivent le tarissement chez la vache, en comparaison à un placebo. Sur l'hypothèse d'une réduction de 50 % des vaches avec des pertes de lait, facteur le plus lié au risque de nouvelles infections, pour une puissance statistique à 90 %, avec une précision à 5 %, cent-six vaches Prim'Holstein produisant en moyenne 21,9 kg (+/- 5.2) de lait le jour du tarissement réparties dans 4 fermes de Sarthe, ont été aléatoirement réparties en 2 lots. Pour trois fermes, les vaches étaient traites 2 fois par jour avec compteur à lait pour mesurer la production. Pour la dernière, possédant un robot, la moyenne de traite était de 2.4 traites/jour. Les vaches du lot A recevaient par voie orale, après leur dernière traite, 100 mL d'un placebo, les vaches du lot B recevaient 100 mL d'extraits phytogéniques.
La sécrétion lactée a été évaluée indirectement avant la dernière traite, le matin (J0), puis à la même heure (+/- 1 heure), 24h (J1) et 48h (J2) après par deux paramètres : le seuil nociceptif mécanique (SNM) mesuré avec un algomètre reflétant l'engorgement mammaire et la morphologie de la mamelle, (Krug *et al*, 2018), évaluée par la distance entre les deux trayons arrière (DTA) (Albaaj *et al.*, 2018) et, lorsque possible, entre les quatre trayons (DTT). Aux mêmes moments, les pertes de lait (PDL) ont été évaluées par observation pendant 30 minutes et les baisses de temps de rumination pouvant être provoquées par de la douleur (Silanikov *et al.,* 2013) ont également été comparés (Abuelo *et al*, 2021). L'unité statistique était la vache. Un test de Student a été réalisé sur le seuil nociceptif et le temps de rumination (TR), un modèle mixte avec effet aléatoire sur les distances entre les trayons et un test du Chi² sur le pourcentage de vaches avec des pertes de lait.

2. RESULTATS

A J0, aucune différence n'a été mise en évidence concernant les caractéristiques des animaux des 2 lots permettant de considérer la randomisation comme effective. Tous les résultats sont reportés dans le tableau 1.

	J	Lot A	Lot B	*p-value*
SNM	J0	9,92 N	10,13 N	*NS*
	J1	8,06 N	8,09 N	*NS*
	J2	8,07 N	7,42 N	*NS*
DTA (variation)	J0	41,98 mm	38,35 mm	*NS*
	J1	60,67 mm (+18,34 mm)	50.56 mm (+12,20 mm)	*0,1 (0,071)*
	J2	52,92 mm (-7,75 mm)	46,1 mm (-4,46 mm)	*NS (0,24)*
DTT	J0	400 mm	374 mm	*NS*
	J1	445 mm	403 mm	*0,035*
	J2	405 mm	376 mm	*NS*
Vaches avec PDL	J0	0%	0%	*NS*
	J1	47%	23%	*0,0067*
	J2	38%	15%	*0,017*
TR (variation)	J0	575 min	554 min	*NS*
	J1	523 min (-52) min	537 min (-18) min	*NS (0,06)*
	J2	499 min (-77) min	516 min (-38) min	*NS (0,07)*

Tableau 1 : moyennes des SNM, DTA, DTT et TR

La variation de la DTA était significative (p-value = 0.0188) avec respectivement +13.26mm pour le lot A et +7.035 mm pour le lot B chez les vaches produisant plus de 20 kg à J0

3. DISCUSSION

Une diminution du SNM (p-value = $4{,}35.10^{-6}$) a été observée entre J0 et J2. Cette diminution du SNM dans le temps est dûe à l'engorgement, et non au produit à J2.
Si les variations morphologiques semblent pertinentes pour évaluer la sécrétion lactée après le tarissement, les variations du SNM sont plus délicates à interpréter soit du fait de la grande variabilité de l'expression du seuil d'une vache à l'autre soit parce que la diminution de sécrétion lactée induite par Parlac® n'est pas suffisamment grande pour être mise en évidence par cette méthode.

CONCLUSION

Parlac® diminue significativement la sécrétion lactée et les pertes de lait 24h après le tarissement. Il apporte une solution naturelle aux éleveurs pratiquant un tarissement brutal et souhaitent diminuer le risque de complications le jour du tarissement des vaches haute productrices.

Nos remerciements aux équipes du GAEC des 2 sabots, de la SCL de la Proutière, du GAEC Alix et du GAEC Chambrier

Abuelo A., Wisnieski L., Brown J.L., Sordilo L.M., 2021
Albaaj A., Marnet P. G., Hurtaud C., Quinard-Flament J., 2018, J. Dairy Sci.
Krug C., Devries T. J., Roy J. P., Dubuc J., Dufour S., 2018, Frontiers in Vet. Sci.
Robert A., Roussel P, Bareille N., Ribaud D.,Serieys F., LeGuenic M., Baudet H., Heuchel V., Seegers H. 2005, 3R
Silanikove, N., U. Merin, F. Shapiro, and G. Leitner., 2013, J. Dairy Sci. 96. 6400–6411

Effet d'une supplémentation des vaches laitières en levures probiotiques (*Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-4407) sur l'écosystème microbien en lait cru au sein de filières fromagères AOP et IGP en Savoie

Effect of yeast probiotic (Saccharomyces cerevisiae CNCM I-4407) in dairy cows on microbial ecosystem of raw milk farms on AOP and IGP in Savoie

BRICHE M. (1), BRETON S. (2), PIGNOL C. (2), MARCHANDISE C. (3), SALAH N. (1).
(1) Phileo by Lesaffre - A business unit of S.I. Lesaffre, 137 rue Gabriel Péri, 59700 Marcq-en-Barœul
(2) AFTALP – Association des Fromages Traditionnels des Alpes Savoyardes – 28 rue Louis Haase, 74230 Thônes
(3) Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 23 Chemin des Capelles, 31300 Toulouse

INTRODUCTION

Les Savoies sont connues pour leurs fromages protégés par des appellations (IGP/AOP) dont le process de fabrication suit un cahier des charges spécifique adapté aux pratiques agricoles de la région. Ces fromages typiques sous appellation ont convaincu le consommateur, notamment grâce à leur lien étroit au terroir caractérisé par des élevages basés sur l'utilisation de prairies de montagnes, de races locales et surtout de lait cru qui donnent à ces fromages des qualités organoleptiques particulières.
Bien que leurs effets sur les performances laitières soient prouvés, l'utilisation des levures probiotiques dans les filières fromagères IGP/AOP de Savoie est interdite par les cahiers des charges, sauf sous prescriptions vétérinaires. Néanmoins, une enquête réalisée en 2016 a révélé que certains éleveurs faisaient appel à ces additifs. L'objectif est ici d'étudier l'effet de la supplémentation des vaches avec la levure *Saccharomyces cerevisiae – Actisaf Sc47*® (*Sc*) sur l'écosystème microbien du lait cru et de l'environnement de l'élevage qui peuvent avoir une incidence sur la fromageabilité et les caractères organoleptiques des fromages.

1. MATERIEL ET METHODES

La qualité organoleptique des fromages dépend à la fois de la qualité du lait et de sa microflore. Les principaux réservoirs de microflore dans l'environnement global de l'exploitation sont les trayons, les bouses et l'air. Se pose donc la question de l'impact d'une supplémentation probiotique telles que les levures vivantes sur ces réservoirs.
La présente étude, qui a fait l'objet d'une thèse vétérinaire, a été menée au sein de 10 exploitations. Afin de limiter les facteurs extérieurs d'influence des microflores, le suivi a été effectué sur une période d'élevage en bâtiment.
Les éleveurs ont distribué 100g de prémix/VL/j, correspondant à 5 g de *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 CNCM I-4407, Actisaf® (Phileo by Lesaffre, France), soit 50.10^{e}9 UFC/VL/j dans la ration (en top feeding ou via mélangeuse).
Un design expérimental de crossover en 3 périodes a été mis en place : avant (2 semaines), pendant (4 semaines) et après (5 semaines) supplémentation en levure.
Les prélèvements, réalisés par une étudiante vétérinaire, étaient au nombre de 2 avant, 2 pendant et 3 après supplémentation. Ils ont été effectués à la fin de chaque période et ce sur 4 matrices : les bouses, le lait du tank, les trayons et l'air. Les germes totaux, moisissures et levures ont été analysés par le laboratoire Actalia et Phileo by Lesaffre. Au total, 280 échantillons ont été analysés pour le dénombrement de *Sc*. Les dénombrements de germes totaux et moisissures ont été réalisés uniquement une fois par période pour les quatre types d'échantillons. L'impact de la période (avant, pendant ou après distribution) a été statistiquement évalué grâce à une ANOVA de type modèle linéaire généralisé, accompagné par un test de Tukey. Le seuil de signification a été considéré si $p<0.05$ et les tendances entre 0.05 et 0.1.

2. RESULTATS

2. 1EFFET DE LA LEVURE SUR L'ECOSYSTEME MICROBIEN

Dans les bouses, l'analyse des levures totales ainsi que la souche *Sc* (tableau 1) a montré une augmentation puis une chute significative ($p < 0,001$) pendant et après l'arrêt de la distribution de levures, respectivement. Parmi ces *Sc*, après génotypage, la souche CNCM I-4407 a été identifiée uniquement lors des deux prélèvements pendant la période de distribution dans les bouses (8 et 7 exploitations sur 10) et sur les trayons (5 et 6 exploitations sur 10). La distribution de levure n'a pas modifié les dénombrements en germes totaux et moisissures ($p > 0,05$).

Période	Avant		Pendant		Après	
	L totales	*Sc*	L totales	*Sc*	L totales	*Sc*
Bouses	1,47^{a}	0,84^{a}	3,16^{b}	2,18^{b}	1,63^{a}	0,44^{a}
Trayons	3,28^{a}	0,92^{a}	2,86^{a}	0,90^{a}	2,49^{a}	0,30^{b}
Air	1,83^{a}	0,70^{a}	1,69^{a}	0^{b}	2,52^{a}	0^{b}
Lait	0,99^{a}	0,77^{a}	0,94^{a}	0,48^{a}	0,63^{a}	0,40^{a}

Tableau 1. Evolution des levures totales et *Saccharomyces cerevisiae* dans les différents supports (entre les colonnes, différentes lettres indiquent une différence significative)

3. DISCUSSION

La composition initiale du lait ainsi que le système microbien de l'exploitation peuvent moduler les caractéristiques des fromages fabriqués à partir de lait cru. C'est la raison pour laquelle, dans certaines régions comme en Savoie, l'utilisation des levures probiotiques n'est pas autorisée. Lors de cette étude, la supplémentation en levures Sc CNCM I-4407 a entrainé une augmentation temporaire dans les bouses en levures sans qu'il n'y ait eu d'impact observé (germes totaux, levures et moisissures) sur les trayons, l'air et le lait. Cela peut être expliqué par leur très faible multiplication et leur vitesse de passage dans le rumen de l'ordre de 0,17/h (Newbold et al. 1989). Dans notre étude sur les 3 fromages qualifiés de sensibles au moindre changement, aucune contamination ou modification du lait de tank n'a été détectée pendant la distribution de levure comme d'autres études l'avaient déjà démontré (Grilli et al. 2016).

CONCLUSION

La supplémentation en levures probiotiques n'entraîne pas de modifications significatives des dénombrements microbiens effectués sur trayons, air et lait malgré l'augmentation temporaire de levures dans les bouses et la présence de la souche distribuée mise en évidence dans les bouses et sur les trayons.

