Évaluation du lien entre la qualité fermentaire des ensilages et les cas de toxémie de gestation chez la brebis prolifique.

Rapport final - IA219095

Programme Innov'Action

Volet 2- Adaptation technologique

Mars 2019 à Mai 2022

MAI 2022

Établissement responsable :
Centre d'expertise en production ovine du Québec

Créé par : *Léda Villeneuve, agr. M.Sc.*
Collaboration :
Alexandra Carrier, candidate au Ph.D. CEPOQ
Jean-Michel Beaudoin, agr. M.Sc, CEPOQ
Catherine Element-Boulianne, agr. M.Sc, CEPOQ
Gaston Rioux, mv., CEPOQ
Marie-Josée Cimon, agr. CEPOQ
Dany Cinq-Mars, agr. Ph.D. U. Laval

CEPOQ
CENTRE D'EXPERTISE EN PRODUCTION OVINE DU QUÉBEC

Table des matières

1 Faits saillants ---- 6
1.1 Informations à retenir à la suite du portrait des ensilages ---- 6
1.2 Informations à retenir à la suite de la phase expérimentale ---- 7
2 Mise en contexte ---- 9
2.1 Objectifs du projet ---- 9
3 Revues des travaux antérieurs ---- 10
4 Portrait de la qualité des ensilages ---- 12
4.1 Échantillonnage ---- 12
4.1.1 Les fermes ---- 12
4.1.2 Limite utilisée pour l'interprétation de la présence ou l'absence d'acide butyrique ---- 12
4.2 Les ensilages ---- 12
4.2.1 Les modes de conservation des ensilages ---- 16
4.2.2 Les ensilages de céréales ---- 21
4.2.3 Les ensilages de maïs ---- 21
4.2.4 Les ensilages d'herbe ---- 22
4.2.5 Les ensilages d'herbe de Soudan ---- 23
4.2.6 Le taux de cendre ---- 23
4.2.7 Profils fermentaires ---- 24
4.3 Constats généraux ---- 25
4.4 Recommandations pour prévenir la présence d'acide butyrique dans les fourrages destinés aux ovins 25
4.4.1 Prévention du développement d'acide butyrique dans les ensilages ---- 25
4.4.2 Rappel de ce qu'est un bon profil fermentaire sur un ensilage réussi ---- 28
4.4.3 Stratégies d'utilisation des fourrages contenant des acides butyriques ---- 28
5 Phase expérimentale ---- 30
5.1 Objectifs ---- 30
5.2 Protocole expérimental & données récoltées ---- 30
5.3 Analyses statistiques ---- 32
5.4 Résultats et interprétation ---- 32
5.4.1 Portrait des données récoltées ---- 32

5.4.2 Lien entre les teneurs en acide butyrique des fourrages et l'incidence des toxémies de gestation dans les troupeaux prolifiques. ----34
5.5 Recommandations sur l'utilisation d'un fourrage contenant plus de 0,10 % d'acide butyrique chez les ovins ----51
5.6 Fiche de transfert (modèle du MAPAQ) ----53
5.7 Livrables & diffusion des résultats ----55
5.8 Grille de transfert des connaissances ----56
5.9 Contribution et participation de l'industrie ----58
6 Conclusion du projet ----59
7 Liste des ouvrages cités ----62
Annexe 1. Document de recrutement ----63
Annexe 2. Article Ovin-Québec, présentation initiale du projet ----65
Annexe 3. Article Ovin-Québec, présentation des conclusions du projet ----69

