

AGROCAMPUS OUEST

CFR Angers CFR Rennes

Année universitaire : 2019 - 2020

Spécialité :

Sciences et ingénierie en productions animales

Spécialisation (et option éventuelle) :

.....

Mémoire de fin d'études

d'ingénieur de l'École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AGROCAMPUS OUEST), école interne de l'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

de master de l'École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AGROCAMPUS OUEST), école interne de l'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Effet d'un complément alimentaire stimulateur de la rumination sur le démarrage de la lactation

Par : Margaux JOUENNE



Soutenu à Rennes le 10 septembre 2020

Devant le jury composé de :

Président : Lucile Montagne

Rapporteur : Jocelyne Flament

Maître de stage : Claude Aoun

Enseignant référent : Pierre-Guy Marnet

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Remerciements

Je tiens à remercier mes maîtres de stages : Claude AOUN et Laurence HUET pour m'avoir accueillie, encadrée et fait confiance pendant ces 6 mois de stage. La période du confinement n'a été simple pour personne mais vous êtes restées présentes et disponibles pour moi.

Je tiens également à remercier Stéphane Morvan, technico-commercial chez Saint-Jacques Aliments pour la collaboration et sa disponibilité lors des visites en élevages.

Je remercie les éleveurs chez qui j'ai pu réaliser les essais : Joanne et Arnaud Kerrogues ainsi que Jonathan Quelen. Ils m'ont suivie malgré la période et ont été assidus dans la réalisation de l'essai.

Un grand merci également à toute l'équipe Biochem en Allemagne, pour m'avoir accueillie et formée : Bastian Hildebrand, Marian Altemeier de m'avoir aidée à mettre au point le protocole et à construire mon rapport, Alexandra Schlagheck pour ses connaissances en statistiques et toutes les autres personnes que j'ai pu rencontrer durant cette semaine au sein de la maison mère de Biochem.

Je remercie mon enseignant tuteur, Pierre-Guy Marnet, pour son suivi, sa bienveillance et ses conseils tout au long du stage.

Table des matière

Remerciements.....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des annexes.....	
Liste des abréviations	
Introduction	1
I. Bibliographie.....	2
I.1. La période de transition autour du vêlage : une période critique	2
I.1.1. Diminution de la matière sèche ingérée autour du vêlage	2
I.1.2. Diminution de la rumination pendant cette période	2
I.1.3. La balance énergétique négative : une conséquence inévitable des besoins pour la production laitière	3
I.2. Une des maladies métaboliques survenant lors la période de transition : la cétose.....	4
I.2.1. Définition des cétozes.....	4
I.2.2. Prévalence et pic de prévalence des cétozes.....	4
I.2.3. Conséquences économiques des cétozes pour l'éleveur	5
I.2.4. Les cétozes sont une porte ouverte à d'autres problèmes : maladies de production ou de reproduction.....	5
I.3. Des solutions existent pour prévenir ou limiter les cétozes.....	6
I.3.1. Apport d'énergie en supplément de la ration pendant la période de transition.....	6
I.3.2. Augmenter le temps de rumination pour réduire la prévalence des cétozes	7
II – Matériel et méthodes.....	8
II.1. Présentation de l'essai	8
II.2. Les élevages de l'essai.....	8
II.3. Les animaux.....	8
II.4. Traitement de l'essai	9
II.4.1. Mise en place d'un test de détection des cétozes	9
II.4.2. Administration de Rumipro Appetizer	9
II.5. Données collectées de lors de l'essai.....	10
II.6. Traitement statistique des données	10
III – Résultats.....	11
III.1. Effet du traitement sur le temps de rumination autour du vêlage.....	11
III.2. Effet du traitement sur la concentration en BHB et la prévalence des cétozes	13
III.3. Effet du temps de rumination au vêlage sur les concentrations en BHB	13

III.4. Effet du traitement sur la production laitière	14
III.5. Effet du traitement sur les refus d'aliment au DAC : lien avec l'ingestion.....	14
IV – Discussion	15
IV.1. Temps de rumination : utilisation d'un produit préventif avec des temps de rumination élevés	15
IV.2. Les apports énergétiques lors de la période de transition limitent les cétozes	16
IV.3. Un nombre de vache trop faible pour détecter l'augmentation de production laitière permise par le produit	17
IV.4. Une ingestion des concentrés inchangée avec l'utilisation du produit.....	17
IV.5. Une rentabilité de l'utilisation du produit discutable	18
Perspectives et limites	19
Conclusion	20
Bibliographie.....	21
Annexes	24

Liste des abréviations

AGNE : Acides Gras Non Estérifiés

ANCOVA : Analyse de la Covariance

ANOVA : Analyse de la Variance

BHB : β -HydroxyButyrate

DAC : Distributeur Automatique de Concentrés

MAT : Matière Azotée Totale

MSI : Matière Sèche Ingérée

NDF : Neutral Detergent Fiber

TB : taux butyreux

TP : taux protéique

TR : Temps de Ruminantion

Liste des figures

Figure 1 : Moyenne des moindres carrés (\pm erreur standard) A) Matière sèche ingérée moyenne par jour, B) Nombre de visites au distributeur d'aliment par jour et C) Temps passé au distributeur par jour pour des vaches saines (■, n=10) ou des vaches diagnostiquées avec une cétose subclinique (◆, n=10) en fonction des semaines relatives au vêlage \dagger $P < 0,1$; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ (Goldhazk et al., 2009).

Figure 2 : Temps de rumination journalier (moyenne des moindres carrés \pm erreur standard) pendant la période de transition chez des primipares (cercles pleins et lignes pointillée) et des multipares (cercles vides et ligne continue)(Soriani et al., 2012).

Figure 3 : Besoins en énergie (●), ingestion (■) et équilibre (▲) des vaches témoins dans l'étude de Bertics et al. (1992) pendant la période de transition (Grummer, 1995).

Figure 4 : Évolution du β -hydroxybutyrate dans le plasma (moyenne des moindres carrés \pm erreur standard) pendant la période de transition chez des vaches catégorisées en fonction de leur temps de rumination (TR) avant le vêlage (TR court : ligne pointillée avec cercles vides, TR moyen : ligne avec tirets, carrés pleins et TR élevé : Ligne continue avec triangles vides)(Soriani et al., 2012).

Figure 5 : Métabolisme du propylène glycol (PG) et son interaction avec la céto-genèse du foie des ruminants. Les voies de la néoglucogénèse sont en lignes continues (Nielsen et Ingvarsen, 2004).

Figure 6 : Prélèvement de sang sur l'oreille (à gauche) et appareil de détection des céto-ses indiquant le résultat 0.8 mmol/l (à droite)(Source personnelle).

Figure 7 : Administration orale du Rumipro Appetizer (Source personnelle).

Figure 8 : Temps de rumination des vaches du groupe témoin (n=13, en orange) et du groupe traitement (n=13, en vert). Les pointillés correspondent aux primipares de chaque groupe.

Figure 9 : Moyenne (\pm écart-type) des temps de rumination des groupes Témoin (n=13) et Traitement (n=13) (* : $p < 0,05$)

Figure 10 : Moyenne (\pm écart-type) des temps de rumination des groupes Témoin (n=12) et Traitement (n=11) sans les vaches ayant des dysfonctionnements de colliers.

Figure 11A : Moyenne des productions laitières (\pm écart-type) des 7 premiers jours de lactation par groupe pour l'élevage A.

Figure 11B : Moyenne des productions laitières (\pm écart-type) des 7 premiers jours de lactation par groupe pour l'élevage B.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Présentation des élevages de l'essai

Tableau 3 : Concentrations moyennes (mmol/l) en corps cétoniques mesurées lors de l'essai.

Tableau 4 : Prévalence des cétozes dans les 2 élevages

Tableau 5 : Moyenne (\pm écart-type) des refus d'aliment (kg) au DAC par élevage et par groupe.

Liste des annexes

Annexe 1 : Liste des animaux de l'essai dans les 2 élevages avec leur répartition dans les 2 groupes : témoin ou traitement (**)

Annexe 2 : Composition des rations dans les élevages

Annexe 3 : Mode d'emploi du BHB Check : Système de mesure de la β -cétonémie

Introduction

Les maladies métaboliques sont des pathologies ayant un impact économique important pour l'éleveur. Elles surviennent majoritairement lors de la période de transition entre la fin de la gestation et le début de la lactation : de 3 semaines avant le vêlage à 3 semaines après le vêlage environ. Elles sont très fréquentes : d'après Leblanc (2010), 30 à 50 % des vaches laitières sont affectées par une forme de maladie métabolique ou infectieuse lors de cette période qui est la période critique pour la vache. Ces maladies métaboliques sont le résultat d'un déséquilibre entre les besoins pour la production laitière de la vache et les apports de l'alimentation (Vanholder et al., 2015). La plupart peuvent être limitées par des compléments alimentaires.

Dans le contexte actuel de prévention des maladies sans utiliser de médicaments, nous étudierons l'effet d'un stimulateur de rumination sur une des maladies métaboliques : la cétose. Les cétozes sont très présentes en élevage et ne sont pas toujours détectées par les éleveurs alors qu'elles engendrent des pertes de production, économiques ainsi que d'autres problèmes comme des difficultés de reproduction (Berge et Vertenten., 2014). Il est donc très important de pouvoir les prédire ou au moins de les détecter précocement (Leblanc, 2010).

Le lien entre la matière ingérée et donc les apports alimentaires des vaches et les cétozes est bien connu (Schirmann, 2013) mais le lien entre la rumination et les cétozes commence juste à être documenté (Kaufman et al., 2016).

La rumination est un indicateur du bon fonctionnement du rumen et donc du bien-être de la vache. La rumination varie en fonction de différents stress et elle peut révéler divers problèmes chez l'animal. Elle varie fortement au moment du vêlage. Il est donc primordial qu'elle revienne à la normale rapidement après le vêlage (Soriani et al., 2012). Elle peut facilement être monitorée grâce à des colliers portés par les vaches. Les données obtenues grâce aux colliers peuvent permettre de détecter facilement des dérèglements par les éleveurs et donc limiter les pertes de production et économiques (Elischer et al., 2013).

Le projet est réalisé avec l'entreprise Biochem. Biochem mbH est une entreprise fabriquant, développant et commercialisant des additifs et compléments alimentaires à destination de la nutrition et de la santé animale. Cette entreprise allemande, présente dans une soixantaine de pays, fournit des firmes services, des intégrateurs, des fabricants d'aliments ou des distributeurs pour les élevages bovins, porcins et avicoles majoritairement. Biochem s'est spécialisée dans le développement de concepts pour la réduction des antibiotiques et des médicaments en élevage.