Grilli E et al., 2016. JDS., 11,3, 124-129. Rep. Int., 24, 47-56
Newbold C.J et al., 1990. Proceedings of the Nutrition Society 49: 47

Impact technico-économique de l'utilisation de la betterave fourragère dans la ration hivernale des vaches laitières

Technical and economic impact of the use of fodder beet in the winter diet of dairy cows

TRANVOIZ E. (1), BROCARD V. (2), HENAFF J. (3), LE COEUR P (1)
(1) Chambre d'agriculture de Bretagne, 24 route de Cuzon, CS 26032 29322 Quimper Cedex
(2) Institut de l'Elevage, BP85225, 35652 Le Rheu Cedex
(3) KWS MOMONT SA, 7 rue Martinval, 59246 Mons en Pevele

INTRODUCTION

Les betteraves dites « fourragères » sont cultivées depuis de nombreuses années sur le continent européen, permettant de fournir un aliment riche aux ruminants (Chenais, 1994). Ce fourrage appétant est bien adapté pour la production laitière grâce à sa densité énergétique. Il assure un bon rendement car il est peu sensible aux aléas climatiques. Le regain d'intérêt pour cette culture ces dernières années en Bretagne, et l'ancienneté des derniers essais zootechniques sur ce fourrage, ont conduit la Chambre d'agriculture de Bretagne et IDELE à réaliser un essai sur l'incorporation de betteraves fourragères dans la ration hivernale des vaches laitières.

1. MATERIEL ET METHODES

La station de Trévarez dispose d'un troupeau de vaches Prim' Holstein en agriculture conventionnelle. L'essai a été mené durant 2 hivers (2019/20-2020/2021). La ration à volonté était composée d'ensilage de maïs (EM) et de 4 kg de MS d'ensilage d'herbe précoce (à 40% de MS). Le correcteur azoté (tourteau de colza) était apporté pour corriger la ration de base à 95 g de PDI/UFL. Durant 10 semaines, le lot Expérimental recevait 4 kg de MS de betteraves tandis que le lot Témoin n'en recevait pas. Les autres fourrages distribués étaient identiques. Le maïs était apporté à volonté dans les deux lots. Les ingestions de chaque lot ont été mesurées ainsi que les productions laitières individuelles et les taux.

2. RESULTATS

2.1 RENDEMENT ET VALEURS ALIMENTAIRES

A Trévarez, la betterave, de type moyennement à très riche en MS, est implantée après une prairie. Les levées échelonnées de 2020 ont impacté le rendement matière sèche alors qu'en 2019, le rendement MS était supérieur 25% par rapport à celui du maïs ensilage (16 TMS/ha vs 12,9TMS/ha). Dans un contexte arrosé et malgré des sols peu portants, la récolte s'est bien déroulée en profitant des accalmies ou des jours de gel pour récolter dans de bonnes conditions. Au final, le rendement MS de la betterave est, dans la situation la moins favorable, équivalent à celui d'un maïs. Nous constatons une production d'UFL/ha supérieure de 20% en comparaison d'un EM.

2.2 PERFORMANCES LAITIERES

Sur un régime EM dominant, l'incorporation de betteraves fourragère n'a pas eu d'impact sur l'ingestion des animaux. On a constaté une substitution de 1/1 entre l'EM et la betterave. Avec un respect des transitions alimentaires, le risque d'acidose était limité d'autant plus que les vaches ne recevaient pas de concentré de production. Sur l'ensemble de l'essai, le lot Témoin a produit 29,3 kg de lait contre 28,3 kg pour le lot Expérimental. Cet écart en faveur du lot Témoin est significatif (p-value < 0.001) uniquement la première année. Pour les taux, le lot Témoin a produit 43,1g/kg de TB et 31,8 g/kg de TP contre 44,0 g/kg de TB et 32, g/kg de TP pour le lot Expérimental (tableau 1). Les écarts de taux ne sont significatifs que pour les multipares (+1,9 g/kg pour le TB et +1,6 g/kg pour le TP) (p-value < 0.001). Les matières produites sont stables, la baisse de lait étant compensée par l'augmentation des taux.

2.3 PERFORMANCES ECONOMIQUES

L'évaluation a été réalisée pour un troupeau livrant 544 000L /an avec 3 mois d'utilisation de la betterave. Avec un prix du litre de lait majoré de 10€/1000L lors de l'utilisation de la betterave grâce à l'augmentation des taux, un coût alimentaire plus élevé et une légère baisse de lait pour le lot avec betterave, l'impact économique de l'introduction de la betterave sur la marge d'atelier annuelle est très faible (tableau 2).

3. DISCUSSION

La substitution entre la betterave et l'EM augmente par rapport aux essais passés (Chenais, 1994). La ration à volonté et de qualité à base d'ensilage de maïs et d'ensilage d'herbe explique cette substitution par rapport à des rations moins riches (Dulphy et al, 1990). La perte de lait est cohérente avec certains essais plus anciens (Chenais, 1994). Par contre, l'effet sur les taux liés à la parité n'avait jamais été constaté auparavant et pourrait être liée à une moindre ingestion de betteraves par les primipares (concurrence à l'auge).

CONCLUSION

Avec des rendements et avec des valeurs UFL supérieurs à l'ensilage de maïs, la betterave fourragère permet de produire +20% UFL/ha. Au niveau de son impact zootechnique, ce fourrage entraîne une légère baisse de production laitière (-1,0 kg/VL/jour), mais une augmentation des taux chez les multipares. L'impact économique de l'introduction de la betterave est très faible.
Au niveau du paiement vert de la PAC, elle est intéressante pour les exploitations laitières n'ayant pas de cultures de vente et devant présenter 3 cultures différentes dans leurs assolements. Cette culture peut permettre d'assurer les rendements dans des zones à aléas pour le maïs.

Chenais, V., 1994, GTV 94-1-B-478
Dulphy JP., Rouel J. et Bony J., 1990, Productions animales, vol 3, n°3, 195-200

Différence entre le lot « Expérimental » et le lot « Témoin » (moyenne des deux années)	
Lait (kg)	-1.0 (* en 2019/2020, NS 2020/2021)
TB (g/kg)	+ 1,9 * pour les multipares
TP (g/kg)	+ 1,6 * pour les multipares

Tableau 1. Effet de l'incorporation de betteraves fourragères dans la ration hivernale des vaches laitières
Légende : écart significatif au seuil : * p< 0.001

€	Lot Témoin	Lot Expérimental
Prix payé (/1 000L)	338	341
Produit lait	235 013	236 964
Charges opérationnelles	80 995	83 128 €
Marge atelier	154 018	153 836
Ecart de marge d'atelier	- 182	

Tableau 2 : Impact économique annuel

Efficience azotée des vaches laitières nourries avec des régimes à base d'herbe verte ou de maïs fourrage : une comparaison par méta-analyse
Nitrogen efficiency of dairy cows fed fresh herbage or maize diets: a meta-analysis

FERREIRA M. (1), DELAGARDE R. (1), EDOUARD N. (1)
(1) PEGASE, INRAE, Institut Agro, 16 Le Clos, Saint-Gilles 35590, France

INTRODUCTION

Pour assurer leur pérennité, les systèmes bovins laitiers doivent maximiser la valorisation des ressources protéiques afin de limiter l'utilisation d'intrants et de réduire leur impact environnemental lié aux pertes d'azote (N). Pour ce faire, les éleveurs peuvent s'appuyer sur les fourrages, aliments peu coûteux qu'ils peuvent produire sur leur exploitation et dont la diversité permet de multiples stratégies alimentaires. L'objet de cette étude est de comparer les déterminants de l'efficience N selon différents régimes alimentaires constitués principalement soit d'herbe verte soit de maïs fourrage, par méta-analyse de la base CowNflow (Ferreira *et al*., 2021).

1. MATERIEL ET METHODES

La base CowNflow regroupe des données de bilans individuels hebdomadaires (ingestion – excrétion) d'N de vaches Holstein en lactation nourries à l'auge, mesurées à la ferme laitière de Méjusseaume (Le Rheu, France, https://doi.org/10.15454/yk9q-pf68). Les données de matière sèche ingérée (MSI), de production laitière (PL), de composition du lait et de composition chimique des aliments et des rations sont disponibles. La méta-analyse s'est concentrée sur un sous-ensemble de cette base (n = 266 données), correspondant à des vaches nourries avec deux types de régimes classés suivant la nature des fourrages de la ration, le type de régime « Herbe verte » (n = 113 données) et le type de régime « Maïs » (n = 153 données). La proportion moyenne de concentrés dans la ration ingérée est de 70 ± 126 g/kg de MSI pour les régimes « Herbe verte » et 270 ± 73 g/kg de MSI pour les régimes « Maïs ». Cela correspond à des doses quotidiennes de concentrés ingérés de 1,1 ± 1,95 kg MS pour le régime « Herbe verte » et 5,6 ± 1,90 kg MS pour le régime « Maïs ». L'effet du type de régime sur l'efficience N (%) a été étudié par analyse de covariance à l'aide d'un modèle mixte (effets vache et essai en aléatoires). L'efficience N a été calculée comme le rapport entre N exporté dans le lait et N ingéré. Un panel de variables explicatives liées à des caractéristiques zootechniques et de la ration a été testé pour construire le modèle : la teneur en matière azotée totale de la ration ingérée (MAT, g/kg MS), la MSI (kg/j), la PL (kg/j) et le taux protéique (TP, g/kg de lait). Les teneurs en protéines (PDI, g/kg MS) et énergie (UFL, UFL/kg MS) de la ration ont été calculés à l'aide du système d'alimentation INRA (2018). L'effet linéaire et quadratique de chacune de ces variables a été testé, ainsi que leurs interactions avec le type de régime. Le modèle le plus parcimonieux a été déterminé en partant du modèle le plus complet possible, puis en retirant une à une les variables les moins significatives afin de ne conserver que des variables et interactions significatives.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les vaches nourries avec le régime « Maïs » ont une efficience N plus importante que celles nourries avec le régime « Herbe verte » (respectivement 31 ± 5,7 % et 24 ± 7,6 %). L'augmentation de la teneur en MAT du régime entraîne une diminution non linéaire de l'efficience N (Figure 1a). La teneur en MAT du régime « Herbe verte » (178 ± 45,5 g/kg MS) est en moyenne plus élevée et plus variable que celle du régime « Maïs » (149 ± 20,8 g/kg MS). A même teneur en MAT, les régimes « Maïs » sont plus efficients que les régimes « Herbe verte », sans doute car ils correspondent à des PL plus élevées. Or, l'augmentation de la PL entraîne une hausse non linéaire de l'efficience N (Figure 1b). La PL est plus élevée chez les vaches nourries avec le régime « Maïs » (29 ± 6,9 kg/j) que chez celles nourries avec le régime « Herbe verte » (18 ± 5,0 kg/j). Ces différences de PL sont en partie dues à une MSI plus importante pour les régimes « Maïs » (21 ± 2,5 kg/j) que pour les régimes « Herbe verte » (14 ± 2,4 kg/j). A l'inverse, à même PL, les vaches du régime « Herbe verte » sont plus efficientes que celles du régime « Maïs ». Une des hypothèses est que les vaches nourries avec de l'herbe mangent moins pour produire autant de lait que les vaches nourries avec du maïs. La courbe de l'efficience N en fonction de la PL a une pente plus importante pour le régime « Herbe verte » (pente de 1,95) que pour le régime « Maïs » (pente de 1,89), ce qui signifie que la hausse de l'efficience N avec la hausse de la PL est plus forte chez les vaches nourries avec de l'herbe que chez celles nourries avec du maïs.