Liste des tableaux

Tableau 1. Provenance des analyses fourragères du portrait ____ 12
Tableau 2. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des 155 analyses d'ensilage reçues ____ 14
Tableau 3. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages ayant une teneur < 0,10 % d'acide butyrique ____ 15
Tableau 4. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages ayant une teneur ≥ 0,10 % d'acide butyrique ____ 15
Tableau 5. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des 155 analyses d'ensilage reçues en fonction de leur mode de conservation ____ 17
Tableau 6. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des analyses d'ensilage en grosses balles (rondes ou carrées) dont le taux de MS est sous le taux optimal de 40 % ____ 18
Tableau 7. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages ayant un taux de MS adéquat pour leur mode de conservation (balles rondes ou carrées entre 40 et 60 % ; ensilage haché entre 30 et 45 %) ayant un profil fermentaire complet ____ 19
Tableau 8. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des analyses d'ensilage des grosses balles dont le taux de MS est sous le taux optimal de 40 % de MS ET dont le taux d'acide butyrique est ≥ 0,1 % ____ 20
Tableau 9. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages de céréales en fonction du mode de conservation ____ 21
Tableau 10. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages d'herbe en fonction de la coupe ____ 22
Tableau 11. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages d'herbe en fonction de la coupe dont le profil fermentaire présente ≥ 0,10% de butyrique ____ 23
Tableau 12. Portrait de la valeur nutritionnelle et du rapport d'acide lactique/acides totaux des analyses possédant un profil fermentaire complet ____ 24
Tableau 13. Stade de coupe recommandé pour quelques-unes des espèces végétales rencontrées au Québec ____ 26
Tableau 14. Matière sèche à viser lors de la récolte en fonction du mode de conservation des fourrages ____ 26
Tableau 15. Portrait des données provenant des 7 fermes suivies ____ 32
Tableau 16. Portrait des données provenant des 7 fermes suivies ____ 33
Tableau 17. Portrait du nombre de mesures obtenues pour les analyses selon le prélèvement ____ 33
Tableau 18. Valeurs moyennes (umol/L) des BHB bandelettes dans le temps, selon la présence (AVEC) ou non (SANS) d'acide butyrique dans l'ensilage ____ 36
Tableau 19. Valeur nutritionnelle moyenne des fourrages provenant des fermes, selon le traitement AVEC (≥ 0,10 % d'acide butyrique) ou SANS (< 0,10 % d'acide butyrique) ____ 37
Tableau 20. Valeurs moyennes de différents paramètres du profil métabolique avant et après l'agnelage, selon la présence (AVEC) ou l'absence d'acide butyrique (SANS) dans les ensilages servis ____ 38
Tableau 21. Données zootechniques suivant l'agnelage des brebis selon leur traitement AVEC ou SANS acide butyrique dans les ensilages servis. ____ 39
Tableau 22. Proportion des brebis ayant des BHB problématiques (mmol/L) en fonction des valeurs de références utilisées avec les bandelettes, et ce, à divers moments de prélèvement ____ 47
Tableau 23. Proportion des pools ayant des BHB (mmol/L) problématiques, en comparaison avec les valeurs de références utilisées pour les bandelettes ____ 48
Tableau 24. Portrait des proportions des brebis en fonction de leur prolificité (nombre d'agneaux nés) à divers moments avant et après l'agnelage, en fonction des valeurs de références utilisées avec les bandelettes BHB (mmol/L) ____ 49
Tableau 25. Portrait des proportions des brebis en fonction de leur prolificité (nombre d'agneaux nés) et leur traitement (AVEC vs SANS) 2 semaines avant l'agnelage, en fonction des valeurs de références utilisées avec les bandelettes BHB (mmol/L) ____ 50
Tableau 26. Proportion des brebis en fonction des catégories d'état de chair (cote de 1 à 5) à divers moments avant et après l'agnelage, en fonction des valeurs de références utilisées avec les bandelettes BHB (mmol/L) ____ 50
Tableau 27. Grille de transfert des connaissances du projet. ____ 56

Liste des graphiques

Graphique 1. Répartition des types d'ensilage inclus dans le portait ____ *13*
Graphique 2. Modes de conservation des ensilages inclus dans le portait ____ *16*
Graphique 3. Valeurs de BHB bandelettes dans le temps, selon la présence (AVEC) ou non (SANS) d'acide butyrique dans l'ensilage ____ *35*
Graphique 4. Valeurs des états de chair des brebis, selon la présence (AVEC) ou non (SANS) d'acide butyrique dans l'ensilage servi ____ *36*
Graphique 5. Évolution des taux de BHB sanguin (umol/L) provenant du profil métabolique chez les brebis en période pré-agnelage (4 semaines avant l'agnelage), en fonction du % d'acide butyrique des fourrages ____ *41*
Graphique 6. Évolution des taux de BHB sanguin (umol/L) provenant du profil métabolique chez les brebis en période post-agnelage (2 semaines après l'agnelage), en fonction du % d'acide butyrique des fourrages ____ *42*
Graphique 7. Évolution des taux de BHB sanguin (umol/L) provenant des bandelettes chez les brebis 4 semaines avant l'agnelage en fonction du % d'acide butyrique des fourrages ____ *43*
Graphique 8. Évolution des taux de BHB sanguins (umol/L) provenant des bandelettes chez les brebis 2 semaines après l'agnelage en fonction du % d'acide butyrique des fourrages ____ *43*
Graphique 9. Lien entre les valeurs BHB (umol/L) provenant des 2 alternatives (s vs profil sanguin) pour la période pré-agnelage ____ *45*
Graphique 10. Lien entre les valeurs BHB (umol/L) provenant des 2 alternatives (bandelettes vs profil sanguin) pour la période post-agnelage ____ *46*