Le projet consiste à voir l'effet du Rumipro Appetizer, un des produits de Biochem, stimulateur de la rumination. Nous voulons voir l'effet de la stimulation de la rumination par le Rumipro Appetizer sur le démarrage de la lactation : la prévalence des cétozes, la production laitière, la composition du lait et préciser le lien entre le temps de rumination au moment du vêlage et les cétozes avant, pendant et après le vêlage. Le but de l'étude est de voir si l'utilisation ponctuelle du produit, au moment du vêlage, permet de prévenir efficacement des cétozes et d'augmenter la production laitière en tout début de lactation.

Après une partie bibliographique, nous présenterons l'essai qui a été mis en place dans deux élevages. Nous analyserons ensuite les résultats de l'essai avant de les confronter à la littérature et de tirer des conclusions sur l'efficacité et les apports du produit Rumipro Appetizer.

I. Bibliographie

I.1. La période de transition autour du vêlage : une période critique

La période de transition est la période de 3 semaines avant le vêlage à 3 semaines après le vêlage. Elle inclut la période de préparation au vêlage pendant laquelle l'alimentation varie par rapport à l'alimentation du début du tarissement afin d'apporter à la vache ce qu'il lui faut pour bien commencer sa lactation (Grummer, 1995).

I.1.1. Diminution de la matière sèche ingérée autour du vêlage

Le comportement alimentaire et la matière sèche ingérée (MSI) par les vaches laitières changent pendant la période de transition. Ces changements permettent de détecter l'arrivée du vêlage. En effet, Schirmann et al. (2013) ont trouvé une diminution de 24 % de la MSI dans les 24 h précédant le vêlage par rapport aux jours 2 à 4 avant le vêlage. Ils ont aussi trouvé une diminution du temps consacré à l'alimentation par la vache de 32 % dans les 24 h précédant le vêlage et de 40 % dans les 24 h le suivant. Pour Goldhazk et al., (2009), ces changements de comportements alimentaires se font même plus tôt, à partir d'une semaine avant le vêlage. Mais plus ces changements se font tôt, plus l'animal a de risques de développer une forme de maladie métabolique comme la cétose.

Lors de cette période, les vaches ont besoin de beaucoup de nutriments apportés par l'alimentation car elles doivent avoir assez d'énergie pour la fin de croissance du fœtus ainsi que pour la production laitière qui augmentera de manière brutale à partir du vêlage. Ainsi, les vaches qui diminuent fortement leur ingestion avant le vêlage ont plus souvent des problèmes post vêlage. C'est ce que montre Goldhazk et al. (2009) sur la Figure 1 : les vaches détectées avec une cétose subclinique ont une ingestion plus faible : jusqu'à 26 % de moins la semaine suivant le vêlage. Cette même semaine, ces vaches vont 27 % de moins de fois au distributeur d'aliments et y restent moins longtemps. La forte diminution de la MSI avant le vêlage est donc un facteur de risque au développement de troubles métaboliques.

Les variations de MSI sont corrélées aux variations de temps de rumination avant le vêlage (Liboreiro et al., 2015). Ainsi, il est très important de suivre le temps de rumination des vaches, en plus de la quantité ingérée afin de limiter les problèmes postpartum.

I.1.2. Diminution de la rumination pendant cette période

La rumination est le processus cyclique de régurgitation des aliments du rumen vers la bouche, remastication, salivation puis re-ingurgitation pour réduire la taille des particules et améliorer la digestion des fibres. Elle permet d'augmenter la production de salive, qui a un effet tampon sur le pH du rumen. Une vache qui rumine normalement est un indicateur de bien-être (Beauchemin, 1991) : en effet, en état de stress, quel qu'il soit, la vache va passer moins de temps à ruminer. Le temps de rumination est aussi influencé par d'autres facteurs

comme la ration : elle dépend par exemple de la quantité de fibres insolubles dans les détergents neutres (NDF) (Soriani et al., 2012).

Le temps de rumination moyen quotidien est variable en fonction des auteurs. Pour Kaufman et al. (2016), il est compris entre 418 et 481 min/j pour des vaches en bonne santé. Soriani et al. (2012) trouvent des temps de rumination un peu plus élevés mais variables : en moyenne de 460 min/j pour les primipares à 499 min/j pour les multipares avec des vaches pouvant ruminer de 270 à 640 min/j.

Comme la MSI, le temps de rumination permet également de prédire le vêlage avec une forte diminution du temps de rumination (Figure 2) : En effet, tous les auteurs s'accordent sur le fait que le temps de rumination diminue fortement le jour précédent le vêlage (Soriani et al., 2012 ; Schirmann et al., 2013). Pour Schirmann et al. (2013), le temps de rumination diminue de 15 % dans les 24 h qui précèdent le vêlage et diminue de 31 % durant les 24 h qui le suivent comparé aux jours 2 à 4 avant le vêlage. Il peut diminuer de façon beaucoup plus importante : jusqu'à 70 % le jour du vêlage dans l'étude de Calamari et al. (2014). Comme nous pouvons le voir sur la Figure 2, ce temps de rumination est variable en fonction de la parité : les primipares ruminent chaque jour moins longtemps que les multipares, excepté le jour du vêlage où le temps de rumination est équivalent pour les primipares : 262 min/j et les multipares : 278 min/j (Soriani et al., 2012).

La diminution de la rumination le jour du vêlage est observée chez toutes les vaches. En revanche, certaines vaches reviennent à leur temps de rumination initial plus rapidement que d'autres : les vaches qui avaient un temps de rumination plus faible avant le vêlage reviennent à leur temps de rumination initial seulement après 15 jours de lactation contre 3 à 6 jours pour les vaches avec un temps de rumination initialement élevé. Presque toutes les vaches (91 %) du groupe à rumination faible ont été atteintes d'une pathologie (déplacement de la caillette, cétose etc.) (Calamari et al., 2014). Ainsi l'enjeu n'est pas seulement de limiter la diminution de la rumination au moment du vêlage mais aussi de favoriser la reprise de la rumination juste après le vêlage.

Cette diminution de la rumination montre que le fonctionnement du rumen n'est pas optimal au moment du vêlage et que des déséquilibres sont présents. Ces déséquilibres entraînent une balance énergétique négative chez la vache au moment du vêlage.

I.1.3. La balance énergétique négative : une conséquence inévitable des besoins pour la production laitière

La répartition des nutriments, aussi appelé homéorhèse, se fait de telle sorte que les nutriments sont prioritairement mobilisés pour la production de lait et la croissance du fœtus en fin de gestation. Durant cette période, la matière sèche ingérée est faible (Leblanc, 2010). Or la demande en nutriments à cette période est la plus haute : les besoins pour la gestation sont maximum. Il faut également de l'énergie pour préparer la production laitière. Les besoins sont donc supérieurs aux apports de nutriments par l'alimentation comme on peut le voir sur la Figure 3. Il en résulte une balance énergétique négative, courbe avec des triangles, qui peut être importante : jusqu'à environ 20 Mcal EN/jour peu après le vêlage. Ce déséquilibre est d'autant plus fort que la vache diminue son ingestion avant le vêlage (Grummer, 1995).

Pour contrer ce déficit énergétique, la vache utilise ses réserves corporelles. Cela libère des acides gras non estérifiés (AGNE) dans le sang. Ces AGNE sont soit utilisés par les muscles directement, soit ils vont dans le foie où une partie est oxydée complètement pour donner de l'énergie. L'autre partie est partiellement oxydée ce qui forme des corps cétoniques (β -hydroxybutarate (BHB), acétate et acétoacétate) transportés dans le sang pour retourner aux tissus adipeux. Ils peuvent être utilisés comme source alternative d'énergie. Ainsi, une faible concentration en ces molécules est normale. Quand les AGNE sont trop nombreux, la capacité d'oxydation totale du foie est saturée. Les AGNE sont transformés en triglycérides stockés dans le foie (Herdt, 2000) : c'est la stéatose ou phénomène du foie gras.

Cette balance énergétique négative est inévitable. Un système d'adaptation s'est donc créé. Quand ce système d'adaptation est dysfonctionnel, c'est la cétose : accumulation de corps cétoniques dans le sang.

I.2. Une des maladies métaboliques survenant lors la période de transition : la cétose

I.2.1. Définition des cétozes

Comme dit précédemment, la cétose se caractérise par une augmentation de la concentration en corps cétoniques dans le sang, dans l'urine ou encore dans le lait. On distingue 2 types de cétozes :

Les cétozes cliniques sont les cétozes le mieux détectées par les éleveurs car des signes cliniques sont visibles : une grosse perte d'état des vaches, des signes de nervosité ainsi qu'une alimentation et une production de lait diminuée (Baird, 1982). Elles sont caractérisées par une concentration en corps cétoniques très élevée : ≥ 2.9 mmol/l (Vanholder et al., 2015).

Les cétozes subcliniques sont peu détectées visuellement car il n'y a pas de signes cliniques visibles. Pour les détecter facilement, des outils sont commercialisés afin de tester la concentration en BHB dans le lait, le sang ou encore dans l'urine (Philippe et Raboisson, 2012 ; Alves de Oliveira et al., 2014 ; Zhang et al., 2012). Ils permettent, avec plus ou moins de précision en fonction des outils, d'obtenir la concentration en corps cétoniques dans le liquide. La valeur seuil pour le sang est 1,2 mmol/l. Une concentration supérieure à cette valeur indique une cétose (Alves de Oliveira et al., 2014).

I.2.2. Prévalence et pic de prévalence des cétozes

La prévalence des cétozes, c'est-à-dire le nombre de cas dans un élevage, est variable en fonction des auteurs. Pour les cétozes cliniques, Berge et Vertenten (2014) trouvent une prévalence entre 1,6 % et 23 %, 11,6 % pour Vanholder et al. (2015). Leur prévalence est relativement faible par rapport à celle des cétozes subcliniques.

Pour ce deuxième type de cétozes, la prévalence est moins précise car elles sont faiblement détectées par les éleveurs. Dans les études, elle est très variable en fonction des auteurs : pour Alves de Oliveira et al. (2014), la prévalence est de 27.6% chez des Prim'Holstein, de 47,2 % pour Vanholder et al. (2015) et jusqu'à 52 % en France pour Berge et Vertenten (2014). D'après Phillippe et Raboisson (2012), la prévalence des cétozes subcliniques varie en fonction de la parité : elle est plus forte avec les vaches de parité 3 et plus. De plus, comme on peut le voir sur la Figure 4, plus la vache a un temps de rumination

faible avant le vêlage (ligne en pointillés, cercles vides), plus la concentration en BHB sera élevée et donc supérieure à 1,2 mmol/l après le vêlage et donc plus il y aura de cétozes (Soriani et al., 2012).

Le tout début de la lactation est le moment où la cétoze concerne le plus de vaches. Les auteurs citent souvent les 3-4 premières semaines de lactation comme la plus à risque (Gantner et al., 2016, Leblanc, 2010) : Kaufman et al. (2016) cite la période du 5^{ème} au 11^{ème} jour de lactation comme période de prévalence maximale. Cette période peut varier de quelques jours en fonction de la parité. D'après Gantner et al. (2016), le pic de prévalence de cétozes chez les primipares est atteint au bout de 15 jours de lactation, alors que celui des multipares est atteint au bout de 25 jours.