CONCLUSION

La nature des fourrages de la ration, herbe verte ou maïs fourrage, a une influence sur la valorisation de l'N par la vache laitière. Ceci est lié directement à leur teneur en MAT, mais aussi à leurs effets sur la MSI et la PL. Les régimes « Maïs » sont les plus efficients à même teneur en MAT de la ration, alors que les régimes « Herbe verte » sont les plus efficients à même PL.

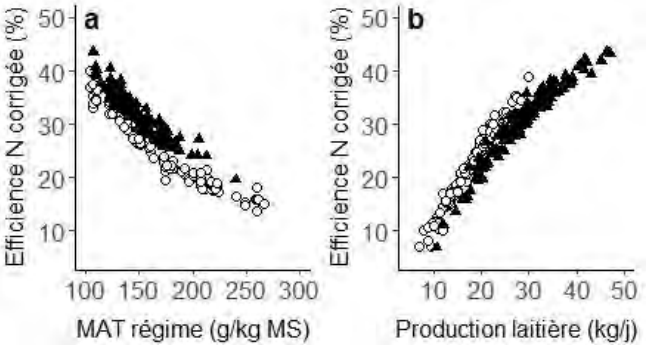


Figure 1 Effet de la teneur en MAT du régime (a) et de la production laitière (b) sur l'efficience N corrigée de vaches nourries avec un régime à base d'herbe verte (○) ou de maïs fourrage (▲). Pour chaque point, l'efficience N a été corrigée avec les valeurs observées et les coefficients du modèle pour toutes les variables explicatives, à l'exception de celles liées au type régime et à la MAT (a) ou à la PL (b), puis centrée sur les valeurs moyennes par type de régime pour chacune des variables dont elle a été corrigée.

Les auteurs remercient tous les personnels INRAE impliqués dans la production des données. Ce travail est soutenu par l'ADEME dans le cadre du projet EMIGRAZE.

Ferreira, M., Delagarde, R., Edouard, N., 2021. Data in Brief, 38.
INRA, 2018. Alimentation des Ruminants. Editions Quae, Paris, France, 736 pp.

Effet comparé du monensin et d'actifs végétaux sur le bilan de l'azote (N) et l'utilisation de l'énergie chez des vaches en milieu de lactation

Comparative effect of monensin and plant active ingredients on nitrogen (N) balance and energy use in cows in mid-lactation

GUILLAUME S. (1), KERROS S (1)., DE FREITAS Jr.J.E. (2)
(1) Phytosynthese, 63200 Mozac
(2) Université fédérale de Bahia, Brésil

INTRODUCTION

La valorisation de l'Energie et de la Protéine représente un point clé pour l'élevage aujourd'hui, d'abord pour des questions économiques, mais aussi de durabilité. Pour améliorer leur efficacité, des additifs alimentaires, y compris les antibiotiques (peuvent être classés comme non-ionophores et ionophores), sont utilisés pour manipuler les paramètres de fermentation du rumen (Beeson et Perry, 1952). Cette étude a été menée pour évaluer les effets d'une supplémentation en monensin et saponines seuls ou combinés avec des Huiles Essentielles (HE) sur l'ingestion, la production laitière et le bilan azoté.

1. MATERIEL ET METHODES

Huit vaches canulées Jersey en lactation (production moyenne de 17,6 ± 5,5 kg / jour et stade de lactation moyen = 100,5 ± 2 jours) ont été disposées selon un schéma en carré latin répliqué avec des périodes de 21 jours : 14 jours d'adaptation et 7 jours de prélèvement. Les vaches étaient logées dans des enclos individuels avec libre accès à la ration et à l'eau. La ration, équilibré à 16,4% de protéine brute est à base d'ensilage de Maïs (50%) supplémenté par de la farine maïs (20%), du tourteau de soja (17,3%), son de blé (9%) et minéraux (3,7%). Les traitements ont été assignées au hasard : CON : Témoin négatif ; SAP : CON + 10g/j/vache de Saponines (Fenugrec) ; SAPEO : SAP + mélange d'Huiles Essentielles naturelles standardisées ; MON : monensin (24mg/kg MS)

2. RESULTATS

2.1 INGESTION ET PRODUCTION DE LAIT

Les vaches du lot CON ont présenté des niveaux d'ingestion plus élevés que le lot MON (p=0.03). Les traitements n'ont pas eu d'effet sur la production de lait. Les taux butyreux (TB) et protéiques (TP) ont toutefois été améliorés (P = 0,01) pour les vaches nourries avec SAPEO en comparaison du MON.

2.2 BILAN AZOTE ET UTILISATION DE L'ENERGIE

Aucune différence significative n'a été observée sur l'azote retenu dans le lait (Tableau 2). SAP et SAPEO ont eu une tendance (p=0.08) à réduire les pertes azotées dans les urines et fèces. Les vaches nourries avec CON, SAP et SAPEO ont montré des apports énergétiques nets et digestibles similaires qui étaient supérieurs à ceux nourris avec MON (P=0,01).

Les vaches nourries avec SAPEO ont montré une efficacité plus élevée (Energie lait /Energie Digestible ; P = 0,01) que celles nourries avec CON et SAP, et une efficacité similaire avec MON.

	CON	SAP	SAPEO	MON	P value
Matière Sèche Ingéré (kg/jour)	11,9^{a}	11,2^{ab}	11,6^{ab}	9,99^{b}	0.03
Lait Produit (kg/j)	17,5	16,4	18,7	17,7	0.38
TB (g/kg)	47,5^{ab}	49,3^{ab}	52,5^{a}	46,0^{b}	0.01
TP (g/kg)	36,7^{ab}	37,5^{ab}	38,8^{a}	36,0^{b}	0.01

Tableau 2 Ingestion et Production de Lait

3. DISCUSSION

Les traitements n'ont pas influencé la production de lait par rapport au témoin bien que SAPEO ait significativement augmenté le TB et TP par rapport au MON. Selon Vendramini et al. (2016), un plan expérimental en carré latin n'est pas le plus approprié pour évaluer les performances des animaux. Ainsi, l'absence d'effets des additifs sur la production de lait ne peut pas être confirmée dans cette étude. Les vaches nourries avec SAPEO ont montré une meilleure efficacité énergétique que celles nourries avec CON et SAP. Ce résultat indique une meilleure utilisation de l'énergie lorsque les HE étaient associés aux saponines. L'activité anti protozoaire des saponines et l'activité antimicrobienne des HE peuvent entraîner la modification de la fermentation du rumen. Il a été démontré qu'un mélange d'HE combinées avec des saponines améliorait l'efficacité de la production laitière (Cadudal et al., 2017).

CONCLUSION

Le monensin et l'association des saponines et HE permet d'améliorer l'efficacité énergétique, mais n'ont pas modifié la production de lait. Toutefois, une tendance de réduction des pertes azotées dans les urines et feces a été observée dans l'association saponines et HE. Un essai à plus grande échelle permettrait de mieux évaluer l'effet de cette association sur l'efficacité de la production laitière.

Beeson, W.M., Perry, T.W., 1952. J. Anim. Sci. 11, 501–515. L.O.
Vendramini, T.H.A., Takiya, C.S., Silva, 2016. Anim. Feed Sci. Technol. 214, 12–21.
Cadudal, B., Kumprechtova, D., Jancik, F., 2017. ADSA Annual Meeting. American Dairy Science Association, 2017.

Tableau 1: Utilisation de l'azote et de l'énergie

		CON	SAP	SAPEO	MON	P value
Utilisation de l'azote	N Ingéré (g/j)	322	325	312	290	0.12
	N Lait (% N ingéré)	21,2	20,3	24,1	21,2	0.32
	N excrété (Urine + Fèces) (% N ingéré)	67,9^{a}	61,2^{b}	64,1^{b}	65,9^{ab}	0.08
Utilisation de l'énergie (MJ/j)	Energie nette ingéré	80,8^{a}	75,3^{a}	76,6^{a}	67,4^{b}	0.01
	Energie digestible ingérée	146^{a}	140^{a}	141^{a}	123^{b}	<0.01
	Energie Lait/ Energie digestible ingérée	0,41^{b}	0,37^{b}	0,48^{a}	0,47^{ab}	0.01

Effets *in vivo* d'un mélange d'huiles essentielles, en substitution de sources d'énergie, sur les performances des vaches laitières

In vivo effects of a blend of essentials oils, in substitution of energy sources, on the performance of dairy cows

LEMESLE A. (1), FORGEARD G. (1), LELOUTRE L. (1), BULCKE Q. (2)
(1) TECHNA FRANCE NUTRITION, Les Landes de Bauche, 44 220 COUERON, France
(2) Ferme expérimentale, AgroParisTech, 78850 Thiverval-Grignon, France

INTRODUCTION

La modulation de la fermentation du rumen avec des actifs naturels spécifiques peut participer à l'amélioration de la digestibilité et de l'efficacité énergétique. Les huiles essentielles sont connues pour modifier l'activité microbienne du rumen, y compris la possibilité d'améliorer ou d'inhiber des populations microbiennes spécifiques pour optimiser les fermentations des glucides (Calsamiglia *et al.*, 2007 ; Bodas & al., 2012). Des publications scientifiques ont également montré le potentiel des huiles essentielles pour améliorer les performances des ruminants (Calsamiglia *et al.*, 2021). L'objectif de cet essai est de mesurer, *in vivo*, l'effet d'un mélange d'huiles essentielles (principes actifs d'ELENSIS®), en substitution de sources d'énergie, sur les performances des vaches laitières.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANIMAUX

Deux lots homogènes (Essai et Témoin) de dix-huit vaches de race Prim'Holstein en production (stade moyen 160 j) ont été constitués sur la base du stade, du numéro de lactation, du poids vif et des données laitières collectées la semaine précédant la mise en lot : lait brut, TB, TP, lactose, urée. Les vaches sont intégrées dans un schéma expérimental continu.

1.2. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Pendant la période expérimentale de onze semaines, le lot Essai, qui est complémenté avec le mélange d'huiles essentielles, a reçu une ration avec un niveau inférieur en énergie par rapport à la ration du lot Témoin (Tableau 1). La ration distribuée à l'auge est différente entre les lots avec une base commune composée de 21,6% d'ensilage de luzerne, 13,4% de tourteau de colza, 6,5% de pulpe de betterave surpressée, 5,2% de tourteau de colza gras, 3,8% d'orge et 2,3% de CMV. L'ensilage de maïs représente 38,8% et 39,7% dans les lots Témoin et Essai respectivement. Le maïs grain représente 7,4% dans le lot Témoin et 6,7% dans le lot Essai. De plus, 200g de matière grasse hydrogénée (Huile de colza) est apportée dans le lot Témoin contre 120 g dans le lot Essai.

1.3. MESURES ET ANALYSES

Les données mesurées ont été les suivantes : production laitière individuelle quotidienne par des compteurs à lait, qualité du lait (TB, TP, cellules, lactose, urée, acétone) toutes les semaines par des contrôles laitiers sur 4 traites successives, note d'état corporel tous les mois.

1.4. ANALYSE STATISTIQUE

Les données ont été traitées par une analyse de variance covariance, à mesures répétées d'ordre 1 (procédure GLM / SAS). Aucun test n'a été réalisé concernant le GMQ et la NEC.