1 Faits saillants

Ce projet a permis de mettre en lumière des informations très intéressantes sur l'utilisation des ensilages contenant des acides butyriques chez les brebis prolifiques en fin de gestation. Voici les faits saillants et ce qu'on doit retenir de ce projet qui a débuté au printemps 2019 pour se terminer au printemps 2022.

1.1 Informations à retenir à la suite du portrait des ensilages

- L'analyse du portrait des ensilages, qui comprenait plus de 150 analyses, permet de conclure qu'il existe une grande variabilité d'analyse nutritionnelle entre les fermes et entre les fourrages à l'intérieur de ces mêmes fermes.
- Les 155 analyses reçues provenaient de 26 troupeaux répartis dans 5 régions du Québec (Bas-St-Laurent, Chaudière-Appalaches, Estrie, Montérégie et Centre-du-Québec). Ces 26 troupeaux représentaient près de 9 % du cheptel ovin québécois avec près de 11 000 brebis. De ce nombre, plus de 80 % sont des brebis prolifiques.
- Parmi toutes les analyses d'ensilages reçues (155), 111 analyses (72 %) présentaient un profil fermentaire complet. Le profil fermentaire sur une analyse d'ensilage **devrait toujours être présent**. Il importe de sensibiliser les producteurs à demander des analyses complètes, et ce, minimum 3 semaines après les récoltes pour assurer la fin du cycle de fermentation et ainsi obtenir le profil fermentaire de leurs fourrages. Il sera ainsi plus sécuritaire de bien ajuster ses programmes alimentaires avec son agronome en ayant toute l'information pertinente sur la valeur nutritionnelle des fourrages incluant le profil fermentaire complet.
- Il n'est clairement pas évident de produire un ensilage parfaitement stable avec les taux idéaux des divers acides. Normalement l'acide lactique devrait être l'acide gras volatil (AGV) prédominant dans un ensilage. Ainsi, si on ne regarde que le rapport acide lactique/acides totaux, ce sont tout de même plus de 90 analyses qui possèdent un rapport > 80 %, laissant présager un équilibre entre les différents acides du profil fermentaire. Il est important de comprendre que le niveau d'AGV va varier sur la base de l'espèce fourragère cultivée, la matière sèche à la récolte, les populations bactériennes, les pertes par respiration au champ, la météo (ensoleillement, pluviométrie) et le contenu en sucre de la plante.
- 39,6 % des analyses reçues (44/111) qui avaient un profil fermentaire complet ont relevé des taux d'acide butyrique entre 0,10 % et 0,70 %, ce qui est potentiellement néfaste pour les brebis en fin de gestation.
- Au niveau du mode de conservation des fourrages, 82 % des analyses reçues (n = 127) représentent des fourrages conservés sous forme de grosses balles rondes ou carrées. Il est connu que pour assurer une meilleure conservation de ce type d'ensilage, la matière sèche du produit fini doit se situer entre 40 et 60 %, limitant par le fait même le développement de clostridies qui seraient en partie responsables des acides butyriques dans le fourrage. On note que 13,4 % des analyses de grosses balles ont des taux inférieurs à 40 % de matière sèche. Il en résulte un taux d'acide butyrique moyen de 0,15 % pour les balles rondes et 0,28 % pour les balles carrées. Ce sont là encore des fourrages qui risquent de créer des problèmes métaboliques potentiels s'ils sont servis à des brebis en fin de gestation.