I.2.3. Conséquences économiques des cétozes pour l'éleveur

Un effet significatif d'une cétoze a été montré sur le rendement en lait. Pour Gantner et al. (2016), une baisse comprise entre 4,21 et 2,73 kg/j a été trouvée. La variation entre les pertes dépend de la parité pour eux. Pour Geishauser et al. (2001), le coût d'une cétoze subclinique est de 78 \$ soit environ 73 €. Ce coût comprend :

- Une perte de lait d'environ 2 kg/j pendant 2 semaines (prix du lait à 0,28 €) : 7.5 €
- L'augmentation de l'intervalle vêlage – 1^{ère} IA de 2 semaines : 26 €
- Augmentation par 3 du risque de cétoze clinique : 20 €
- Augmentation par 3 du risque de déplacement de la caillette : 19,5 €

Sachant qu'au 1/04/2020, le prix du lait est à 0,36 €/l cela amènerait le coût d'une cétoze subclinique pour une vache à 10,1 € soit un prix total de 75,4 € par vache.

Si on prend les prévalences décrites dans le paragraphe I.2.2. pour un troupeau de 100 vaches, les pertes iront de 2081 € pour la prévalence de 27.6 % (Alves de Oliveira et al., 2014) à presque 4000 € pour la prévalence de 52 % (Berge et Vertenten, 2014). Pour McArt et al. (2015), le coût d'une cétoze est encore plus élevé : en prenant en compte les cas de déplacements de caillette et de métrites engendrés par les cétozes, ils trouvent un coût de 289 \$ soit 267 € par cas, toute parité confondue. Ces coûts restent difficiles à évaluer dû à la multiplicité des facteurs liés aux cétozes. Comme décrit dans le calcul des coûts, les cétozes entraînent d'autres problèmes. En effet, Leblanc (2010) décrit les liens entre cétoze subclinique et autres maladies de production et de reproduction.

I.2.4. Les cétozes sont une porte ouverte à d'autres problèmes : maladies de production ou de reproduction

Une cétoze subclinique dans les 2 premières semaines de lactation induit un risque 3 à 8 fois plus élevé de déplacement de la caillette, un risque 3 fois plus élevé de développer une métrite et augmente la durée et la sévérité des mammites (Leblanc, 2010). Cette relation entre la présence de cétoze et le développement d'autres pathologies est confirmée par Suthar et al. (2013).

Au niveau de la reproduction, une cétoze peut avoir un impact sur la reproduction jusqu'à 2 mois après le vêlage. La probabilité que la première IA soit fécondante est réduite. Aussi, le taux de gestation à 140 jours postpartum est plus faible : allongement de l'intervalle

vêlage – IA fécondante. Il passe de 108 jours pour des vaches saines à 124 jours en moyenne pour des vaches ayant une cétose. Cela est confirmé par Walsh et al., (2007) : une concentration en BHB sanguin supérieure ou égale à 1 mmol/l pendant la 1^{ère} semaine postpartum induit une baisse de 25 % de la probabilité de gestation.

Les cétozes n'entraînent pas uniquement des pertes de production mais également d'autres problèmes plus graves pouvant avoir des conséquences importantes pour l'élevage comme la réforme. Pour limiter ces problèmes, il est donc important d'essayer de prévenir les cétozes. Pour cela, différentes solutions peuvent être utilisées.

I.3. Des solutions existent pour prévenir ou limiter les cétozes

I.3.1. Apport d'énergie en supplément de la ration pendant la période de transition

L'apport d'énergie lors de la période de transition peut se faire grâce à différents produits. Nous étudierons un de ses produits, largement utilisé : le propylène glycol.

Dans le rumen, le propylène glycol est fermenté en propionate qui va permettre de produire de l'énergie via le cycle de Krebs (Figure 5). Il permet également de produire du pyruvate qui va également rentrer dans le cycle de Krebs afin de produire de l'énergie. L'effet du propylène glycol a été montré dans différentes études comme McArt et al. (2011) et Nielsen et Ingvarsten (2004). Ces derniers regroupent les résultats de plusieurs publications sur l'effet du propylène glycol.

Le propylène glycol permet de diminuer la concentration en BHB dans le sang. Ceci est d'autant plus vrai que les vaches ont une note d'état corporel élevée au vêlage. Une réduction de la concentration en AGNE dans le sang ainsi que des triglycérides dans le foie est aussi remarquée. Ainsi, Nielsen et Ingvarsten (2004) en concluent que le propylène glycol permet de diminuer le risque de cétose et de stéatose. Cette conclusion est partagée par McArt et al. (2011) qui trouvent qu'une vache traitée avec du propylène glycol a 1,5 fois plus de chance de résoudre sa cétose et 0.54 fois moins de chance d'avoir une cétose clinique.

Les auteurs ne sont pas d'accord sur les autres apports permis par le propylène glycol. Nielsen et Ingvarsten (2004) ne remarquent pas d'effet significatif du propylène glycol sur le rendement en lait ni sur la composition du lait alors que McArt et al. (2011) trouvent une production laitière significativement augmentée de 0,68 kg/j pendant les 30 premiers jours de lactation.

Le propylène glycol n'a pas que des avantages : il n'est pas très appétant. Donné seul dans la ration, il pourrait induire une réduction de la MSI s'il n'est pas mélangé à d'autres additifs comme du glycérol par exemple (Nielsen and Ingvarsten, 2004). De plus, à fortes doses, l'administration de propylène glycol peut être toxique pour les vaches laitières (Trabue et al., 2007). Dans leur essai, ils ont montré qu'au-delà de 500 g par jour, les vaches peuvent souffrir de dépression, avoir une salivation excessive ainsi qu'une haleine et des fèces anormales. Un autre des effets négatifs du propylène glycol dans le rumen est la production de composés sulfureux, créant une haleine sentant l'oignon/l'ail. Ces composés ont été montrés comme toxiques pour le bétail. Ils pourraient avoir des conséquences sur la

composition du microbiote ruminal. La fermentation du propylène glycol dans le rumen entraîne une accumulation de lactate qui ralentit les activités microbiennes. Du fait de ces effets néfastes lors de l'utilisation du propylène glycol, nous nous intéresserons à d'autres alternatives.

I.3.2. Augmenter le temps de rumination pour réduire la prévalence des cétooses

Une autre façon de réduire les cétooses en élevage est d'augmenter le temps de rumination via un additif alimentaire. En effet, des études comme celle de Devries et Chevaux (2014) montrent qu'une supplémentation en levures vivantes de type *Saccharomyces Cerevisiae* permet d'augmenter le temps de rumination. Or dans le paragraphe traitant de la diminution de la rumination pendant la période de transition I.1.2., nous avons vu que cette diminution du temps de rumination induit une augmentation du risque de maladies métaboliques dont les cétooses. Cet effet est également confirmé par Perdomo et al. (2019). Ainsi, la supplémentation en levures vivantes pourrait permettre de réduire la prévalence des cétooses via l'effet probiotique des levures.

Perdomo et al., (2019) montrent également que l'administration de levures vivantes permet d'augmenter le pH moyen du rumen. Cette stabilisation du pH traduit un meilleur équilibre du rumen et donc un meilleur fonctionnement, signe de bonne santé. Comme décrit précédemment, un rumen équilibré va induire une rumination et une ingestion élevées, et donc une balance énergétique moins négative, ce qui se traduira des concentrations en BHB plus faibles et donc une moindre prévalence des cétooses.

II – Matériel et méthodes

II.1. Présentation de l'essai

L'essai est réalisé grâce à une coopération entre l'entreprise Biochem, structure d'accueil de mon stage, et l'entreprise Saint-Jacques Aliments, fabricant d'aliments, situé à Saint-Gérand dans le Morbihan et filiale du Gouessant. Saint-Jacques aliments est un client de Biochem notamment en alimentation porcine (utilisation de probiotiques en alimentation des jeunes animaux et en complémentaire pour la préparation des mise-bas).

En s'intéressant aux produits pour les ruminants proposés par Biochem, Saint Jacques Aliments souhaitait tester le produit Rumipro Appetizer chez ses éleveurs avant son lancement. Cet essai se déroule dans 2 fermes équipées de robots de traite de marque Lely. Les vaches sont ainsi déjà équipées de colliers permettant d'obtenir les données de rumination. Il est donc facile de voir l'efficacité du produit sensé stimuler la rumination. De plus, peu de publications décrivant la relation entre la rumination et la prévalence des cétozes en tout début de lactation existent à notre connaissance. Ainsi, l'essai s'est basé sur la rumination comme indicateur du bon démarrage de la lactation.

II.2. Les élevages de l'essai

L'essai comprend 2 élevages laitiers situés en Bretagne équipés de robots de traite de marque Lely. Ces élevages ont été choisis car ce sont des élevages qui s'intéressent à la problématique des cétozes. Une description courte des élevages est présentée dans le Tableau 1.

II.3. Les animaux

Les élevages étant conduits avec des vêlages étalés, nous avons inclus dans l'essai toutes les vaches vêlant du 15 avril au 2 juillet 2020. La liste des animaux et leur répartition dans les groupes est disponible en Annexe 1. La répartition s'est faite de manière à avoir autant de primipares et de multipares dans chaque groupe afin d'obtenir des groupes de parité homogène dans chaque élevage.

Pour l'élevage A, il y a 14 vaches de race Prim'Holstein inclus dans l'essai dont 6 primipares et 8 multipares avec un rang de lactation moyen de 2,1. Les animaux ont été attribués à un des 2 groupes : Témoin ou Traitement. Ainsi le groupe témoin est composé de 3 primipares et 4 multipares de rang moyen de lactation 2,75. Le groupe traitement est composé de 3 primipares et 4 multipares de rang moyen de lactation 2,3.

Pour l'élevage B, 12 vaches de race Prim'Holstein sont incluses dans l'essai dont 3 primipares et 9 multipares avec un rang de lactation moyen de 2,3. Dans cet élevage, le groupe Témoin est composé de 2 primipares et 4 multipares de rang moyen de lactation 2. Le groupe traitement est composé de 1 primipare et 5 multipares de rang moyen de lactation 2,7.

Tout au long de l'essai, les animaux sont conduits sans changement particulier. Ils sont nourris avec les rations disponibles dans l'annexe 2. En complément de la ration, les 2 élevages utilisent un produit riche en énergie pour prévenir des cétozes : Energy Top F à base de bêtaïne et de glycérine. Ce produit est utilisé en routine pour toutes les vaches, de 3

semaines avant le vêlage jusqu'à 3 semaines postpartum. C'est un produit liquide distribué sur la ration pendant la fin du tarissement et grâce au robot sur les concentrés au début de la lactation. Avant ce produit, les éleveurs ont utilisé pendant plusieurs années le propylène glycol en préparation au vêlage. Mais du fait des problèmes liés à l'utilisation de ce composé, décrits en I.3.1., et des considérations éthiques, donner des produits issus de la pétrochimie à leur vache, les éleveurs ont décidé de changer de produit. Comme les éleveurs ont l'habitude d'utiliser un produit en préparation au vêlage, nous n'avons pas pu les convaincre d'arrêter l'utilisation d'Energy Top pendant l'essai.