2. RESULTATS

2.1. EFFET SUR LES PERFORMANCES LAITIERES

Nutriments	Témoin	Essai
Matière Sèche, *%*	47,5	48,9
Protéine Brute, *%MS*	15,6	15,6
Cellulose Brute, *%MS*	18,9	19,1
Amidon+Sucre, *%MS*	20,8	20,5
Matière grasse, *%MS*	3,7	3,3
UFL, UF/kgMS	0,98	0,96

Tableau 1 : Caractéristiques nutritionnelles des rations

La production du lot Essai devient supérieure au lot Témoin dès la S4 avec respectivement 31,3 et 30,8 kg lait/VL/j soit +0,5 kg pour le lot Essai, cependant cette différence n'est pas significative (P>0,1). Le TB est supérieur pour le lot Essai avec 41,9 g/L par rapport au lot Témoin (40,2 g/L). Par conséquent, la production de lait corrigée de l'énergie (ECM) est supérieure dans le lot Essai avec 32 kg lait/VL/j soit +1 kg par rapport au lot Témoin. L'efficacité alimentaire (ECM/kgMSI) est relativement proche entre les lots tout au long de l'essai.

2.2. EFFET SUR LES NOTES D'ETAT CORPOREL

La reprise de poids est plus importante dans le lot Essai avec 408 g/j soit +113g par rapport au lot Témoin. La NEC, durant la période expérimentale, est identique entre les deux lots.

Variables	Moyenne des Moindres Carrés		*Valeur p*
	Témoin	Essai	
Lait Brut, $kg.j^{-1}$	30,8	31,3	>0,1
Lait ECM, $kg.j^{-1}$	31,0	32,0	0,008
TP, $g.l^{-1}$	33,5	33,2	>0,1
TB, $g.l^{-1}$	40,2	41,9	<0,001
Urée, $mg.l^{-1}$	250	249	>0,1
Eff. Alimentaire $LaitECM.kgMSI^{-1}$	1,39	1,37	

Tableau 2 *:* Principaux résultats statistiques

3. DISCUSSION

Les résultats de cet essai montrent des résultats zootechniques significativement supérieurs pour la production laitière corrigée de l'énergie et le taux butyreux pour le lot Essai. Associé à une ration, le mélange d'huiles essentielles semblerait compenser le niveau inférieur d'énergie, par kg de MSI, sous forme de matières grasses et de glucides dans les conditions de l'essai. Cet effet serait dû, à la fois, à une action sélective, dans le rumen, sur certaines bactéries (Calsamiglia *et al.*, 2007) et, également, à un meilleur niveau de digestibilité globale de la ration (digestion ruminale et intestinale).

CONCLUSION

L'utilisation d'un mélange d'huiles essentielles spécifiquement sélectionnées (ELENSIS®) permettrait de maintenir ou d'améliorer les performances et l'efficacité énergétique lorsqu'il est utilisé en substitution de sources d'énergie dans la ration (matières grasses et glucides en kg MSI) chez les ruminants. Cette propriété pourrait être utilisée pour reformuler les rations pour améliorer les performances ou diminuer la part d'énergie.

Bodas, R., Prieto, N., García-González, R., Andrés S., Giráldez, F.J., López, S., 2012. Anim. Feed Sci. Techno. l. 176, 78– 93
Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.W., Castillejos, L., Ferret, A., 2007. J. Dairy Sci. 90, 2580–2595
Calsamiglia, S., Rodriguez-Prado, M., Fernandez-Turren, G., Castillejos, L., 2021. J. Animal Science 99, 132

Prouver le concept d'un pilotage de précision de l'alimentation des vaches laitières
Development and proof the concept of precision feeding for dairy cows

FISCHER A. (1), CHEVALIER G. (2), GAILLARD C. (3), GAUDILLIERE N. (4), GILLIER M. (5), JURQUET J. (1)
(1) Institut de l'Elevage, F-75595 Paris, France
(2) Chambre d'Agriculture Pays de la Loire, F-49500 Segré-en-Anjou, France
(3) PEGASE, INRAE, Institut Agro, F-35590 Saint Gilles, France
(4) Eliance, F-75595 Paris, France
(5) SAS ferme expérimentale laitière des Trinottières, F-49140 Montreuil-sur-Loir, France

INTRODUCTION

Avec environ 40% des élevages équipés de DAC (Allain et al., 2015), la ration semi-complète redevient une pratique courante en élevage laitier. Cette pratique d'alimentation consiste à distribuer une ration de base à l'auge et complémenter individuellement en concentré chaque vache selon sa production et son stade de lactation. Les concentrés représentent le premier poste de charge d'alimentation du troupeau (Inosys, 2019). La ration semi complète serait un moyen d'optimiser le coût de la ration. Cette pratique augmente le coût de la ration par un usage accru des concentrés dans les élevages équipés de robots de traite, donc de DAC (EILYPS, 2020). Or, à même quantité distribuée de concentrés sur la lactation, les performances techniques et économiques de la ration semi-complète sont similaires à celles d'une ration unique sans complémentation individuelle (Yan et al., 1998). Pour éviter de réitérer ces pratiques, la complémentation individuelle doit tenir compte de l'ensemble des leviers d'utilisation du concentré par la vache et pas seulement de la production laitière.
Le projet HARPAGON propose de faire la preuve de concept d'un nouveau pilotage des concentrés distribués en complément de la ration de base en se basant sur les technologies déjà disponibles en élevage, sur les objectifs de l'éleveur et sur la diversité d'utilisation de la ration par les vaches. Ce papier présente le concept et les résultats attendus.

1. PRESENTATION DU CONCEPT DEVELOPPE

La finalité du projet est de combiner les informations issues des outils de monitoring des performances individuelles (compteur à lait, balance pour le poids vif, analyseur de lait) et de DAC disponibles en élevage pour optimiser l'alimentation de chaque vache. L'offre alimentaire sera adaptée à la « réaction » de chaque vache et non plus à une vache « moyenne » comme c'est le cas actuellement dans les systèmes d'alimentation des vaches laitières.
Le concept est basé sur 3 étapes (Figure 1). Pour identifier la réaction de chaque vache, l'outil va suivre les performances de chaque vache avant, pendant et après une variation en quantité et qualité de la ration en diminuant le concentré offert au DAC. Les performances suivies sont celles qui peuvent servir de levier aux vaches pour compenser cette baisse du concentré. Ces leviers sont : l'augmentation de consommation de ration à l'auge; une plus forte mobilisation des réserves corporelles et/ou une diminution de la production laitière. Le niveau de concentrés au DAC est ensuite ajusté en fonction du profil de réponse de chaque vache et des objectifs de l'éleveur (tableau 1).

Profil de réponses / Exemples d'objectif éleveur	L	C	RC
Concentré trop cher, je veux baisser son utilisation mais sans perdre en production.	=	-	-
Augmenter la production rapidement, mais n'ai pas les fourrages nécessaires.	+	=	=

Tableau 1 Exemple de décision d'allocation du concentré ('=' = maintien, '-' = baisse, '+' = augmentation du concentré) selon le profil de réponse (L : lait, C : consommation à l'auge, RC : réserves corporelles) et de deux objectifs de l'éleveur.

Pour être sûr de développer un outil utile et utilisable par les éleveurs et conseillers, le projet inclut des enquêtes auprès de ces futurs utilisateurs et la **participation d'éleveurs et conseillers** dans la construction de l'outil. Le projet inclut à la fois le **développement du concept** et sa **comparaison par rapport à une ration complète** sur les plans zootechnique, économique et environnemental. Pour s'assurer de la faisabilité du concept, une partie du projet visera à **adapter les outils déjà présents en élevage** pour assurer le suivi à haut débit des trois réponses.

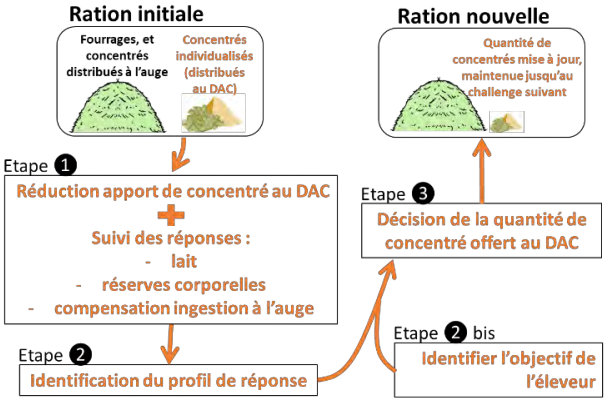


Figure 1 Les 3 étapes du concept d'alimentation de précision développé et testé dans le projet HARPAGON.

2. RESULTATS ATTENDUS

Ce projet, débuté en novembre 2021 pour 3,5 ans, aboutira :
- à une description des profils adaptatifs des vaches laitières à une modulation des apports de concentré,
- à un guide contenant les clés de décision permettant à l'éleveur de définir la quantité de concentré individualisé à allouer à chaque vache selon son profil de réponse,
- à une notice décrivant les procédures d'une alimentation de précision des vaches laitières,
- à un état des lieux de l'intérêt des acteurs et du niveau d'équipements sur le terrain pour la mise en œuvre d'une alimentation de précision,
- à une preuve de concept de la mesure de la substitution entre ration de base et concentrés à partir de données disponibles en élevage, et
- à une preuve de concept et évaluation du bénéfice d'une alimentation de précision en vaches laitières.

CONCLUSION

Le projet Harpagon développe et teste un nouveau concept de pilotage de l'allocation du concentré de production pour les élevages laitiers équipés en DAC, stalle de pesée et compteurs à lait. L'idée est d'identifier comment chaque vache utilise le concentré pour ensuite adapter les quantités offertes à chaque vache en accord avec les objectifs fixés par l'éleveur. Les résultats sont attendus pour avril 2025.

Ce projet bénéficie du soutien financier du CASDAR (n°21ART3944406).

Allain C., et al. 2015. Renc. Rech. Rum., Paris, France.
INOSYS réseaux d'élevage, (INOSYS) 2019. INOSYS.
Yan T., et al. 1998. Anim. Sci. 67, 395-403.

Le comportement de tri chez la chèvre laitière. Un trait de caractère qui peut influencer la valeur nutritive de rations à base de foin de luzerne et d'ensilage de maïs ?
Sorting behaviour in dairy goats. A trait affecting the nutritive value of diets based on alfalfa hay and corn silage?

GIGER-REVERDIN S. (1), ERHARD H. W. (1)
(1) Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants, 91120, Palaiseau, France

INTRODUCTION

La chèvre se différencie des autres ruminants par sa capacité d'adaptation liée notamment à son comportement de tri très développé (Morand-Fehr *et al.*, 1980). Des travaux précédents ont montré que le comportement alimentaire d'une chèvre était répétable dans le temps, mais variable entre des animaux d'un même troupeau recevant la même ration (Giger-Reverdin *et al.*, 2020).
Cette étude concerne le comportement de tri de chèvres recevant une ration contenant du foin de luzerne et de l'ensilage de maïs distribués dans deux auges séparées. La caractérisation chimique et morphologique des aliments distribués et des refus permet de calculer l'impact de ce tri sur la valeur nutritive et l'encombrement de ces fourrages.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. PROTOCOLES EXPERIMENTAUX
Les données sont issues de trois essais de digestibilité avec du foin de luzerne et de l'ensilage de maïs distribués simultanément, mais séparément (Hervieu et Giger, 1986). Dans l'essai A, les chèvres étaient en début de lactation et recevaient un aliment concentré en complément. Dans les essais B et C, elles étaient taries. Une moyenne sur cinq jours des quantités distribuées et refusées a été calculée pour chaque animal. Des échantillons moyens du fourrage distribué et des refus individuels ont été constitués. Seules les données avec des pourcentages de refus pour chaque fourrage supérieurs à 10 % ont été gardées. Dans chaque essai, une chèvre n'a été prise en compte qu'une seule fois.