- Malgré l'atteinte d'une matière sèche recommandée en fonction de la conservation des fourrages, on observe un taux de butyrique supérieur ou égal à 0,10 % dans 27 %, 40 % et 32 % des analyses de balles carrées, balles rondes et ensilage haché respectivement. Comme quoi, même en respectant ce paramètre de la récolte, il existe d'autres conditions permettant de détériorer un ensilage et rendre propice le développement des bactéries responsables des acides butyriques (maturité avancée, faible teneur en sucre soluble, présence de contaminants tels que particules de sol, terre et fumier).
- Les ensilages d'herbes représentent la grande proportion des analyses reçues. En fonction de la coupe (1re, 2e ou 3e coupe), 131 analyses ont été reçues et 96 d'entre elles avaient un profil fermentaire complet. De ce nombre, 38 % ont relevé des taux d'acide butyrique supérieurs à 0,10 %. En effet, on note des valeurs moyennes d'acide butyrique de 0,36 %, 0,27 % et 0,36 % pour les coupes 1, 2 et 3 respectivement.

1.2 Informations à retenir à la suite de la phase expérimentale

- 451 brebis ont été suivies, chez 7 fermes participantes. Ces brebis étaient réparties à l'intérieur de 15 groupes d'environ 30 brebis et ont été suivies de la 6e semaine avant l'agnelage jusqu'à 2 semaines après l'agnelage. Ces brebis étaient principalement de race pure prolifique (Arcott Rideau, Romanov) ou d'hybrides prolifiques (ayant dans le croisement une race pure prolifique).
- À l'égard des données moyennes de BHB (Béta-hydroxybutyrique) sanguin, les brebis nourries avec un ensilage AVEC de l'acide butyrique présentent des valeurs de BHB significativement plus haute que les brebis nourries avec un ensilage SANS acide butyrique et ce aux 4 temps de prélèvements (6, 4, 2 semaines avant l'agnelage et 2 semaines après l'agnelage). Les valeurs passent de 439 umol/L 6 semaines avant l'agnelage pour atteindre 774 umol/L 2 semaines après l'agnelage chez les brebis du groupe AVEC alors que les valeurs passent de 431 umol/L à 610 umol/L pour les mêmes moments chez les brebis du groupe SANS. Ces données moyennes sont toutefois toutes en dessous de la limite établie à 800 umol/L, ce qui suggère un état métabolique normale pour tous les groupes.
- L'analyse des résultats a permis d'établir une corrélation positive modérée entre le taux de BHB sanguin via les profils métaboliques et le pourcentage d'acide butyrique présent dans les ensilages, et ce pré-partum (r = 0,54) et post-partum (r = 0,46). Ainsi, plus l'ensilage contient un taux d'acide butyrique élevé, plus le taux de BHB sanguin de l'animal qui le consomme est élevé, et donc **les probabilités de toxémie de gestation augmentent**.
- Quatre (4) semaines avant l'agnelage, on n'observe aucune différence significative pour aucun paramètre du profil métabolique des brebis du traitement AVEC ou SANS acide butyrique. Toutefois, 2 semaines après l'agnelage, les brebis provenant du traitement AVEC ont un taux de BHB sanguin significativement plus élevé.
- On observe également une différence pour le paramètre BHB provenant du profil métabolique, à l'intérieur du traitement AVEC, entre la mesure 4 semaines pré-agnelage (583,8 umol/L) et 2 semaines post-agnelage (810,0 umol/L). La progression des BHB sanguins pour ce groupe de brebis est donc plus importante que pour les brebis du groupe SANS où les valeurs (462,1 vs 585,5 umol/L) ne sont cette fois pas différentes significativement.
- En période pré-agnelage, la relation entre les 2 alternatives (BHB bandelettes vs BHB issu du profil métabolique) offre une corrélation significative de 0,81 alors qu'après l'agnelage la corrélation est

de 0,69. Ainsi, l'utilisation des bandelettes BHB demeure un outil fiable et peu couteux pour monitorer les brebis en fin de gestation et appréhender les cas de toxémies.