II.4. Traitement de l'essai

Dans l'essai, chaque vache est suivie de 1 semaine avant sa date théorique de vêlage à 3 semaines après sa date réelle de vêlage.

II.4.1. Mise en place d'un test de détection des cétooses

Afin de détecter les cétooses de façon aisée, nous avons fourni à l'éleveur un appareil permettant de mesurer la quantité de BHB dans le sang. Cet appareil fonctionne avec le même principe que les appareils mesurant la glycémie des personnes diabétiques. Les bandelettes de test contiennent de la β -hydroxybutyrate déshydrogénase et un médiateur oxydé qui transfère des électrons lors de l'oxydation du BHB en acétoacétate. Le courant électrique créé lors de cette réaction est proportionnel à la quantité de BHB dans le sang.

Le BHBCheck a été validé par Sailer et al. (2018) : il a une spécificité de 93 % et une sensibilité de 91 %. Pour l'utiliser, il suffit de prendre une goutte de sang (0.7 μ L suffisent) d'une veine de l'oreille ou de la queue, que l'on prélève avec une lancette. Lorsque l'appareil est prêt à prendre la mesure, la bandelette de test, préalablement insérée dans le lecteur, aspire la quantité de sang nécessaire à la réalisation du test. Au bout de 5 secondes, le lecteur affiche le résultat. (Figure 6). Le mode d'emploi de l'appareil est disponible en annexe 3.

Ces tests de cétonémies sont réalisés sur les vaches des 2 groupes à 3 reprises : 7 jours avant le vêlage théorique, le jour du vêlage ainsi que 7 jours après le vêlage. D'après McArt et al. (2013), les cétooses peuvent aussi être présentes avant le vêlage, nous avons donc choisi des tester à ces 3 moments. Nous avons également choisi 7 jours pour le test après vêlage, date qui correspond aux pics des cétooses trouvée par Kaufman et al. (2016). Pour la détection des cétooses, nous utilisons le seuil de 1,2 mmol/l validé par plusieurs auteurs dans le paragraphe I.2.1..

II.4.2. Administration de Rumipro Appetizer

Le Rumipro Appetizer est le produit testé et utilisé dans l'essai. Il a été formulé par Biochem autour d'une association synergique entre 2 ingrédients : une levure vivante et une levure hydrolysée pour un effet pro-prébiotique. La levure vivante, de la souche *Saccharomyces Cerevisiae*, a un effet probiotique : elle permet une stabilisation de la valeur du pH ruminal et améliore la digestibilité des fibres en augmentant le nombre de bactéries cellulolytiques. L'utilisation de cette levure a aussi un effet d'augmentation de la production laitière.

La levure hydrolysée, de la souche *Saccharomyces Cerevisiae*, a, quant à elle, un effet prébiotique : stimulation des bactéries du rumen en apportant des micronutriments qui

permettent de créer les conditions optimales à la croissance des levures vivantes. L'association des levures vivantes et des levures hydrolysées stimule la croissance des bactéries et l'activité ruminale, ce qui va permettre d'augmenter l'ingestion et l'efficacité alimentaire.

Le Rumipro Appetizer contient également 3 autres composants :

L'orge malté et le propionate de calcium : la supplémentation en propionate de calcium augmente l'activité microbienne du rumen chez les cerfs (Liu et al., 2009). L'orge malté contient 3 types de sucres : maltose, maltodextrine et glucose. Ces sucres fournissent des carbohydrates qui sont facilement fermentescibles et donc utilisés par la flore ruminale pour leur croissance et leur activité. Les sucres rendent également le produit appétant et stimulent l'ingestion d'aliments et d'eau.

La bêtaïne : son action sur la rumination a été montrée par Wang et al. (2010). Elle permet d'augmenter la digestibilité de la ration et stabilise le pH du rumen. Elle est également un donneur de groupes méthyl, qui peuvent être utiles si les apports en méthionine sont limitants.

Les vitamines B1, B2, B6 et B12 vont soutenir le métabolisme dans les périodes où l'activité ruminale est diminuée.

Ce produit est distribué aux vaches du groupe Traitement dès que possible après le vêlage ainsi que 12 h après. A chaque administration, un sachet de 200 g de produit en poudre est dilué dans 700 ml d'eau tiède puis donné oralement (Figure 7).

II.5. Données collectées de lors de l'essai

Lors de l'essai, plusieurs types de données seront collectées :

- Les données de production de chaque vache de l'essai grâce au robot de traite : la quantité de lait produite par jour et la composition du lait (TP, TB)
- La consommation de concentré au distributeur automatique de concentrés (DAC) du robot
- Les données de rumination : temps de rumination journalier pour chaque vache
- Le poids des vaches obtenu grâce au pont bascule présent sous le robot
- Tout problème de santé survenant pendant la période d'essai (mammites, acidose, métrite, rétention de placenta etc.) observé par l'éleveur
- Les résultats des tests sanguins de cétonémie

Ces données seront analysées statistiquement dans la partie résultats.

II.6. Traitement statistique des données

Les données sont analysées grâce au logiciel R. Pour chaque variable, nous avons vérifié la normalité des données grâce à un test de Shapiro-Wilk. Pour les variables suivant une loi normale, et dans le cas où les variances sont homogènes, ce qui est vérifié grâce à un test de Fisher, nous avons réalisé une analyse de la covariance (ANCOVA) avec comme facteurs le groupe (témoin ou traitement) et l'élevage (A ou B), et comme covariable la parité. Si la parité n'est pas intéressante dans l'analyse, nous avons réalisé une analyse de la variance (ANOVA) à 2 facteurs : groupe et élevage.

Lorsque les variables ne suivent pas une loi normale, nous avons transformé ces variables avec des fonctions connues comme la fonction logarithme. Nous avons à nouveau regardé la distribution des données et réalisé des ANOVA ou ANCOVA. Dans le cas où la transformation ne fonctionne pas, nous réalisons un test non paramétrique de Wilcoxon.

Pour analyser la prévalence des cétozes où l'on compare 2 variables qualitatives : la présence ou non de cétozes et le groupe, nous réalisons un test du Khi2. Enfin pour évaluer la corrélation entre 2 variables quantitatives continues comme c'est le cas pour voir l'effet du temps de rumination sur les concentrations en BHB, nous faisons une régression linéaire simple.

La significativité de la p-value est précisée pour chaque test : NS : non significatif, * : $p < 0,05$.

III – Résultats

L'analyse des résultats ne concernera pas toutes les données indiquées dans le paragraphe II.5.. Dû à un problème sur les pesons des robots dans les 2 élevages, nous n'avons pas pu récupérer le poids des animaux lors de l'essai. Les données de composition du lait ne sont pas exploitables. En effet, il est nécessaire d'étalonner régulièrement le tank à lait pour que celles-ci soient valides, ce qui n'était pas le cas dans les élevages, étant adhérent du contrôle laitier. Enfin, aucun problème de santé n'a été remarqué sur les vaches de l'essai, il est donc inutile de faire le lien entre les cétozes et d'autres problèmes de production ou de reproduction comme nous avons pu le faire dans la bibliographie.

III.1. Effet du traitement sur le temps de rumination autour du vêlage

Nous avons récupéré les données de rumination grâce aux colliers Lely dont les vaches sont équipées. Ces colliers, qui permettent de monitorer la rumination, ont été validés par Schirmann et al. (2009). Nous avons récolté les données de 7 jours avant le vêlage à 7 jours après (Figure 8). Les génisses ne sont équipées de collier qu'à partir du vêlage. Pour ces animaux, seules les données de rumination des 7 jours après le vêlage sont disponibles et nous ne pouvons pas voir l'effet de la parité sur le temps de rumination avant vêlage.

Pour comparer statistiquement les données de rumination, nous avons utilisé la méthode décrite dans le II.6.. Nous avons regardé la distribution des données : elles sont distribuées de façon normale (test de Shapiro-Wilk) et les variances sont homogènes. Comme la parité nous intéresse après le vêlage, nous avons réalisé une ANCOVA. Ces analyses sur les données de rumination ne montrent pas d'effet significatif de l'élevage. Nous pouvons donc analyser les données comme s'il n'y avait qu'un seul élevage et donc avoir une puissance statistique supérieure du fait du nombre d'animaux plus important.

Nous avons calculé les moyennes et écart-types des temps de rumination par groupe pour chaque jour. Les résultats sont représentés graphiquement sur la Figure 9. Les temps de rumination moyens sont supérieurs à 500 min/j pour les 2 groupes les jours 7 à 2 avant vêlage ainsi que les jours 2 à 7 après vêlage. Pour les jours 1 avant et après vêlage, les temps de rumination sont plus faibles et atteignent un minimum le jour du vêlage où les temps de rumination diminuent de 40 à 45 % dans les 2 groupes par rapport aux jours 2 à 7 avant vêlage. Les temps de rumination sont très variables ce jour : cette variabilité est en

partie expliquée par le moment du vêlage des génisses. Si elles vêlent en fin de journée, elles seront équipées du collier à ce moment et donc leur temps de rumination sera beaucoup plus faible qu'une vache ayant eu le collier toute la journée. Cette explication est visible sur le graphique de la Figure 8 : le jour du vêlage, RuminationJ0, on voit que plusieurs vaches ont un temps de rumination inférieur ou égal à 100 min/j alors que la moyenne de temps de rumination le jour du vêlage est entre 296 et 302 min/j. Aussi, chaque vache réagit de façon différente au vêlage. Certaines vaches ne vont presque pas diminuer leur temps de rumination le jour du vêlage car elles sont peu stressées par exemple. En tout, nous avons 8 vaches sur 26 à avoir eu un temps de rumination le jour du vêlage supérieur à 400 min/j.

Statistiquement, une différence significative entre les temps de rumination des groupes Témoin et Traitement est visible pour le jour 1 avant vêlage (p -value=0,015), ainsi que les jours 3 (p -value=0,038) et 4 après vêlage (p -value=0,023). Cette différence va dans le sens d'une augmentation du temps de rumination dans le groupe témoin comme on peut le voir sur la Figure 9.

La différence entre les groupes pour le jour 1 avant vêlage est compliquée à expliquer car les vaches du groupe Traitement ne reçoivent le produit que le jour du vêlage. Aucune conduite d'élevage entre les 2 groupes n'est différente avant le jour du vêlage. Quelques explications possibles peuvent être des vaches plus stressées dans le groupe Traitement ou encore des heures de vêlage différentes dans les 2 groupes, qui induisent une diminution plus forte du temps de rumination le jour avant vêlage chez certaines vaches appartenant au groupe Traitement. Ces explications ne sont que des hypothèses et cette différence, n'étant pas induite par le Rumipro Appetizer, ne nous intéressera pas dans la suite de l'essai.