1.2. ANALYSES CHIMIQUE ET MORPHOLOGIQUE
L'analyse des constituants pariétaux a été fait par la méthode séquentielle de Van Soest (Goering et Van Soest, 1970). Les échantillons de foin de luzerne ont été séparés en deux fractions (tiges et feuilles) et ceux de l'ensilage de maïs, en cinq (grain, rafles, spathes, tige et feuilles (TF) fin, TF moyen). Les deux fractions TF se différenciaient sur la taille des éléments (seuil à 1 cm).

2. RESULTATS

2.1. CARACTERISATION DES ESSAIS
Les quantités ingérées pour chaque fourrage et leur pourcentage dans la ration sont donnés dans le Tableau 1

	Essai A	Essai B	Essai C
nb chèvres	8	3	4
MSI (kg/j)	2,16 ± 0,546	1,09 ± 0,294	1,20,±,0,194
% Foin	40,5 ± 7,72	70,3 ± 2,95	74,7 ± 2,04
% Ensilage	36,2 ± 9,00	29,7 ± 2,95	25,3 ± 2,04

Tableau 1 Quantité ingérée et Pourcentage de fourrages

2.2 TENEUR EN LIGNOCELLULOSE DE L'INGERE
Intra-essai, la teneur en lignocellulose (ADF) des fourrages ingérés a été variable entre les chèvres avec une corrélation positive entre les deux fourrages (R^2 = 0,91, ETR = 9,18 g/kg MS) avec une pente moyenne positive de 0,728. Les teneurs en ADF des fourrages ingérés étaient inférieures à celles du fourrage correspondant distribué (Figure 1).

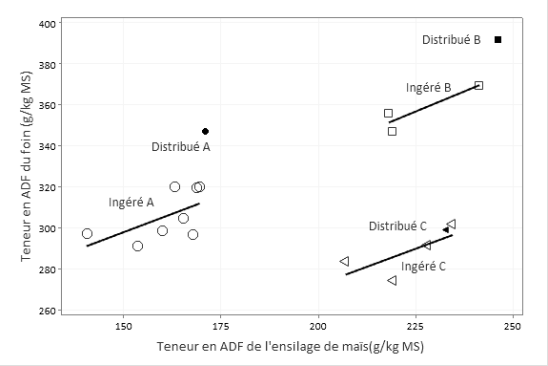


Figure 1 Liaison entre les teneurs en ADF ingéré du foin de luzerne et de l'ensilage de maïs

Les chèvres ont préféré les feuilles du foin, et les grains aux dépends des rafles de maïs (ainsi. L'essai A : grain distribué 40,8 % vs ingéré 46,9 ; rafles 7,0 % vs 4,1). Le comportement de tri a différé suivant les animaux.
En utilisant des relations intra-fourrages basées sur les tables INRA 2018 et les quantités ingérées, le gain moyen/chèvre a été de 0,037 UFL/j (± 0,027), mais a varié de 0 à 0,108 UFL/j. La valeur d'encombrement de la partie fourrage a diminué de 0,049 (± 0,027) UEL avec une grosse variabilité inter-chèvres (de -0,102 à 0,004).

3. DISCUSSION

Lorsqu'elles ont le choix entre du foin de luzerne et de l'ensilage de maïs, les chèvres semblent préférer le foin dont la palatabilité est bien connue, avec une préférence pour les feuilles comme déjà observé (Morand-Fehr *et al.*, 1980). Elles choisissent aussi les parties les plus nutritives de l'ensilage. La variabilité observée inter-animaux montre qu'il y a des animaux qui trient plus que d'autres, ce qui a des conséquences importantes en termes de valeur énergétique et d'encombrement. Cette variabilité pourrait être un trait de personnalité des animaux qui aurait un impact sur leurs performances zootechniques.

CONCLUSION

Ce travail a mis en évidence deux niveaux de tri : le premier concerne le choix entre deux fourrages (foin vs ensilage) et le second, les fractions morphologiques à l'intérieur d'un fourrage donné avec une forte variabilité de tris entre animaux, y compris pour l'ensilage de maïs, ce qui n'avait jamais été publié. Cet aspect doit être pris en compte dans les essais avec des fourrages distribués *ad libitum*.

Les auteurs remercient Jean Hervieu, responsable de la ferme des Granges à Palaiseau qui a assuré le déroulement de ces essais et fait les analyses morphologiques.

Giger-Reverdin S., Duvaux-Ponter, C., Sauvant, D., Friggens, N.C. 2020. Animal 14, 1083-1092.
Goering HK, Van Soest, PJ 1970. Agriculture Handbook 379, 1-20.
Hervieu J., Giger, S. 1986. Cah.Tech. INRA 13, 9-13.
Morand-Fehr P., Hervieu, J., Sauvant, D. 1980. Reprod. Nutr. Dev. 20, 1641-1644.

Etude comparative des activités et du comportement alimentaire des brebis de race locale (Berbère) et des chèvres de race croisée « Arbia » au niveau de l'aulnaie de Ain khiar (Algérie)

Comparative study of the activities and feeding behavior of local breed ewes (Berber) and "Arbia" cross breed goats in the alder grove at the Ain Khiar aulnaie (Algeria)

HOUD-CHAKER K. (1), BELAIDI R. (2), MEBIROUK-BOUDECHICHE L. (2), BOURAS R. (2)
(1) Laboratoire d'agriculture et fonctionnement des écosystèmes, Université Chadli Bendjedid, B.P 73, 36 000, EL Tarf, Algérie
(2) Laboratoire d'épidémio-surveillance, santé, productions et reproduction, expérimentation et thérapie cellulaire des animaux domestiques et sauvages, Université Chadli Bendjedid, B.P 73, 36 000, EL Tarf, Algérie.

INTRODUCTION

L'élevage extensif des ruminants reste une clé de voûte des activités des populations rurales en Afrique par ses fonctions économique, écologique et sociale (Chirat *et al.,* 2008 Cependant, les interactions entre ces troupeaux et les ressources naturelles dans un milieu caractéristique et particulièrement rare tel que l'aulnaie de Ain Khiar sont mal connues. L'objectif de ce travail est la comparaison des activités diurnes et du comportement alimentaire des femelles de deux races locales de ruminants, soit des chèvres de race croisée (Arbia) et des brebis de race (Berbère) au niveau de l'aulnaie de Ain Khiar, et ce durant la période hivernale dans une optique de rationalisation de la gestion des ressources naturelles en décroissance durant cette période (Mebirouk-Boudechiche *et al*, 2011).

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le suivi du rythme des activités de 5 chèvres et 5 brebis, âgées de trois ans a été effectué quotidiennement le matin et l'après-midi, par des observations visuelles à intervalles de 40 minutes pendant toute la durée d'un essai de 10 jours, et cela durant l'hiver, la présence des troupeaux en cette période est une situation exceptionnelle et inédite due à l'assèchement de l'aulnaie en 2021. La quantité de matière sèche consommée a été évaluée par des prélèvements simulant le coup de dent des animaux (méthode du *hand plucking*).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. ACTIVITES DES FEMELLES SUR LE PARCOURS DE L'AULNAIE

Le suivi des chèvres et des brebis sur le parcours place le broutage comme la principale activité journalière. Les chèvres consacrent un peu moins de temps que les brebis à l'alimentation (272 *vs* 280 min/j/animal), mais plus de temps pour le déplacement (145 *vs* 121 min/j/animal) ; 63 et 79 min/j/animal sont consacrées au repos par les chèvres et les brebis respectivement (Tableau 1). Houd-Chaker *et al* (2020) avancent aussi des durées plus ou moins proches à cette étude.

	Temps. alimentation	Temps. déplacement	Temps. repos
Chèvres	272 min	145 min	63 min
Brebis	280 min	121 min	79 min

Tableau 1 Activités et comportement alimentaire des chèvres et brebis sur le parcours de l'aulnaie (minutes/jour/animal).

2.2. PARAMETRES DU COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES DEUX ESPECES ETUDIEES

Le temps de libre pâture en hiver est similaire chez les deux espèces de petits ruminants, soit 480 min/j/animal. Néanmoins, chez les chèvres, nous avons enregistré moins de coups de dents comparativement aux brebis (344 *vs.* 368 CD/8min). Néanmoins, le poids de coups de dents et les quantités de matière sèche ingérées par les chèvres (0,20 g MS et 0,897kg MS/animal/jour) sont supérieurs à ceux des brebis (Tableau 2). Les ruminants essayent de compenser la faible quantité prélevée par bouchée en accroissant la fréquence des bouchées et/ou le temps de broutage. Nos résultats concordent avec ceux de Geoffroy (1974) et Bourbouze (1980).

	TP	TPE	TC	NCD	PCD	QI
Chèvres	480	272	48	344	0,20	0.897
Brebis	480	280	48	368	0,18	0,888

Tableau 2 Résultats des paramètres du comportement alimentaire des deux races étudiées.
TP : Durée totale de pâturage (en minute/animal/jour), **TPE :** Tempe de pâturage effectif (en minutes), **TC :** Tempe de comptage en minutes, **NCD :** Nombre total de coups de dents portés sur la végétation durant la période de comptage des coups de dents 8 minute, **PCD :** Poids du coup de dents moyen (en g MS), **QI :** Quantité ingérée (en kg MS /animal /jour).

2.3. COMPARAISON DES PREFERENCES ALIMENTAIRES DES ESPECES ETUDIEES

Les chèvres se portent plus volontiers vers les buissons et les arbustes et ne broutent jamais les herbacées. Toutefois, les brebis ne semblent pas avoir un comportement alimentaire très sélectif, les taux des arbustes et des herbacées sont presque similaires dans la ration quotidienne (Tableau 3), ce qui pourrait être expliqué par la disponibilité de l'herbe, principalement favorisée par la pluviométrie ainsi que le caractère génétique propre à chaque espèce.

Espèces	Chèvres	Brebis
Arbustes	100%	53,55%
Herbacées	0%	46,45%

Tableau 3 Pourcentage des coups de dents en fonction du type de la végétation et de l'espèce.

CONCLUSION

L'étude comparative du comportement alimentaire montre que les chèvres et les brebis ont un comportement alimentaire et mérycique qui, bien que voisin, diffère sur certains points. Alors la durée circadienne d'alimentation et de repos sont un peu plus élevés chez les brebis comparativement aux chèvres qui consacrent plus de temps au déplacement pour la recherche des arbustes en fonction de leurs préférences alimentaires.

Bourbouze, A., 1980. Homme,terre et eau, 11; 65-78.
Chirat, G., Ickowiez, A., Bocquier, F., Diaf, H., 2008. Renc. Rech. Ruminants, 15, 327-303
Geoffroy, F., 1974. Annales de zootechnie, 23 (1) : 63-73.
Houd-Chaker, K., Boudechiche, L., Matalah, S., Bouras, R., Oudini, EH., 2020. Renc. Rech. Ruminants, 25, 588p
Mebirouk-Boudechiche, L., Boudechiche, L., Matallah, S., Chemmam, M., Menasria, G., 2011. Fourrages. 205 :53-59

Conduite alimentaire des chèvres laitières dans la région de Biskra (Algérie)
Feeding of dairy goats in the region of Biskra (Algeria)

BAA A. (1), MAMMERI A. (1, 2), BARA Y. (1)
(1) Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences, Pôle Universitaire, BP 166, Université de M'Sila, M'Sila 028000, Algérie.
(2) Laboratoire de Génétique, Biotechnologie, et Valorisation des Bio ressources, Université de Biskra, Biskra 07000, Algérie.