- Globalement, on observe que la proportion des brebis ayant des valeurs sous 800 umol/L au niveau des BHB bandelette passe de 97 % 6 semaines avant l'agnelage à 77 % 2 semaines après l'agnelage. De même, le nombre de brebis, peu importe le traitement, migre vers un état métabolique lié à une condition de toxémie subclinique et ce tout au long des prélèvements. Alors qu'à peine 3 % des brebis étaient, selon la valeur BHB, en toxémie subclinique 6 semaines avant l'agnelage, cette proportion est passée à 13 %, 15% et 21% pour les prélèvements faits 4 semaines avant l'agnelage, 2 semaines avant et 2 semaines après respectivement.
- L'état de chair moyen des brebis démontre que les brebis avaient atteint la cote de 3,5 soit 6 semaines avant l'agnelage, suggérant ainsi que l'alimentation dans les 2 premiers tiers de la gestation était bien adaptée. Peu importe l'état de chair, les risques potentiels de toxémies, en regard des valeurs de BHB des bandelettes, semblent présents dans toutes les strates d'état de chair (maigre, adéquate, grasse).
- La proportion de brebis qui ont moins de 2 agneaux nés semble moins sujette à développer une toxémie subclinique en regard des valeurs de BHB avant l'agnelage. En effet, 2 semaines avant l'agnelage moins de 2 % des brebis moins prolifiques (< 2 agneaux nés) avaient des taux supérieurs à 0,8 umol/L alors que chez les brebis avec une prolificité plus élevée (> 3 agneaux nés) on a observé que plus de 12 % avaient des taux supérieurs à 0,8 umol/L.
- On observe selon les analyses statistiques que la prolificité a un plus gros impact sur les BHB des brebis que le traitement (AVEC ou SANS acide butyrique dans les fourrages servis) et ce 2 semaines avant l'agnelage. Toutefois, les brebis avec une prolificité élevée (> 3 agneaux nés) ET alimentées avec un fourrage contenant ≥ 0,10 % d'acide butyrique sont en proportion plus grande à développer une potentielle toxémie subclinique comparativement à celles alimentées avec des fourrages contenant < 0,10 % d'acide butyrique.

2 Mise en contexte

Depuis quelques années, on parle beaucoup d'alimentation des femelles prolifiques et de l'importance de bien combler leurs besoins énergétiques et protéiques, et ce, en s'assurant de maximiser leur consommation volontaire de matière sèche. La récente étude réalisée au CEPOQ sur le sujet avait observé une augmentation de la CVMS des brebis de 37 à 40 % lorsque l'utilisation d'un fourrage peu fibreux (<30 % d'ADF) était servie dans la ration. Ainsi, tout ce qui affecte négativement la CVMS et qui diminue les apports énergétiques de la ration d'une brebis prolifique pendant ce stade physiologique important peut conduire à une toxémie de gestation. Les fourrages trop fibreux contribuent à diminuer la CVMS, car ils encombrent le rumen et diminuent le taux de passage des aliments. La brebis devient alors en déficit énergétique et doit puiser dans ses réserves de graisse pour combler ce déficit, mais ceci crée une libération de corps cétoniques dans le sang, mesurables par la lecture des BHB dans le sang. Ces corps cétoniques ont un effet toxique sur l'animal et s'ensuit généralement une toxémie clinique ou subclinique. ***Qu'en est-il de l'utilisation des ensilages contenant des taux détectables d'acide butyrique chez les brebis en fin de gestation ?*** Des observations sur le terrain par des producteurs et leurs vétérinaires praticiens semblent indiquer des cas plus fréquents de toxémies de gestation lorsque les fourrages ont des teneurs significatifs en butyriques dans la ration.

2.1 Objectifs du projet

Découlant de l'hypothèse que les troupeaux de brebis prolifiques nourris avec de l'ensilage contenant des acides butyriques ont des problèmes majeurs de toxémie de gestation comparativement à ceux qui sont nourris avec de l'ensilage exempt d'acide butyrique, le projet visait à :

- Dresser dans un premier temps un portrait de la qualité des ensilages chez les entreprises ovines québécoises en termes de profil fermentaire ;
- Vérifier, au cours d'une phase expérimentale, le lien entre les teneurs en acide butyrique des fourrages et l'incidence des toxémies de gestation dans les troupeaux de brebis prolifiques.