Pour les jours 3 et 4 après vêlage les différences sont plus facilement explicables. L'effet de la parité est significatif : les primipares ruminent significativement moins que les multipares : p -value=0,004 pour le jour 3 et p -value=0,003 pour le jour 4, ce qui est visible sur la Figure 8 avec les lignes en pointillés. Quelques primipares ont des temps de rumination qui augmentent de façon plus lente que les autres avec des temps d'environ 300 min/j les jours 3 et 4 après vêlage alors que la majorité des vaches ont des temps supérieurs à 500 min/j. Pour ces trois vaches aux temps de rumination très inférieurs, une vache du groupe Témoin et deux vaches du groupe Traitement, nous avons décidé d'enlever leur temps de rumination pour voir si les différences des jours 3 et 4 restaient significatives. Les données inférieures de ces vaches peuvent s'expliquer par des problèmes de colliers, ce qui pourra être confirmé avec leur données de production laitière. En recalculant les moyennes sans ces 3 vaches, nous obtenons la Figure 10 : il n'y a plus de différence significative entre le groupe Témoin et Traitement pour les jours 3 et 4. La différence du jour avant le vêlage reste significative, car comme dit précédemment nous n'avons pas les données de rumination des génisses avant vêlage.

Pour les autres jours, nous n'avons détecté aucune différence significative entre les 2 groupes.

Le traitement avec le Rumipro Appetizer n'a pas montré de différence sur le temps de rumination, et ce dans les 2 élevages.

III.2. Effet du traitement sur la concentration en BHB et la prévalence des cétooses

Le premier test a été réalisé à 7 jours de la date théorique du vêlage. Or les vaches ont vêlé en moyenne 2,6 jours avant le terme dans l'élevage A avec des vêlages allant de 10 jours avant le terme à 5 jours après. Pour l'élevage B, les vaches ont vêlé en moyenne 3,3 jours avant le terme, avec des vêlages allant de 21 jours avant le terme à 7 jours après. Les dates de vêlage théoriques et réelles sont disponibles dans l'Annexe 1. Il faudra tenir compte de cet écart dans les interprétations des résultats du 1^{er} test. Ces écarts entre la date théorique et la date réelle de vêlage font qu'il nous manque quelques données de concentrations : quand les vaches vêlaient plus de 7 jours avant leur date de vêlage théorique, le premier test sensé être 7 jours avant le vêlage n'a pas pu être réalisé.

La normalité des données est respectée pour les concentrations du premier test, nous réalisons donc directement une analyse. Pour les 2 autres tests, les variables ne suivant pas une loi normale, elles sont transformées grâce à Log10, ce qui les rend normales.

L'analyse montre que l'effet élevage est significatif ($p\text{-value}=0,001$) pour le premier test (7 jours avant vêlage) mais pas pour les 2 autres tests. Nous analysons les données des 2 élevages séparément pour le premier test et ensemble pour les 2 autres tests.

Les moyennes des concentrations en BHB par groupe pour chaque jour de test sont disponibles dans le Tableau 3. Des valeurs supérieures sont observées pour le premier test dans l'élevage B, ce qui justifie l'effet significatif de l'élevage dans l'analyse statistique. Nous réalisons des ANCOVA pour évaluer si des différences sont présentes entre les 2 groupes et/ou élevages et voir s'il y avait un effet de la parité. Ces analyses ne nous ont pas permis d'observer de différence significative entre les groupes dans chaque élevage pour le test 1 et entre les 2 groupes des 2 élevages confondus pour les tests 2 et 3. Aucun effet de la parité n'a été détecté dans les analyses quel que soit le test.

Il n'y a pas d'effet du traitement sur les concentrations en BHB à ces dates. La concentration maximale obtenue pour un test est de 1,6 mmol/l, aucune cétoose clinique ne s'est déclarée. Les concentrations en BHB des vaches de l'essai sont relativement faibles. Nous pourrions relier ceci à la ration des vaches et ses apports en énergie ainsi qu'à la supplémentation en Energy Top.

Nous avons ensuite calculé la prévalence des cétooses c'est-à-dire le nombre de cas de cétoose dans chaque groupe. Les résultats sont disponibles dans le Tableau 4. Aucune cétoose n'a eu lieu avant le vêlage. Pour le groupe Témoin, le nombre de cétoose augmente d'un cas après le vêlage alors qu'il reste le même pour le groupe Traitement.

Cette prévalence a été analysée grâce à un test du Khi2, la variable à expliquer et la variable explicative étant qualitatives. Nous n'avons pas trouvé de lien significatif entre le traitement et la prévalence des cétooses.

III.3. Effet du temps de rumination au vêlage sur les concentrations en BHB

Un des objectifs de l'essai était de voir le lien entre le temps de rumination au vêlage et la prévalence des cétooses. Nous avons donc réalisé des régressions linéaires simples entre le temps de rumination : variable quantitative et chacune des variables de concentrations en BHB, aussi quantitatives.

Aucune corrélation significative n'a été trouvée entre les concentrations en BHB et les temps de rumination. Notre essai ne met pas en avant de lien entre le temps de rumination et la concentration en corps cétoniques dans le sang autour du vêlage.

III.4. Effet du traitement sur la production laitière

Toutes les variables de production laitière sont distribuées de façon normale. Nous faisons des analyses ANOVA sur chaque variable. Nous ne nous intéressons pas à la parité dans ces analyses, car l'effet est évident. L'effet élevage étant significatif, nous analyserons les données de production laitière de chaque élevage séparément.

Les moyennes et les écart-types de la production laitière des 7 premiers jours de lactation sont représentés sur les Figure 11A et 11B. Pour l'élevage A, on ne remarque pas de différence graphique entre le groupe Témoin et le groupe Traitement. Les analyses statistiques confirment cela : il n'y a pas de différence significative entre les groupes, quel que soit le jour, du jour du vêlage au jour 21 après vêlage. La production laitière semble toutefois légèrement supérieure dans le groupe Traitement : on remarque une augmentation de la production moyenne du groupe Traitement de 100 g à 2,7 kg par rapport au groupe Témoin.

Pour l'élevage B, cette différence est plus marquée : on remarque numériquement un écart entre le groupe Témoin et le groupe Traitement bien que les barres d'erreur se recoupent. Les analyses statistiques ne montrent pas de différence significative entre les groupes. La tendance remarquée dans l'élevage 1 est confirmée dans l'élevage B : on observe une augmentation non négligeable de la production moyenne du groupe Traitement de 3 à 7 kg par rapport au groupe Témoin. La significativité de cette amélioration est peut-être masquée par le faible nombre d'animaux dans l'essai.

Cette tendance visible sur les 7 premiers jours de lactation se confirme sur les 3 premières semaines. L'écart de production entre les 2 groupes est maximal la deuxième semaine même si aucune différence significative n'est observée. Durant les 3 premières semaines, la moyenne de production du groupe Traitement dans l'élevage A est de 0,8 à 1,1 kg/j plus élevé que celle du groupe Témoin. Pour l'élevage B, la moyenne de production du groupe Traitement est de 3,8 à 6,2 kg/j plus élevé que la moyenne du groupe Témoin.

III.5. Effet du traitement sur les refus d'aliment au DAC : lien avec l'ingestion

Les refus d'aliments au DAC sont calculés par une différence entre la quantité d'aliment programmée par les éleveurs dans le robot et ce que la vache ingère. Ces refus sont calculés pour la première semaine de lactation. Comme les quantités d'aliment programmées sont différentes dans les 2 élevages, nous analyserons les élevages séparément. Les moyennes de ces refus sont disponibles dans le Tableau 5.

Pour chacun des élevages, les variables ne suivent pas une loi normale, nous réalisons un test non paramétrique de Wilcoxon afin de détecter une différence entre les 2 groupes. Ce test ne permet pas de détecter de différence significative entre le groupe Témoin et le groupe Traitement, quel que soit l'élevage considéré. Il n'y a pas non plus d'effet de la parité sur les refus de concentrés.

IV – Discussion

IV.1. Temps de rumination : utilisation d'un produit préventif avec des temps de rumination élevés

Les temps de rumination obtenus lors de l'essai sont supérieurs aux temps décrits par Kaufman et al. (2016) qui varient entre 418 et 481 min/j. Ils sont plutôt en accord avec ceux trouvés par Soriani et al. (2012) : excepté le jour du vêlage, les temps de rumination moyens sont supérieurs à 500 min/j avec un groupe ruminant jusqu'à 640 min/jour. Le jour du vêlage, la diminution de la rumination de 40 à 45 % est conforme avec l'étude de Calamari et al. (2014) dans laquelle le temps de rumination diminue de 70 % le jour du vêlage. Cette diminution est décrite par plusieurs auteurs (Soriani et al. (2015), Calamari et al. (2014)) comme multifactorielle : stress, changements hormonaux au moment du vêlage et variant individuellement.

Nos résultats confirment aussi que le temps de rumination des primipares est inférieur à celui des multipares (Figure 8). Cette différence en fonction de la parité, avec certains temps de rumination très faibles les jours suivant le vêlage chez certaines primipares, peut s'expliquer par des dysfonctionnements de colliers suite à leur installation : les temps de rumination des 3 vaches dont les données ont été éliminées suite aux analyses sont incompatibles avec une augmentation de la production laitière. Or ces 3 vaches ont des productions laitières qui augmentent comme toutes les autres vaches lors de la première semaine de lactation. Ceci indique bien que les temps de rumination indiqués par le collier ne correspondent pas aux temps réels de rumination et valide le fait d'avoir supprimé les données de rumination de ces 3 vaches. Si le collier avait été posé au cou des génisses au moment de la réalisation du premier test, on peut supposer qu'elles auraient eu plus le temps de s'y habituer ce qui aurait limité ce genre de problèmes. Soriani et al. (2015) donnent une autre explication à cette différence. Les primipares s'adaptent plus lentement aux changements qu'impliquent la lactation, qui est inconnue pour elles et ont notamment un temps de rumination réduit pendant la traite.

Cette diminution de la rumination le jour du vêlage n'est pas un problème si la récupération jusqu'au temps de rumination initial se fait rapidement. Les résultats indiquent que les vaches de l'essai reviennent à leur temps de rumination initial 1 à 3 jours après le vêlage, et ce dans les 2 groupes. Cette reprise de la rumination est rapide par rapport aux reprises énoncées dans la bibliographie : entre 3 à 15 jours dans l'étude de Calamari et al. (2014). D'après lui, cette reprise est accélérée par un temps de rumination initialement élevé. Or, les vaches de l'essai ont des temps de rumination élevés comme décrit précédemment. Ceci est donc en accord avec la reprise rapide d'une rumination normale après le vêlage.