INTRODUCTION

L'Algérie se place au second rang mondial en matière d'importation de lait et produits laitiers (30% des besoins de la population) après la Chine. La production laitière nationale est autour de 3,5 milliards de litres (ONIL, 2018) dont 267 000 tonnes de lait de chèvre (8%), d'un effectif caprin de 4,9 millions de tête (FAO, 2018). Les principales entraves au développement de l'élevage caprin en Algérie sont l'insuffisance de l'offre fourragère et l'absence de complémentation rationnelle. L'objectif de ce travail est le diagnostic de la conduite alimentaire des chèvres locales, de la région de Biskra, cette dernière dispose d'une végétation naturelle relativement riche, et d'un effectif important de caprin de 498 500 têtes (DSA Biskra, 2019). Nous avons également vérifié, à travers cette étude si les éleveurs recourent au calcul des rations alimentaires.

1. MATERIEL ET METHODES

Afin d'expliquer l'effet du rationnement sur la production laitière et le coût de production engendré, une enquête a ciblé 34 élevages caprins installés dans la wilaya de Biskra, elle a porté sur l'alimentation ; pratique du rationnement, différents types d'aliments distribués, et notamment les facteurs qui influencent les quantités de lait produites et le coût du litre de lait à la sortie de l'exploitation. Les besoins énergétique et protéique des chèvres ont été calculé à partir des équations de Sauvant et al in INRA, 2007 : Besoin en UFL = 0,79 + 0,01 (PV – 60) + (0,40 × PL_{35}). Besoin en PDI = 50 + 0,62 (PV – 60) + 45 PL35. En se basant sur le poids vif des chèvres estimé par la formule de Katongole et al, 1994 : (PV= 1,33 (PT) cm – 0,93 (HG) cm – 0,23) et aussi en fonction de la quantité de lait produite. Les valeurs nutritives des aliments sont données par les tableaux d'INRA (2007).
[UFL : unité fourragère lait ; PDI : protéine digestible dans l'intestin ; PL35 : production laitière à 35 g de matières grasse ; PV : poids vif ; P.T : périmètre thoracique ; HG : hauteur au garrot]

2. RESULTATS

2.1. TYPES DE RATIONS DISTRIBUEES

L'alimentation des chèvres laitières est basée sur les prairies naturelles chez 57% des éleveurs. Le son de blé est utilisé chez 64%, l'orge en grain chez 50% et les rebuts de dattes chez 42% des éleveurs. 57% des rations distribuées sont considérées comme encombrantes car contiennent plus de 50% de fourrage. 14 % des éleveurs utilisent seulement de l'orge en vert.

2.2. COUVERTURE DES BESOINS DE PRODUCTION LAITIERE

Chez 71% des éleveurs, les rations distribuées ont contribué à couvrir les besoins nutritionnels en énergie avec des excès allant de +0,46 à +1,7 UFL et chez 85% des éleveurs, les besoins protéiques sont assurés avec des surplus allant de +4 à +149 g. Comparativement à la production laitière réelle, les pertes de lait [quantité de lait théoriquement produite (permise par UFL ou PDI) – quantité de lait réellement produite] estimées sont de l'ordre de 1 à 3,9 litre pour les UFL chez 64% des éleveurs et de 0,09 à 3,3 litre pour les PDI chez 72% des éleveurs.

2.3. RENTABILITE DES RATIONS PROPOSEES

Les éleveurs enquêtés alimentent les chèvres à partir de fourrages et de concentré disponibles au sein de leurs exploitations, sans aucune adéquation entre les apports nutritifs des aliments et les besoins des animaux. On a constaté la méconnaissance de ces éleveurs vis-à-vis du calcul des rations. A partir de ces mêmes aliments distribués, on a proposé des rations en fonction des besoins de chaque animal (besoins d'entretien et de production), ce qui pourrait engendrer un coût alimentaire du litre de lait plus efficace, et par conséquent un coût de revient moindre (**Tableau 1**).

3. DISCUSSION

D'après Araba, (2006), les rations moins encombrantes peuvent conduire à des troubles nutritionnels et en cas d'une distribution excessive d'aliments concentrés, la caillette sera tordue et par la suite obstruée. L'utilisation de l'orge verte seule, conduirait selon Fontaine (1988) à une acidose chronique, si l'orge est trop jeune. La teneur de la ration totale en MS, devrait se situer entre 50 et 75% (Wheeler, 1993), ainsi, les rations plus humides ou plus sèches limitent la consommation de la MS. C'est le cas des éleveurs qui distribuent exclusivement des rations à base de fourrage.

CONCLUSION

Le coût alimentaire qui présente la contrainte majeure de la production laitière, et la non maitrise des techniques de rationnement par les éleveurs augmentent le coût de production par gaspillage de concentré et par conséquent diminuent la rentabilité des élevages de caprin laitier. La nécessité de vulgarisation des éleveurs à l'importance du rationnement permet de promouvoir la production laitière, tout en diminuant le prix de revient.

Araba, A. (2006). Mader, Derd n°136.
FAO (2021). Dairy Market Review - April.
Fontaine, M. (1988). Formulaire vétérinaire de pharmacologie, de thérapeutique et d'Hygiène : 15ème Édition, 1642 p.
INRA (2007). Alimentation des bovins, ovins et caprins. Éditions Quæ. 315p.

Chèvre de 45 kg de PV produisant 1,5 litre/j de lait						
Aliments	Ration de l'éleveur			Ration proposée		
	Quantité distribuée (kg de MB)	Coût alimentaire quotidien par animal (en DZD)	Coût alimentaire d'un litre de lait (en DZD)	Quantité distribuée (kg de MB)	Coût alimentaire quotidien par animal (en DZD)	Coût alimentaire d'un litre de lait (en DZD)
Orge verte	0	0	0	3,5	14	9,33
Paille d'orge	2	20	13,33	0,1	1	0,66
Son de blé	0,75	15,75	10,50	0,7	14,7	9,8
Orge (grains)	0,75	24	16	0,1	2,1	1,4
Rebuts de dattes	1	8	5,33	0,2	1,6	1,06
Total	/	67,75	45,16	/	33,4	22,26
			Le gain	22,90 DZD/litre		

Tableau 1 : Exemple de comparaison financière entre une ration distribuée par un éleveur et une ration proposée

Effets d'un mélange d'extraits de plantes et d'huiles essentielles (Valkalor) sur les performances laitières et fromagères de chèvres en début de lactation
Effects of a mixture of plant extracts and essential oils (Valkalor) on dairy and cheese performance in goats at the start of lactation

BOYER C. (1), POMMARET A. (2), PONDET M. (3)
(1) Institut de l'Elevage, Ferme Expérimentale Caprine du Pradel, 950 chemin du Pradel, 07170 Mirabel
(2) Ferme Expérimentale Caprine du Pradel, 950 chemin du Pradel, 07170 Mirabel
(3) Idena, 21 rue du moulin 44880 Sautron

INTRODUCTION

Le Valkalor est une association d'extraits de plantes *(Hibiscus sabdariffa)* et de mélanges d'huiles essentielles (coriandre et clou de girofle), issue de la recherche IDENA. Ce produit a été conçu pour optimiser les fermentations ruminales et ainsi optimiser l'efficacité énergétique des rations. Cet essai zootechnique commandité et financé par IDENA et piloté par IDELE, vise à étudier l'effet de l'apport du Valkalor, sur des chèvres à haut niveau de production laitière dans un système pâturant. L'objectif est de mesurer les effets de ce produit de la production laitière (quantité et qualité du lait) jusqu'à la transformation fromagère en Picodon AOP.

1. MATERIEL ET METHODES

Deux lots homogènes de 48 chèvres (16 primipares et 32 multipares) ont été constitués. Au démarrage de l'essai, les chèvres étaient à 60 jours de lactation en moyenne. La ration définie pour cet essai était :
- Pâturage la journée (9-16h) et foin distribué le soir. Chaque lot allait pâturer sa propre parcelle. Afin d'homogénéiser la consommation d'herbe, les parcelles pâturées réparties sur 20 ha, étaient alternées chaque jour entre les lots.
- 800 g de concentré à 22 % de MAT à l'auge en 2 repas et 240 g de maïs apporté à la traite. Le lot expérimental recevait une supplémentation en Valkalor utilisée à 0,84% dans le concentré.

L'essai a duré 10 semaines de mars à mai 2021. Les lots sont sortis au pâturage 39 jours sur les 70 jours de l'essai, durant un temps moyen de 6h20. Des contrôles laitiers hebdomadaires ainsi que des pesées et notations d'état corporel en début, milieu et fin d'essai ont été mis en place. L'ingestion de fourrage et la quantité de lait par lot et par jour ont également été mesurées. Les analyses statistiques de ces données ont été réalisées par le service Data'Stat de l'IDELE. Les modèles utilisés sont des analyses de variances mixtes (Anova) à mesures répétées. Le seuil de significativité est fixé à 5%.

2. RESULTATS

2.1 Lait brut

L'effet de l'alimentation sur la production de lait diffère entre primipares et multipares. Chez les primipares, les courbes d'évolution moyenne ne semblent pas révéler de différence significative de production laitière (3,55^{a} contre 3,48^{a} kg de lait en moyenne sur les 10 contrôles laitiers hebdomadaires). Chez les multipares, on observe une production laitière plus importante pour le lot expérimental et ceci dès la première semaine de l'essai (4,41^{a} contre 4,13^{b} kg de lait en moyenne sur les 10 contrôles laitiers).

2.2 Taux butyreux

Le modèle statistique indique pour le taux butyreux qu'il existe des différences significatives entre les deux lots à certaines dates et que cette différence est de la même ampleur pour les primipares et les multipares.
En prenant en compte tous les contrôles laitiers, la différence est de + 1 g/kg pour le lot expérimental (37,65 contre 36,57 g/kg de lait en moyenne sur les 10 contrôles laitiers hebdomadaires).

2.3 Taux protéique

Sur l'ensemble de la période, il n'apparait pas de différences significatives pour le taux protéique entre le lot expérimental et témoin (32,86 g/kg contre 32,79 g/kg de lait en moyenne sur les 10 contrôles laitiers hebdomadaires).

2.4 Lait standard

Afin de mieux comparer les données de production laitière entre les lots, un lait standardisé a été calculé (à 35 g/kg de taux butyreux et 31 g/kg de taux protéique). Cette différence de lait standard s'exprime statistiquement pour les multipares sur l'ensemble de la période (4,63^{a} contre 4,27^{b} kg de lait en moyenne sur les 10 contrôles laitiers hebdomadaires).

2.5 Transformation fromagère

Le lait issu de chaque lot du 17 (soir) et du 18 mai (matin) a été transformé séparément à la fromagerie du Pradel.
Une différence observée sur le rendement a été constatée au démoulage (+ 2,8 %) en faveur du lot expérimental. Suite à cette transformation, les Picodons des deux lots ont été dégustés à l'aide d'un test triangulaire. Aucune différence organoleptique n'a pu être mise en évidence entre les deux types de fromages.

DISCUSSION – CONCLUSION

Ces résultats sont toutefois à nuancer du fait que sur l'ensemble de la période les deux lots n'ont pas eu exactement la même alimentation journalière (pâturages différents bien qu'alternés quotidiennement). En considérant l'ensemble de ces éléments et les résultats statistiques, nous pouvons conclure que le lot alimenté avec Valkakor sur la période du début de lactation a permis une amélioration du taux butyreux et une hausse de la production laitière, significativement différents sur les multipares.