3 Revues des travaux antérieurs

Un fourrage qui possède une faible ensilabilité, soit une faible matière sèche (<35 %), une faible teneur en sucre soluble, une maturité avancée, ou contenant des contaminants tels que des particules de sols ou de fumier, sera susceptible de voir se former de l'acide butyrique (Lafrenière, 2003). Dans ce cas, le pH d'inhibition des bactéries butyriques (ou pH de stabilité anaérobie) n'est pas atteint. Ce pH se trouve donc à être supérieur à 5,0. La fermentation butyrique est une fermentation secondaire faite par des bactéries du genre Clostridium, soit des bactéries anaérobies dont la croissance se fait en absence d'oxygène. Le groupe de clostridies le plus étudié est l'espèce C. Tyrobutyricum. Cette espèce possède la capacité de fermenter intensément l'acide lactique en acide butyrique, en hydrogène et en gaz carbonique, ce qui engendre une augmentation du pH au-delà de la stabilité anaérobie (Pahlow, et al, 2003). Rappelons qu'un ensilage stable possède un pH de 4 à 5 et contient 2 à 8 % d'acide lactique, 1 à 2 % d'acide acétique et 0 % d'acide butyrique. Le rapport « acide lactique : acides totaux » d'un ensilage devrait être minimalement de 50 % et idéalement de 75 %. La consommation d'un ensilage de mauvaise qualité conduira d'abord à une réduction de la consommation volontaire de matière sèche (CVMS) et à une absorption des acides butyriques par les parois du rumen vers la circulation sanguine. Ceci augmentera les risques d'acétonémie (cétose).

Chez les bovins laitiers, la consommation d'ensilage butyrique ne doit pas correspondre à plus de 50 g d'acide butyrique/jour (Oetzel, 2017) et devrait être évitée autour de la période de tarissement ou près de la mise-bas. Au cours de la période de transition chez les bovins, soit trois semaines avant et trois semaines après le vêlage (Drackley, 1999), le débalancement énergétique des rations survient chez la plupart des vaches, dû à une CVMS plus faible autour du vêlage et à son augmentation insuffisante par rapport à l'augmentation de production laitière suivant le vêlage (Sovanie et al., 2000; Schirmann et al., 2013). Ce débalancement énergétique sera encore plus important si de l'ensilage contenant des butyriques fait partie de la ration. En effet, une alimentation à base d'ensilage mal conservé, donc riche en acide butyrique et pauvre en acide propionique (précurseur du glucose), contribue au déséquilibre alimentaire et peut entrainer une acétonémie ou toxémie de gestation. Pour compenser le manque énergétique de la ration, l'animal utilisera donc ses réserves glucidiques pour ensuite puiser dans ses réserves graisseuses. Il y aura alors oxydation d'acides gras libres, ce qui libèrera des corps cétoniques (BHB), lesquels sont éliminés via le sang, l'urine et le lait (Goldhawk et al, 2009; Leblanc 2010). Cette libération de corps cétoniques produit un effet toxique qui conduit à une baisse du pH du sang, une excrétion du glucose par les reins, une déshydratation et une perte d'électrolytes. L'acétonémie (bovins) ou la toxémie de gestation (ovins, caprins) sera confirmée par l'analyse des BHB (β -hydroxybutyrate) dans le sang. Au-delà de 1,2 à 1,4 mmol/L de BHB, il y a cétose subclinique chez les vaches laitières (Suthar et al., 2013) alors que chez les ovins, plus de 1,6 mmol/L conduisent à une sévère sous-alimentation (Andrews, 1997) et plus de 3,0 mmol/L à une toxémie clinique sévère (Sargison et al. 1994). La valeur normale des BHB dans le sang des ovins devrait se situer sous les 0,5 mmol/L (Heitmann et coll. 1987). Or, dans une étude plus récente, réalisée au CEPOQ (2018) avec des brebis et des agnelles prolifiques (race pure et hybride), la valeur de 0,8 mmol/L a été ciblée comme étant la valeur au-dessus de laquelle les brebis tombent en état de toxémies subcliniques.
L'acétonémie ou la toxémie de gestation qui n'est pas diagnostiquée va affaiblir l'animal, conduire à des dystocies à la mise-bas, en plus de diminuer la quantité et la qualité du colostrum, et affecter la lactation.