Ces deux résultats, temps de rumination élevés et retour rapide à la situation initiale, indiquent une activité ruminale élevée chez les vaches de l'essai et donc des animaux en bonne santé comme l'indique Beauchemin (1991). Or, le produit testé, Rumipro Appetizer, a été développé pour des périodes de faible activité du rumen. Dans cet essai, il a été employé en préventif, c'est-à-dire sans savoir si l'activité ruminale allait se dégrader au moment du vêlage. Ainsi, nous pouvons supposer que le produit ne permet pas d'augmenter le temps de rumination quand celui-ci est déjà élevé et stable : les vaches du groupe Traitement aurait sans doute eu un temps de rumination similaire si elles n'avaient pas ingéré le produit. Il faudrait réaliser un essai en utilisant le produit en curatif, lorsque l'activité ruminale d'une vache diminue fortement, afin de voir la réelle efficacité du produit sur le temps de rumination.

IV.2. Les apports énergétiques lors de la période de transition limitent les cétozes

Le premier test, 7 jours avant la date de vêlage théorique, a été réalisé suite à la lecture de l'étude de McArt et al. (2013) qui montre que la prévalence des cétozes avant le vêlage n'est pas négligeable et qu'elle a un lien avec la santé des animaux et leur production après le vêlage. En réalisant ce 1^{er} test, nous pouvions relier le temps de rumination aux cétozes, avant, pendant et après le vêlage, et également observer un lien entre les cétozes avant et après le vêlage. Mais une des limites de ce test, bien qu'elle soit très difficile à éviter, est que ce test est réalisé à une date théorique. Or cette date théorique est souvent différente de la date réelle de vêlage comme montré dans le paragraphe III.2.. La comparaison des concentrations en BHB obtenues lors du premier test est donc discutable, bien que non significative. De plus, tous les tests n'ont pas été fait au même moment par rapport aux repas ou par rapport au vêlage dans le cas du 2^{ème} test, ce qui a pu modifier les concentrations mesurées en BHB. Nous n'avons pas pu observer de lien entre les cétozes avant et après le vêlage car nous n'avons pas eu de cas de cétoze avant le vêlage.

Quand nous comparons les prévalences et les concentrations sanguines en BHB des vaches de l'essai avec celles trouvées dans la bibliographie, nous remarquons que nos valeurs sont relativement faibles. Nous avons une prévalence maximale des cétozes de 23 % dans l'essai alors que Alves de Oliveira et al. (2014) trouvent une prévalence de 27,6 % et que Vanholder et al. (2015) l'évaluent à 47,2 %. Malgré le nombre réduit d'animaux dans l'essai, la prévalence est faible, ce qui peut révéler des apports énergétiques suffisants pour passer avec succès cette période critique.

Une cétoze subclinique, c'est à dire sans signes cliniques visibles, est caractérisée par une concentration en BHB sanguin comprise entre 1,2 et 2,9 mmol/l. Dans notre essai, la concentration maximale trouvée est de 1,6 mmol/l. En plus de n'avoir pas observé de cétoze clinique, les cétozes subcliniques qui se sont déclarées sont d'importance modérée au vu de la concentration maximale en BHB. Cela confirme encore une fois la cohérence des apports en énergie aux vaches en période de transition dans ces élevages.

L'absence de différence entre les groupes Témoin et Traitement vis-à-vis des cétozes montre que le produit n'a pas eu d'effet sur les cétozes, qui sont déjà peu présentes. La faible prévalence peut s'expliquer par le fait que l'essai se déroule dans une ferme commerciale, qui utilise un produit très riche en énergie à la préparation au vêlage ainsi qu'au début de la lactation afin de limiter les cétozes. Les éleveurs voulaient continuer d'utiliser ce produit le temps de l'essai. Les résultats sur les cétozes sont donc dépendants de l'utilisation de ce produit. Nous supposons que l'action du Rumipro Appetizer sur les cétozes aurait été différente si les vaches n'avaient pas reçu ce produit riche en énergie.

Les cétozes dans le groupe Témoin augmentent du 2^{ème} au 3^{ème} test ce qui paraît normal au vu de la bibliographie : le pic de cétoze est atteint au bout de quelques jours de lactation. Kaufman et al. (2016) trouvent un pic de prévalence des cétozes entre le 5^{ème} et le 11^{ème} jour de lactation, les cétozes ont donc tendance à augmenter jusqu'à cette période. Dans le groupe Traitement, les cétozes n'augmentent pas et restent au nombre de 3 cas. Ceci peut peut-être montrer non pas une diminution des cétozes mais plutôt une stabilisation de celles-ci par l'apport du Rumipro Appetizer. Mais la différence entre le nombre de cas dans chaque groupe est trop faible pour tirer des conclusions.

Kaufman et al. (2016) n'ont pas réussi à observer de lien entre le temps de rumination et les cétozes chez les primipares. En revanche, chez les multipares, ils ont trouvé un temps de rumination plus faible chez les vaches diagnostiquées avec une cétoze que chez les vaches saines. Dans leur étude, un temps de rumination élevé dans la semaine précédant le vêlage est relié à un plus faible risque de cétoze. L'utilisation du Rumipro Appetizer dans notre essai ne nous permet pas de confirmer le lien entre le temps de rumination et les cétozes. Les temps de rumination élevés des vaches de l'essai indiquent un bon fonctionnement du rumen et donc peu de lien avec les maladies métaboliques dont font partie les cétozes. Le petit nombre de vaches ayant eu une cétoze, d'importance modérée, ne nous permet pas de lier temps de rumination et cétozes. Afin de confirmer ce lien, il faudrait faire un essai avec plus d'animaux qui ne reçoivent pas de produit limitant les cétozes avant le vêlage.

IV.3. Un nombre de vache trop faible pour détecter l'augmentation de production laitière permise par le produit

D'après les résultats, le traitement n'a statistiquement pas d'effet significatif sur la production laitière même si une tendance se dégage. La production du groupe Traitement semble supérieure à celle du groupe Témoin. Cette absence de différence significative peut s'expliquer par le faible nombre de vaches dans l'essai. Il n'inclut que 14 vaches dans l'élevage A et 12 vaches dans l'élevage B, soit respectivement 7 et 6 vaches dans chaque groupe par élevage. Dans ces groupes, la variabilité est donc élevée. Pour avoir un minimum de vaches dans chaque groupe, nous sommes obligés d'analyser ensemble la production des primipares et celle des multipares. Cela induit des données de production très variables : le premier jour de lactation, la production varie de 1,8 l pour une primipare à 20,2 l pour une multipare. Cette différence de production reste présente sur les 3 premières semaines de lactation, semaines où nous avons les données de production. Ainsi, avec plus de vaches dans chaque groupe, nous aurions pu séparer les multipares des primipares dans les analyses et une différence significative entre les 2 groupes serait peut-être ressortie.

Calamari et al. (2014), trouvent une corrélation positive avec $r=0,33$ entre le temps de rumination et la production laitière en début de lactation. Dans notre essai, les temps de rumination entre les 2 groupes ne sont pas différents mais la production laitière est légèrement supérieure dans le groupe Traitement des 2 élevages. Cette production laitière supérieure dans le groupe Traitement ne s'explique donc pas par le temps de rumination mais par d'autres facteurs. Afin de déterminer la cause exacte de cette augmentation de production laitière, il aurait été important d'avoir une composition exploitable du lait pour cette période afin de voir s'il s'agit uniquement de dilution mais aussi d'avoir l'ingestion totale. Si les vaches du groupe Traitement mange plus que celles du groupe Témoin, il est alors explicable qu'elles produisent plus de lait.

IV.4. Une ingestion des concentrés inchangée avec l'utilisation du produit

Les résultats n'ont pas montré de différence entre les 2 groupes sur l'ingestion des concentrés. Ceci peut s'expliquer car les concentrés distribués au DAC du robot sont particulièrement appétants. Le produit riche en énergie permettant de limiter les cétozes est un produit liquide versé sur les concentrés. Ce produit contient de la glycérine, ingrédient riche en énergie et très appétant car sucré. Ces concentrés, du fait de leur appétence, sont même parfois utilisés pour attirer les vaches au robot de traite. Ceci est une première explication des refus faibles dans les 2 groupes des 2 élevages.

Lors de l'essai, nous n'avons observé aucune autre maladie métabolique que les cétozes. Comme le montre Goldhawk et al. (2009), de telles problèmes induisent des diminutions de l'ingestion. Dans notre cas, il n'y a pas eu de raison de diminution de l'ingestion, dans aucun des 2 groupes des 2 élevages. Les lactations ont commencé avec des vaches en bonne santé, d'où l'absence de différence d'ingestion.

Les refus et donc l'ingestion des concentrés, calculés grâce au robot de traite, ne sont pas révélateurs de l'ingestion totale. Nous n'avons pas pu avoir les refus totaux, qui nous auraient permis de déduire l'ingestion totale de la ration distribuée sur la table d'alimentation. Les vaches de l'essai ayant accès à la même auge que le reste du troupeau, il nous était quasiment impossible d'avoir l'ingestion ou les refus individuels. Avec cette ingestion totale, nous aurions peut-être vu un effet du produit, dans le sens d'une augmentation de l'ingestion dans le groupe Traitement, comme nous l'avions supposé au début de l'essai et nous aurions pu relier cela à l'augmentation de production laitière.

IV.5. Une rentabilité de l'utilisation du produit discutable

Comme décrit dans le paragraphe I.2.3., en utilisant les calculs de Geishauser et al. (2001), nous trouvons un prix général par cétoze subclinique de 75,4 €. Nos résultats indiquent une prévalence maximale de 23 %. Ce qui revient à un coût total des cétozes de 1734,2 €/an pour un troupeau de 100 vaches. Aucune autre maladie de production n'a été observée dans les élevages, ce qui limite les coûts secondaires induits par les cétozes. Ce coût n'est pas un coût exact car il dépend des différents facteurs. Ce n'est qu'une estimation des coûts entraînés par les cétozes.

Comme expliqué dans le paragraphe IV.2., pour limiter les cétozes, les éleveurs ont décidé d'investir dans un produit riche en énergie. Ce produit leur coûte 1,9 €/l. Il est distribué pendant 3 semaines avant le vêlage à hauteur de 250 ml/vache/jour puis pendant les 3 premières semaines de lactation à hauteur de 300 ml/vache/jour. Une quantité de 1155 l/an est donc nécessaire, toujours pour un troupeau de 100 vaches. Il serait intéressant d'avoir la prévalence des cétozes sans l'utilisation de ce produit afin de voir si cet investissement de 2194,5 € est justifié.