Les auteurs remercient le personnel de la Ferme expérimentale du Pradel et le service Data'Stat de l'IDELE.

Pomport P-H. *et al.*, 2020. EAAP 2020
Premi M. *et al.*, 2016. ADSA

	Production laitière (kg)		Taux butyreux (g/kg)		Lait standard (kg)	
	Lot témoin	Lot expérimental	Lot témoin	Lot expérimental	Lot témoin	Lot expérimental
Global (n = 48)	**3,92**	**4,13**	**36,57** ^{a}	**37,65** ^{b}	**4,05**	**4,34**
Primipares (n = 16)	3,48 ^{a}	3,55 ^{a}	36,84	38,27	3,60 ^{a}	3,75 ^{a}
Multipares (n = 32)	4,13 ^{b}	4.41 ^{a}	36,43	37,34	4,27 ^{b}	4,63 ^{a}

Tableau 1 : Données moyennes par lot sur 10 contrôles laitiers hebdomadaires

Intérêt des plantes riches en tannins condensés sur la croissance des agneaux d'herbe
Interest of condensed tannin-rich-plants for growing grass lambs

BRUNET S. (1) et CARON Y. (2)
(1) SICA SA ALICOOP - 46 route de la Gasse aux Loups, 79 800 PAMPROUX
(2) QUALYSE - Le Treuil, BP 102, 19 012 TULLE Cedex

INTRODUCTION

L'élevage des ruminants doit maintenir des objectifs de production tout en s'adaptant au contexte climatique et en répondant aux demandes sociétales. Un des défis pour l'élevage est donc de produire de la viande en quantité et en qualité selon des pratiques agroécologiques.
Les plantes bioactives, dont les plantes riches en tannins condensés (PRTCs), peuvent être une réponse au défi de la réintroduction du pâturage et/ou l'amélioration de la valorisation de l'herbe par les ovins. Les PRTCs ont des bénéfices reconnus pour la nutrition/digestion et aussi la santé des ruminants, qu'ils soient de sources fourragères (Arrigo et al., 2012 ; Hoste et Niderkorn, 2019) ou de sources ligneuses (Luzardo et al., 2019).
L'objectif de notre étude est de comparer l'effet d'un apport de PRTCs sur les performances zootechniques et la qualité des carcasses d'agneaux d'herbe.

1. MATERIEL ET METHODE

L'essai a été réalisé sur l'exploitation agricole du Lycée LES VASEIX (87) avec des agneaux croisés (Texel X Romane) nés en janvier et février 2021. Tous les agneaux étaient conduits avec leur mère en bergerie et au pâturage avant le sevrage puis finis en bergerie. Ils ont été sortis au pâturage et sevrés en même temps. L'allotement des agneaux a été réalisé selon le sexe, la taille de la portée de naissance, l'âge et le poids vif. Les 2 lots ont été conduits en contemporain (bergerie, pâturage). Le dispositif expérimental comprend 2 lots différents selon l'apport de PRTCs aux mères (bergerie/pâturage) et aux agneaux (bergerie/pâturage/bergerie). Pour le lot TEMOIN, l'aliment complet distribué ne contenait pas de PRTCs (14,4% MAT, 7.2% cellulose brute, 2% MG). Pour le lot ESSAI, l'aliment complet distribué contenait 10,6% de PRTCs (15.5% MAT, 8,7% cellulose brute, 2% MG). La conduite et les quantités des aliments distribués sont identiques pour les 2 lots. Les agneaux ont été pesés de l'allotement au sevrage. Les poids et les classements des carcasses ont été collectés (EDE 87). Un traitement statistique a été réalisé sur les résultats individuels de performance par une comparaison des moyennes (ANOVA) avec le logiciel SPPS Statistics (IBM).
L'excrétion parasitaire (strongles digestifs) a été évaluée avant et pendant la phase de pâturage (coproscopie de mélange par lot, méthode CABARET).

2. RESULTATS

2 .1. Statut parasitaire

Pour les brebis, les niveaux d'excrétion à l'allotement étaient similaires et faibles pour les 2 lots : 287 OPG et 316 OPG respectivement pour les brebis TEMOIN et ESSAI. 1 mois après la sortie au pâturage, l'excrétion du lot TEMOIN était de 512 OPG et 317 OPG pour le lot ESSAI.
Pour les agneaux, les niveaux d'excrétion étaient similaires et faibles pour les lots TEMOIN et ESSAI 1 mois après la sortie (64,0 vs 56,4 OPG) et au sevrage (41,0 vs 10,0 OPG).

2 .2. Performances zootechniques

La table 1 résume les performances des agneaux selon l'apport (ou pas) de PRTCs. Les agneaux du lot ESSAI ont réalisé un GMQ significativement supérieur pendant le pâturage (+55,88 gr/jour) par rapport aux agneaux TEMOIN. Les agneaux ESSAI ont eu un poids supérieur au sevrage (+1,94kg PV, NS) par rapport aux agneaux TEMOIN.
La phase de finition des agneaux ESSAI a duré moins longtemps (-5,83 jours, non significatif) pour produire des carcasses similaires en poids. La décision de commercialiser les agneaux était prise par le responsable de l'exploitation.

2 .3. Qualité des carcasses

Les carcasses obtenues avec les 2 conduites alimentaires étaient semblables en conformation (Table 2). Il y a eu plus de carcasses jugées en état d'engraissement faible dans le lot TEMOIN. Le nombre de carcasse valorisée en Agneaux BARONNET du LIMOUSIN était similaire dans les 2 lots.

3. DISCUSSION

Les performances zootechniques (GMQ, âge à la commercialisation, poids carcasse) des agneaux des 2 lots sont supérieures à celles obtenues par Legrand et al. (2018) avec des agneaux d'herbe et finis en bergerie, du fait de la complémentation pendant toute la période de pâturage et l'absence de transition nécessaire. Cette complémentation a aussi permis un apport régulier de tannins condensés (lot ESSAI) par la consommation de PRTCs en forme conservée en simultané de l'ingestion d'herbe.
Les effets de la consommation de PRTCs s'expliqueraient par plusieurs effets complémentaires : l'augmentation du flux de PDIA par la protection des protéines alimentaires (de l'herbe et du concentré) dans le rumen et l'inhibition des bactéries protéolytiques et/ou par l'amélioration de la capacité antioxydante des tissus (Lopez-Andres et al., 2013 ; Hoste et Niderkorn, 2019).

CONCLUSION

Pour la première fois, des PRTCs ont été distribués à des agneaux et à leurs mères avant et pendant le pâturage mais aussi pendant la phase de finition. L'apport de PRTCs en forme conservée via un aliment complet facilitera leur emploi en élevage au pâturage et permettra une meilleure maîtrise des apports (quantité et qualité des tannins condensés).

Table 1 : Performances zootechniques selon la conduite alimentaire (moy. ± écart-type)

Lot	EMOIN	ESSAI	*Pvalue*
Nombre agneaux	26	26	
Age allotement (jours)	19,5 ± 7,45	21,2 ± 6,55	0,400
Poids allotement (kg)	,43 ± 2,52	9,92 ± 2,24	0,481
Poids sevrage (kg)	7,48 ± 4,68	39,41 ± 4,66	0,182
GMQ Pâturage (gr/jour)	83,75[a] ± 94,36	539,63[b] ± 85,86	0,049
Age abattage (jours)	70,28 ± 13,32	165,67 ± 12,18	0,286
Durée finition (jours)	1,33 ± 13,65	45,50 ± 11,10	0,168
Poids carcasse (kg	0,94 ± 2,63	21,39 ± 2,89	0,630

Les valeurs d'une même ligne portant des indices différents sont significativement différentes (p<0,05).

Table 2 : Classement et valorisation des carcasses des agneaux selon la conduite alimentaire

Lot		TEMOIN	ESSAI
% carcasse selon conformation	Classe R : Classe U :	50 50	45 55
% carcasse selon état engraissement	Classe 2 : Classe 3 :	63 37	45 55

Nous remercions les enseignants et les collaborateurs de l'exploitation agricole du Lycée LES VASEIX (87), et les conseillers de la coopérative OCEALIA.

Arrigo, Y. et al., 2006. Renc.Rech.Ruminants, 19.
Hoste, H. et Niderkorn, V., 2019. Journée AFPF, 69-81.
Legrand, I. et al., 2018. Renc.Rech.Ruminants, 24.
Lopez-Andres et al., 2013, Br.J. Nutrition, 110, 632-639.
Luzardo, S. et al., 2019., Agrociencia Uruguay, 23, 1-7.

Effet de la restriction hydrique sur certaines fonctions physiologiques de la brebis Ouled Djellal en Algérie

Effect of water restriction on certain physiological functions of Ouled Djellal sheep in Algeria

TABET N. (1), MEBIROUK-BOUDECHICHE L. (1), CHAKER-HOUD K. (2)
(1) Laboratoire d'épidémio-surveillance, santé, productions et reproduction, expérimentation et thérapie cellulaire des animaux domestiques et sauvages, Université d'El Tarf, B.P 73, 36000, EL Tarf, ALGERIE
(2) Laboratoire Agriculture et fonctionnement des écosystèmes, Université Chadli Bendjedid El Tarf, B.P 73, 36000, ALGERIE.

INTRODUCTION

L'espèce ovine est la plus importante ressource animale des milieux désertiques, où le manque d'eau est une contrainte menaçant la durabilité des systèmes d'élevage, du fait de l'éloignement des points d'eau qui limite l'abreuvement des troupeaux (jusqu'à 3 jours sans abreuvement). Cette affiche rend compte de l'effet de la restriction hydrique sur certains métabolites sanguins, garants des fonctions physiologiques, de la race ovine Ouled-Djellal en Algérie qui est la plus exploitée autant pour ses productions que sa résistance aux conditions difficiles de milieux (Dekhili, 2002). Cette étude est d'autant plus justifiée par les changements climatiques que subi le pays à l'instar des pays du monde entier.

1. MATERIEL ET METHODES

Vingt brebis de race Ouled Djellal, de même âge (de 4 à 5 ans), de poids homogènes, non gestantes et en dehors de la période de lactation ont été maintenues en stabulation en période printanière, avec aération du bâtiment. Elles ont été divisées en 2 lots de 10 sujets chacun ; un lot témoin (LT de poids vif initial PVI de 51,8±4,94 Kg) qui a été abreuvé *ad libitum* et un lot expérimental (LE de PVI=47,77±3,04 Kg) qui a subi une restriction hydrique en n'étant abreuvé qu'un jour sur 3 durant une période de 24 jours. Les 2 lots ont reçu la même ration alimentaire constituée par animal et par jour d'un foin de luzerne (1,5 kg MS) et de 400 g MS de concentré (orge, tourteaux de soja, son de blé et CMV). Les quantités de fourrage et de concentré ingérées (QIF et QIC) ont été déterminées quotidiennement par pesée des quantités distribuées et refusées. Durant cette période
(Plus précisément à J0 et à J24), le sang de chaque brebis récolté à jeun (1h avant la prise du repas, soit à 7h du matin) à partir de la veine jugulaire a été mis dans des tubes héparinés pour le dosage des : Gama GT, Albumine, Triglycérides et ions Na, Mg, Cl et K par l'automate RESPONS-920 à partir du plasma. Une ANOVA a été réalisée avec le logiciel SAS (2004) selon la procédure du modèle linéaire généralisé (GLM).