Si l'on tient compte de l'augmentation de production laitière, bien qu'elle ne soit pas significative, nous obtenons une augmentation de la paye de lait. Dans l'élevage A, l'augmentation va de 100 g à 2,7 kg soit une plus-value pouvant aller jusqu'à 0,97 €/vache/jour. Pour l'élevage B, la production augmente de 3 à 7 kg soit une augmentation de 1,1 € à 2,5 €/vache/jour. Nous savons d'après les résultats que cette production laitière plus élevée dans le groupe Traitement est vérifiée sur les 3 premières semaines de lactation. Cela fait au total un gain maximal de 20,4 €/vache soit 2040 € pour 100 vaches dans l'élevage A et un gain qui varie entre 23,1€ et 52,5€/vache soit pour 100 vaches, une plus-value de 2310 € à 5250 € dans l'élevage B. Il faudrait récolter les données de production sur une plus longue période afin de voir combien de temps cette tendance entre les 2 groupes persiste au cours de la lactation.

Le produit testé, Rumipro Appetizer revient à 3,6 €/200 g à l'éleveur. Deux doses de 200 g sont administrées à chaque vache au vêlage. Le coût pour un troupeau de 100 vaches est donc de 720 €/an en préventif. Lorsque l'on prend en compte les gains permis par l'augmentation de la production laitière, nous arrivons à avoir un retour sur investissement dans ces deux élevages. Ce retour sur investissement serait d'autant plus important dans le

cas où l'augmentation de production laitière perdure plus longtemps que les 3 semaines mesurées dans l'essai. Dans ces conditions, l'investissement dans le Rumipro Appetizer peut être intéressant. Il faudrait déterminer les conditions d'élevages permettant une efficacité du produit sur le temps de rumination et sur les cétooses afin qu'il soit intéressant pour limiter les cétooses et/ou augmenter le temps de rumination. Pour cela, des essais pourraient inclure une utilisation du produit en curatif, lors de fortes diminutions du temps de rumination ou être utilisé dans des élevages avec des temps de rumination avant vêlage plutôt faibles. La rentabilité du produit dépendrait alors de l'importance de la diminution des cétooses et de l'augmentation de la production laitière induite par le produit.

Le lien entre le temps de rumination et les cétooses n'étant pas confirmé par l'essai, il serait intéressant de continuer les tests sanguins de concentrations en BHB afin de détecter les cétooses, le temps de rumination n'étant pas assez fiable pour les repérer. Le prix de l'appareil est de 95 €, avec 50 bandelettes de tests, les suivantes coûtant 50 € les 25 bandelettes. Comme discuté précédemment, la fiabilité du premier test, avant vêlage, étant faible, il serait intéressant pour l'éleveur de pratiquer uniquement les tests le jour du vêlage ainsi qu'une ou deux semaines après vêlage. Cela ajouterait un coût supplémentaire pour un troupeau de 100 de vaches 200 € à ajouter aux coûts des cétooses.

Perspectives et limites

Ce travail a entre autres permis de montrer les limites de l'utilisation du produit Rumipro Appetizer. Ce produit est déjà utilisé dans plusieurs pays dont l'Allemagne mais il doit faire l'objet d'essais supplémentaires dans chaque pays où il est lancé afin de démontrer son efficacité. Les conditions optimales à son utilisation doivent être précisées : en curatif ou en préventif, le niveau de temps de rumination au-delà duquel le produit n'a plus d'effet, les augmentations de production laitière attendues. Les éleveurs doivent être accompagnés avant leur investissement afin qu'ils obtiennent des résultats probants.

Dans tout le protocole utilisé par les éleveurs pour réduire les cétooses, il serait important de tester chaque élément seul, sur une partie du troupeau afin de voir les effets apportés par chaque élément : une ration riche en énergie, un apport d'énergie supplémentaire avec un complément alimentaire. Il faudrait à chaque étape réaliser des tests de détection des cétooses afin de voir l'efficacité de chaque produit. Avec toutes ces informations ainsi que le coût de ses suppléments, les éleveurs pourraient décider d'investir dans une solution en sachant les résultats réels et leur retour sur investissement.

D'autres essais doivent être réalisés : des données de plusieurs tests sur un plus grand nombre de vaches doivent être récoltées afin de valider les effets du produit. Ce seul essai n'est pas suffisant. La période particulière vécue cette année nous a limité la possibilité de réaliser l'essai dans plus d'élevages. Certains éleveurs se sont désistés et d'autres n'ont pas pu démarrer l'essai.

Une des limites importantes de l'essai est le manque des données d'ingestion totale. Nous remarquons une augmentation de la production laitière mais sans pouvoir la comparer avec l'ingestion. Ainsi, nous ne pouvons pas réellement savoir l'action du produit, s'il agit en augmentant l'ingestion ou si son effet est sur d'autres paramètres.

Il serait également intéressant d'aller plus loin dans l'étude du lien entre le temps de rumination et les cétooses. Si la nature du lien était confirmée, cela permettrait de pouvoir

détecter les cétozes en regardant les temps de rumination sur le logiciel du robot. La détection des cétozes pourrait aussi se faire grâce aux taux du lait, mais pour cela, il faudrait étalonner régulièrement le tank afin d'avoir les valeurs réelles des taux. Cela permettrait de ne pas avoir à faire les tests de cétonémie.

Conclusion

Dans l'objectif du lancement d'un nouveau produit en France, l'entreprise Biochem voulait réaliser des essais en élevages avec le Rumipro Appetizer. Ce produit contient des probiotiques et prébiotiques ainsi que d'autres composants apportant des sucres et des vitamines. Il a été développé dans le but d'augmenter le temps de rumination et donc l'ingestion dans des périodes de faible activité ruminale. Cet essai a été réalisé dans des deux élevages laitiers bretons afin de confirmer les résultats obtenus dans d'autres pays.

Les animaux de l'essai ont eu des temps de rumination élevés, que ce soit avant ou après le vêlage. Ces temps de rumination indiquent des vaches en bonne santé et donc peu atteintes par des maladies métaboliques telles que les cétozes. Ce qui est confirmé dans les résultats : les concentrations obtenues en BHB et donc la prévalence des cétozes sont relativement faibles. Les vaches reçoivent un produit riche en énergie pour limiter les cétozes pendant la période de transition. Ce produit induit un biais dans les résultats car la prévalence des cétozes est diminuée et il cache un éventuel effet du Rumipro Appetizer. Nous n'avons malheureusement pas pu inclure assez d'animaux dans l'essai pour avoir une puissance statistique suffisante. Les résultats sont donc dépendants de ce manque de significativité. Nous n'avons pas observé de réel effet du produit. Une légère augmentation de la production laitière est néanmoins visible chez les vaches traitées. Mais elle n'est pas assez importante pour justifier l'investissement dans ce produit, les autres bénéfices escomptés n'étant pas vérifiés. Ce manque de résultats significatif indique que d'autres essais ainsi que d'autres protocoles sont nécessaires avant de commercialiser ce produit en France afin de préciser les conditions dans lesquelles le produit est efficace. Pourtant ce produit est déjà commercialisé en Allemagne où son efficacité a été prouvée par une augmentation significative du temps de rumination et de la production laitière.

Je pense qu'il aurait été plus intéressant de s'attarder sur l'ingestion plus que sur le temps de rumination. Biochem s'est positionné sur ce produit à travers le temps de rumination et sa stimulation au moment du vêlage. Or, on regarde ce temps de rumination dans une période où l'ingestion diminue fortement et c'est cette diminution d'ingestion qui entraîne la diminution de rumination. Il me semble que le premier problème soit donc l'ingestion.

Bibliographie

Alves de Oliveira, L., E. Bertrand et L. Commun. 2014. IDEC© : un indicateur de cétose chez la vache laitière. Rencontres Recherches Ruminants. 21.

Baird, G. D. 1982. Primary ketosis in the high-producing dairy cows: Clinical and subclinical disorders, treatment, prevention, and outlook. Journal of Dairy Science. 61:1-10.

Beauchemin, K. A. 1991. Ingestion and mastication of feed by dairy cattle. Veterinary Clinics of North America : Food Animal Practice 7:439-463.

Berge, A. C. et G. Vertenten. 2014. A field study to determine prevalence, dairy herd management systems and fresh cow clinical conditions associated with ketosis in western European dairy herds. Journal of Dairy Science. 97:2145-2154.

Calamari, L., N. Soriani, G. Panella, F. Petrera, A. Minuti et E. Trevisi. 2014. Rumination time around calving: An early signal to detect cows at greater risk of disease. Journal of Dairy Science. 97:3635-3647.

Devries, T. et E. Chevaux. 2014. Modification of the feeding behavior of dairy cows through live yeast supplementation. Journal of Dairy Science. 97:6499-6510.

Elischer, M., M. Arceo, E. Karcher et J. Siegford. 2013. Validating the accuracy of activity and rumination monitor data from dairy cows housed in a pasture-based automatic milking system. Journal of Dairy Science. 96:6412-6422.

Gantner, V., T. Bobic et K. Potocnik. 2016. Prevalence of metabolic disorders and effect on subsequent daily milk quantity and quality in Holstein cows. Archives Animal Breeding. 59:381-386.

Geishauser, T., K. Leslie, D. Kelton et T. Duffield. 2001. Monitoring for subclinical ketosis in dairy herds. Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian. 23:65-69.

Goldhawk, C., N. Chapinal, D. Veira, D. Weary et M. von Keyserlingk. 2009. Parturition feeding behaviour is an early indicator of subclinical ketosis. Journal of Dairy Science. 92:4971-4977.

Grummer, R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. Journal of Dairy Science. 75:2820-2833.

Herd, T. H. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance. Veterinary Clinics of North America : Food Animal Practice. 16:215-230.

Kaufman, E., S. Leblanc, B. McBride, T. Duffield et T. Devries. 2016. Association of rumination time with subclinical ketosis in transition cows. Journal of Dairy Science. 99:5604-5618.

Leblanc, S. 2010. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. Journal of Reproduction and Development. 56:S29-S35.

- Liboreiro D., K. Machado, P. Silva, M. Maturana, T. Nishimura, A. Brandao, M. Endres et R. Chebel.** 2015. Characterization of peripartum rumination and activity of cows diagnosed with metabolic and uterine diseases. *Journal of Dairy Science*. 98:6812-6827.
- Liu Q., C. Wang, G. Guo, W.Z. Yang, K.H. Dong, Y.X. Huang, X.M. Yang et D.C. He.** 2009. Effects of calcium propionate on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. *The Journal of Agricultural Science*. 147:201-209.
- McArt, J. A., D. Nydam, P. Ospina et G. Oetzel.** 2011. A field trial on the effect of propylene glycol on milk yield and resolution of ketosis in fresh cows diagnosed with subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science*. 94:6011-6020.
- McArt, J. A., D. Nydam et M. Overton.** 2015. Hyperketonemia in early lactation dairy cattle: A deterministic estimate of component and total cost per case. *Journal of Dairy Science*. 98:2043-2054.
- McArt, J. A., D. Nydam, G. Oetzel, T. Overton et P. Ospina.** 2013. Elevated non esterified fatty acids and β -hydroxybutyrate and their association with transition dairy cow performance. *The Veterinary Journal*. 198:560-570.
- Nielsen, N. et K. Ingvarlsen.** 2004. Propylene glycol for dairy cows: A review of the metabolism of propylene glycol and its effects of physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. *Animal Feed Science and Technology*. 115:191-213.
- Perdomo, M., R. Marsola, M. Favoreto, A. Adesogan, C. Staples et J. Santos.** 2019. Effects of feeding live yeast at 2 dosages on performance and feeding behavior of dairy cows under heat stress. *Journal of Dairy Science*. 103:325-339.
- Philippe, P. et D. Raboisson.** 2012. Prévalence de la cétose subclinique dans les troupeaux bovins laitiers de l'Ouest de la France. *Rencontres Recherches Ruminants*. 19.
- Sailer, K., R. Pralle, R. Oliveira, S. Erb, G. Oetzel et H. White.** 2018. Technical note: Validation of the BHBCheck blood β -hydroxybutyrate meter as a diagnostic tool for hyperketonemia in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 101:1-6.
- Schirmann, K., M. von Keyserlingk, D. Weary, D. Veira et W. Heuwieser.** 2009. Technical note: Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 92:6052-6055.
- Schirmann, K., N. Chapinal, D. Weary, L. Vickers et M. von Keyserlingk.** 2013. Short communication: Rumination and feeding behaviour before and after calving in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 96:7088-7092.
- Soriani, N., E. Trevisi et L. Calamari.** 2012. Relationships between rumination time, metabolic conditions and health status in dairy cows during the transition period. *Journal of Animal Science*. 90:4544-4554.
- Suthar, V., J. Canelas-Raposo, A. Deniz et V. Heuwieser.** 2013. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 96:1-14.

Trabue, S., K. Scoggin, S. Tjandrakusuma, M.A. Rasmussen et P.J. Reilly. 2007. Ruminant Fermentation of Propylene Glycol and Glycerol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55:7043-7051.

Vanholder, T., J. Papen, R. Bemers, G. Vertenten et A. C. Berge. 2015. Risk factors for subclinical and clinical ketosis and association with production parameters in dairy cows in the Netherlands. *Journal of Dairy Science*. 98:880-888.

Walsh, R., J. Walton, D. Kelton, S. Leblanc, K. Leslie et T. Duffield. 2007. The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 90:2788-2796.

Wang, C., Q. Liu, W. Z. Yang, J. Wu, W. W. Zhang, P. Zhang, K. H. Dong et Y. X. Huang. 2010. Effect of betaine supplementation on rumen fermentation, lactation performance, feed digestibilities and plasma characteristics in dairy cows. *The Journal of Agricultural Science*. 148:487-495.

Zhang Z., G. Liu, H. Wang, X. Li et Z. Wang. 2012. Detection of subclinical ketosis in dairy cows. *Pakistan Veterinary Journal*. 32(2):156-160.

Annexes

Annexe I : Liste des animaux de l'essai dans les 2 élevages avec leur répartition dans les 2 groupes : témoin ou traitement (**)

Elevage A			
Numéro de l'animal	Lactation	Date de vêlage théorique	Date de vêlage réelle
3411**	4	24/04	15/04
3613	2	29/04	27/04
3624**	2	29/04	4/05
3617**	2	08/05	9/05
3626	2	11/05	12/05
3693	1	15/05	12/05
3705**	1	16/05	17/05
4399	1	21/05	22/05
3542	2	25/05	16/05
3699**	1	28/05	30/05
3717**	1	11/06	12/06
3396	5	17/06	9/06
3703	1	24/06	17/06
3416**	5	25/06	15/06

Elevage B			
Numéro de l'animal	Lactation	Date de vêlage théorique	Date de vêlage réelle
2823**	3	20/05	27/05
2793	3	20/05	19/05
2977**	2	25/05	28/05
2815	3	26/05	21/05
2816**	3	05/06	4/06
3018	1	06/06	27/05
2956	2	11/06	6/06
3023**	1	12/06	23/05
2717**	5	20/06	26/06
2946**	2	27/06	27/06
3022	1	28/06	19/06
2926	2	04/07	2/07

Annexe II : Composition des rations dans les élevages

	Elevage A	Elevage B
Vaches taries	25 kg d'ensilage de maïs Foin à volonté 150g de minéral spécial vaches taries 2,5 kg de correcteur azoté	25 kg d'ensilage de maïs 1 kg de tourteaux de soja Paille à volonté 100g de chlorure de magnésium
Vaches en lactation	12 à 14 kg d'ensilage de maïs 2 à 3 kg d'herbe pâturée ou d'ensilage d'herbe 1 kg de correcteur azoté 200 à 250g de minéraux	3 kg herbe 4.7 kg d'ensilage de maïs 3.4 kg d'enrubanner 4.5 kg de paille 300g de minéraux 200g de bicarbonate 1.75kg d'aliment à l'auge
En début de lactation, moyenne pour le troupeau	14.8% MAT 0.92 UFL	15.8% MAT 0.95 UFL

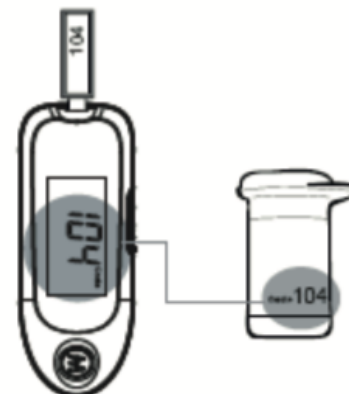
Étape 1 : Préparation du lecteur pour la mesure

Cette étape doit être **effectué à chaque fois qu'une nouvelle boîte de bandelette est ouverte**.

Pour cela, lorsque le lecteur est éteint, insérer la bandelette de codage (plus épaisse et avec un numéro) dans le lecteur. Attendre que le numéro s'affiche à l'écran. Ce numéro doit absolument être le même que celui sur la bandelette et celui sur la boîte de bandelettes.

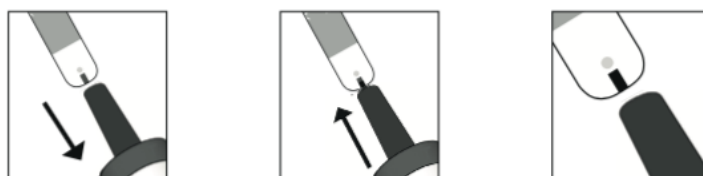
Retirer la bandelette. « Ok » s'affiche à l'écran. Le lecteur est donc étalonné.

Si les codes ne correspondent pas, recommencer le codage.



Étape 2 : Réalisation d'un test avec un échantillon de sang



- 1) Prélèvement de sang avec une lancette dans une veine de l'oreille ou de la queue.
- 2) Insérer une bandelette de test dans le lecteur : le lecteur s'allume automatiquement. **Attendre jusqu'à l'apparition de la température, du numéro de code et du symbole de la goutte de sang.**
- 3) Sélectionner le mode de mesure Général pour les mesures de sang (Si QC s'affiche, changer de mode avec le bouton M. Si rien ne s'affiche, vous êtes sur le bon mode)
- 4) Mettre l'extrémité de la bandelette en contact avec l'échantillon de sang. Ne pas immerger la bandelette de sang, le fonctionnement serait altéré.



Maintenir l'extrémité de la bandelette légèrement inclinée par rapport à la goutte de sang. La quantité de sang nécessaire est aspirée automatiquement. Lorsque la fenêtre de contrôle est complètement remplie de sang, l'analyse débute. Lorsque le signal sonore retentit, retirer le lecteur avec la bandelette insérée.

- 5) Les résultats s'affichent au bout de 5 secondes. Ils sont enregistrés automatiquement.



 	Diplôme : Ingénieur agronome Spécialité : Sciences et ingénierie des productions animales Spécialisation / option : Enseignant référent : Pierre-Guy Marnet
Auteur(s) : Margaux Jouenne Date de naissance* : 25/05/1996	Organisme d'accueil : Biochem France Adresse : 8 rue Jean Rouxel 44700 ORVAULT
Nb pages : 20 Annexe(s) : 3	
Année de soutenance : 2020	Maître de stage : Claude Aoun
Titre français : Effet d'un complément alimentaire stimulateur de la rumination sur le démarrage de la lactation Titre anglais : Effect of a dietary feed supplement stimulator of rumination on the start of lactation	
Résumé : L'objectif principal de cet essai était d'étudier l'effet d'un produit sur le temps de rumination autour du vêlage et sur les paramètres sanguins liés aux cétooses des vaches laitières. L'essai comprenait 26 vaches, divisées en 2 groupes. Le temps de rumination est monitoré via des colliers associés au robot de traite. Les vaches du groupe Traitement ont reçu 2 fois 200 g du produit le jour du vêlage, à 12 heures d'intervalle. Des tests sanguins déterminant la concentration en β -hydroxybutyrate, étaient réalisés à 3 reprises, 7 jours avant le vêlage, le jour du vêlage et 7 jours après le vêlage. Le but de ces tests était de détecter les vaches atteintes d'une cétoose. La production laitière et l'ingestion de concentrés ont été enregistrées. Aucun effet du traitement n'a été observé sur le temps de rumination, sur les cétooses ou encore sur l'ingestion. Les vaches de l'essai ont eu des temps de rumination élevés et des concentrations en corps cétoniques assez faibles. La prévalence des cétooses était de 23 %, les vaches étaient majoritairement en bonne santé. Il n'y a pas eu pas de lien entre le temps de rumination et les cétooses. La production laitière a légèrement augmenté dans le groupe Traitement par rapport au groupe Témoin Le produit semble avoir un effet limité lorsqu'il est employé en préventif sur des vaches ayant déjà des temps de rumination élevés avant le vêlage. La raison de la légère augmentation de production laitière chez les vaches traitées avec le produit devra être étudiée dans de futurs essais.	
Abstract : The main goal of this trial was to investigate the effect of a product on the rumination time around calving and on blood parameters with regard to ketosis in cows. In this trial, 26 cows were used and divided into 2 groups. The rumination time was monitored thanks to collars, linked to the milking robot. Cows of the treatment group received 2 times 200 g of the product on the day of calving, at 12 hours intervals. Blood tests determining the blood concentration in β -hydroxybutyrate were performed 3 times per cow : 7 days before calving, the day of calving and 7 days after calving. The aim of these measurements was to detect cows affected with ketosis. Milk yield and ingestion of concentrate feed were recorded. All cows had a high rumination time and quite low concentration of ketone bodies. The prevalence of ketosis is 23 %, the cows were mainly healthy. No effect of the treatment was found on rumination time, ketosis or ingestion. There was no link between rumination time and ketosis. The milk yield slightly increased in the treatment group compared to the control group. The product seemed to have a limited effect when it is used preventively in cows which have already a high rumination time before calving. The reason for the slightly increase in milk yield in cows treated with the product should be investigated in further studies.	
Mots-clés : Temps de rumination, cétoose, complément alimentaire, apports énergétiques, ingestion Key Words: Rumination time, ketosis, feed supplement, energy supply, ingestion	