2. RESULTATS

Le gain moyen en poids a été meilleur pour le LE qui a subi une restriction hydrique (+1,1 *vs*. +1,92 Kg sur 24 jours). Aucun effet significatif de la restriction hydrique n'a été observé sur les taux en GamaGT, Albumine et Triglycérides à J24 qui demeurent dans les normes, de même que sur les paramètres électrolytiques (Mg^{++}, K+ et Cl^-) ; mis à part une augmentation significative des ions Na^+ pour le LE.

3. DISCUSSION

Les GamaGT et albumine, qui sont des indicateurs de la fonction hépatique et rénale s'inscrivent dans les normes avancées par Dubreuil *et al* (1965) (27-65 g/l) et Baumgartner et Pernthaner (1994) (21-38 g/l) pour chacun. Idem pour les triglycérides (0,14-0,44 g/l selon Molleraeu *et al*., 1995), ce qui est en contradiction avec les résultats de Casamassima *et al* (2008) qui ont enregistré une augmentation des triglycérides chez le mouton Comisana exposé à une restriction de 60 et 80% d'eau. L'augmentation des ions Na^+ serait due à la réduction du volume plasmatique et à l'augmentation des taux sériques d'aldostérone et vasopressine selon Ghanem *et al* (2008).

Tableau 1 Effet de la restriction hydrique sur les paramètres

	LT	LE	P (Effet restriction)
Gama GT (g/l)			
J0	$40,82^{b,1}$	$52,87^{a,1}$	0,01
J24	$46,33^{a,1}$	$45,75^{a,1}$	0,90
P(effet jour prélèvement)	0,31	0,269	
Triglycérides (g/l)			
J0	$0,10^{a,1}$	$0,11^{a,1}$	0,30
J24	$0,11^{a,2}$	$0,10^{a,2}$	0,15
P(effet jour prélèvement)	0,01	0,03	
Albumine (g/l)			
J0	$35,76^{b,1}$	$38,72^{a,2}$	0,00
J24	$36,24^{a,1}$	$35,24^{a,1}$	0,70
P(effet jour prélèvement)	0,14	0,01	
Na+ (mEq/l)			
J0	$143,43^{a,2}$	$150,40^{a,1}$	0,10
J24	$148,07^{b,1}$	$155,29^{a,2}$	0,02
P(effet jour prélèvement)	0,0001	0,0001	
Mg^{++} (mg/l)			
J0	$24,53^{a,1}$	$24,41^{a,1}$	0,31
J24	$24,81^{a,1}$	$24,97^{a,1}$	0,83
P(effet jour prélèvement)	0,09	0,72	
K+ (mEq/l)			
J0	$4,18^{a,1}$	$3,96^{a,1}$	0,16
J24	$4,48^{a,2}$	$3,95^{b,1}$	0,0001
P(effet jour prélèvement)	0,0005	0,12	
Cl- (mEq/l)			
J0	$110,87^{a,2}$	$114,65^{a,1}$	0,10
J24	$112,62^{a,1}$	$113,96^{a,2}$	0,33
P(effet jour prélèvement)	0,0001	0,007	

biochimiques sanguins

LT : Lot témoin- LE : Lot expérimental- J0 : Début de l'expérience-J24 : 24ème jour de l'expérience.

CONCLUSION

Un abreuvement d'un jour sur 3 durant 24 jours ne semble pas affecter les principales fonctions physiologiques de la race Ouled Djellal. Un étalement de la période expérimentale et/ou une extension des analyses sanguines permettrait d'affirmer ou d'infirmer ces résultats.

Baumgartner, w., Pernthaner, A ., 1994. J Reprod Fertil, 113, 275–285.
Dubreuil, P., **Arsenault, J., Belanger, D., 2005**. Vet Rec,156 (20):636-8.
Dekhili, M,,2002. Renc. Rech. Ruminants, 9, 155,
Casamassima, D., Pizzo, R., Palazzo, M., D'Alessandro, A.G., Martemucci G., 2008. Small Ruminant, Res,, 78(1–3), 169–175,
Ghanem, A.M,, Barbour, E,K,, Hamadeh, S,K,, Jaber L.S., Abi Said, M.,2008. J, Arid Environ, 72, 141–149.
Molleraeu, H., Porcher, C., Nicolas, E., Brion, A., 1995. Vade-Mecum du vétérinaire formulaire. Ed, Vigot,1672p.

Effets de la durée de conservation et de la déshydratation du maïs fourrage sur la dégradabilité ruminale de l'amidon

Effects of ensiling time and whole-plant corn silage dehydratation on ruminal starch degradation

COULMIER D. (1), CHAUVEAU H. (2), BOISNEAU A. (2)
(1) DESIALIS, Complexe Agricole Mont Bernard, F-51007 Châlons en Champagne
(2) ARVALIS-Institut du Végétal, Station expérimentale de la Jaillière, F-44370 Loireauxence

INTRODUCTION

La connaissance de la dégradabilité de l'amidon des aliments dans le rumen est nécessaire pour prédire la quantité de matière organique fermentescible et le flux de glucose disponible dans l'intestin grêle. Dans le système d'alimentation des ruminants INRA 2018, la dégradabilité de l'amidon du maïs fourrage est calculée à partir de l'équation proposée par Peyrat et al. (2016) intégrant les effets du stade de récolte (teneur en MS et en amidon) et de la durée de conservation. Néanmoins, d'autres facteurs moins documentés ont aussi un impact sur la dégradabilité de l'amidon : le niveau d'éclatement du grain, la génétique de l'hybride, voire le séchage à haute température. Dans le cadre de son activité de déshydratation de fourrages et de coproduits, Desialis a investigué en partenariat avec Arvalis l'effet de la déshydratation et de la durée de conservation du maïs ensilage sur la dégradabilité de l'amidon.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1 LES ALIMENTS ETUDIES

Les aliments étudiés sont issus de 2 variétés de maïs fourrage (précocité S2, grain corné denté ; précocité S3, grain denté selon le classement CTPS) cultivées selon un dispositif en bandes en grande parcelle à Sarry (51). Les maïs S2 et S3 ont respectivement été récoltés à des teneurs en matière sèche (MS) de 35,8 et 40,7 % le 30/08/2019. Les conditions chaudes et sèches de fin de cycle ont favorisé le dessèchement de l'appareil végétatif et limité la production de grains (teneur en amidon moyenne de 239 g/kg MS). Chaque variété a été ensilée 74 ou 109 jours dans des silos boudins distincts, puis déshydratée à haute température en sécheur rotatif (température entrée = 540°C, température sortie = 135°C, humidité produit finale = 11 %). Les mesures ont porté sur les échantillons vert (à la récolte), fermentés 74 et 109 jours et déshydratés après 74 et 109 jours de conservation. Les analyses de composition chimique (en vert) ont permis de caractériser les 10 échantillons de maïs fourrage, et la teneur en furosines a été dosée sur les échantillons ensilés.

1.2 L'ESSAI IN SACCO

Un essai de dégradabilité ruminale *in sacco* a été réalisé à la station expérimentale ARVALIS Institut du végétal de La Jaillière. La dégradabilité de l'amidon a été mesurée pour chaque aliment selon la méthode des sachets de nylon à 7 temps d'incubation dans le rumen (0, 2, 4, 8, 24, 48 et 72 h) avec 6 répétitions (3 vaches ; 2 séries). La DT6Amidon a été calculée pour un taux de sortie de 6 %.h-1 à partir des paramètres cinétiques d'Ørskov et Mac Donald (1979) déterminés à l'aide du logiciel R. Un modèle à un facteur combinant les effets de la durée de conservation et de la déshydratation a été ajusté sous R, la méthode des contrastes particuliers a permis de réaliser les comparaisons multiples.

2. RESULTATS

2.1 EFFET DE LA DUREE DE FERMENTATION

La conservation par ensilage du maïs fourrage a significativement amélioré la dégradabilité de l'amidon de 13 points entre les maïs vert et les maïs ensilés 74 jours (*P<0,001*). Entre 74 et 109 jours, la DT6Amidon a peu évolué, de l'ordre de 2 points (*P=0,20*). Ceci s'explique par l'activité des enzymes protéolytiques dans le silo qui dégradent une partie de la matrice protéique protégeant les granules d'amidon, les rendant ainsi plus accessibles aux microbes du rumen.

2.2 EFFET DE LA DESHYDRATATION

La déshydratation à haute température du maïs fourrage ensilé n'a pas eu d'effet significatif sur la dégradabilité de l'amidon. Le processus de déshydratation n'a pas non plus eu d'effet significatif sur sa valeur énergétique, prédite à partir de la dégradation de la MS à 48h dans le rumen. En revanche, la déshydratation a diminué la fraction soluble du maïs de 5,0 points (*P<0,05*) et augmenté la fraction potentiellement dégradable de 3,3 points (*P<0,05*). Le taux horaire de dégradation de la fraction dégradable a eu tendance à augmenter de 0,01 pt pour les maïs déshydratés (*P=0,06*). L'augmentation en valeur absolue de la teneur en furosines avec la déshydratation (*P=0,11*) suggère un début de réaction de Maillard, pouvant expliquer la moindre solubilité du maïs déshydraté.

3. DISCUSSION – CONCLUSION

L'amélioration de la dégradabilité de l'amidon du maïs fourrage au cours de la fermentation est cohérente avec la littérature (Férard et al., 2016). Malgré un effet de la déshydratation sur les fractions soluble et potentiellement dégradable du maïs ensilage, la valeur énergétique prédite à partir de la MS non dégradée à 48 h dans le rumen n'a pas été modifiée. La déshydratation n'a pas non plus impacté la dégradabilité ruminale de l'amidon. Ceci valide la possibilité d'utiliser l'équation de prédiction développée pour le maïs ensilage (Peyrat et al., 2016), dont l'erreur de prédiction (4,7 pts) est supérieure aux écarts mesurés entre les maïs ensilés et les maïs ensilés déshydratés dans les conditions de cet essai.

Férard A. et al., 2016. 17th ICFC, 157-158.
INRA, 2018. Ed. Quae, 728p.
Ørskov E. R., McDonald I., 1979. J. Agr. Sc.. 92: 499-503
Peyrat J. et al., 2016. Rencontres Recherches Ruminants, 23, 80.

Etat du maïs Durée conservation	Vert 0 j	Fermenté 74 j	Fermenté 109 j	Déshydraté 74 j	Déshydraté 109 j	P(déshy-dratation)	ETR
Dég. MS 4h (%)	40,5 a	46,9 b	47,1 b	44,8 b	46,2 b	NS	1,85
Dég. MS 48h (%)	81,3	81,3	81,5	81,0	80,6	NS	0,86
Fraction MS a (%)	31,6 a	39,1 c	38,8 c	34,4 b	33,5 b	*	2,09
Fraction MS b (%)	55,6 c	48,1 a	47,3 a	51,2 b	50,8 b	*	1,68
Taux MS c (%/h)	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	t	0,005
DT6MS (%)	55,2	59,1	59,4	57,9	58,0	NS	1,47
DT6Amidon (%)	76,1 a	89,1 b	91,4 b	89,6 b	90,7 b	NS	1,09
Furosines (mg/100 g protéines)		47,1	71,7	85,3	89,9	NS	19,9

Tableau 1 : Dégradabilité de la MS et de l'amidon du maïs fourrage vert, fermenté et déshydraté (moyenne des 2 variétés)
* : P<0,05 ; P<0,10 : t ; NS : Non Significatif ; a : fraction soluble ; b : fraction potentiellement dégradable ; c : taux horaire de disparition de la fraction b