Les acides β-hydroxybutyriques (BHB) sont des métabolites normaux de la dégradation du butyrate dans le rumen. Normalement, la consommation de l'ensilage bien conservé favorise la production d'une plus grande proportion d'acide butyrique dans le rumen que les régimes à base de foin (Vérité et Journet, 1971; Andrieu et Demarquilly, 1974). Les études ont démontré que les toxémies de gestation, associées à une balance énergétique négative, contribuaient à l'utilisation des réserves graisseuses pour combler le déficit énergétique. Cette dégradation des graisses libère des corps cétoniques et des BHBA dans le sang en grande quantité. En effet, l'acide butyrique est un facteur cétogène (Annison et al.1957), c'est-à-dire qu'il contribue à l'augmentation des corps cétoniques dans le sang.

Bien que la consommation des ensilages avec butyriques aient été étudiée chez les bovins laitiers, la littérature ne démontre pas clairement les impacts, ni les niveaux acceptables d'acide butyrique que peut contenir une ration chez l'espèce ovine versus l'incidence des toxémies de gestation (Puech et al, 1968). Des observations faites sur le terrain chez plusieurs producteurs par des vétérinaires au Québec rapportent que dans les troupeaux de brebis prolifiques, des cas de toxémie de gestation sont plus fréquents si le profil fermentaire des ensilages servis contient des niveaux d'acide butyrique supérieurs à 0 %. Ces observations ne sont toutefois pas documentées scientifiquement. Rappelons que les produits finaux de la dégradation microbienne chez les ruminants sont les acides gras volatils (AGV). Ces AGV sont les acides acétiques (2 carbones, 70 %), propioniques (3 carbones, 15 à 20 %) et butyriques (4 carbones, 10 à 15 %). Ainsi, déjà dans le processus normal de la fermentation des aliments, de l'acide butyrique est produit par les microbes du rumen. Ces AGV sont absorbés par les parois ruminales et servent de sources d'énergie pour le bon métabolisme des ruminants. Chez les ovins, ce sont plus de 300 g/j d'AGV qui sont produits et qui, une fois traversés les parois ruminales, vont dans la circulation sanguine puis dans le foie pour être utilisés comme source d'énergie grâce à la glucogénèse. Lorsque de l'ensilage avec acide butyrique est servi aux ruminants, cet aliment contribue à abaisser davantage le pH du rumen, modifiant ainsi l'activité et la proportion des divers types de microorganismes.

Une des hypothèses de la présente recherche était donc que la consommation d'ensilage contenant des acides butyriques contribue à mimer l'effet de la dégradation des graisses par une augmentation de l'absorption du butyrate par les parois ruminales. Cela étant un élément propice au développement de conditions de santé défavorables telles que la toxémie de gestation. Malheureusement, il arrive parfois que la qualité des fourrages ne soit pas optimale et présente des profils fermentaires démontrant la présence d'acide butyrique. Les producteurs n'ont parfois pas le choix d'offrir ces fourrages à leurs brebis. Le présent projet vise donc à émettre une recommandation sur la limite d'incorporation des ensilages butyriques à la ration des brebis pour minimiser les effets indésirables potentiels (ex. toxémie) liés à l'ingestion de ces ensilages.

4 Portrait de la qualité des ensilages

4.1 Échantillonnage

4.1.1 Les fermes

De juin 2019 à mars 2020, les producteurs de la province ont été invités à partager leurs analyses fourragères pour tous les types d'ensilages qu'ils ont produits sur leur entreprise au cours de la saison 2019. La collaboration des experts-conseils de Sollio Agriculture a permis une plus large diffusion de l'information et a facilité le processus, en ce sens, ou suivant l'accord du producteur, les représentants ont envoyé directement au CEPOQ les analyses de leurs clients.

Au départ, l'équipe du projet souhaitait obtenir 150 analyses d'ensilage provenant de 75 troupeaux différents (20 % des troupeaux du Québec). L'objectif du nombre d'analyses a été dépassé, cependant les 160 analyses obtenues proviennent de 26 entreprises différentes, lesquelles totalisent près de 11 000 brebis majoritairement prolifiques (> 80 %) et réparties dans 5 principales régions (tableau 1).

Tableau 1. Provenance des analyses fourragères du portrait

	Nombre d'entreprises	Nombre de brebis moyen /entreprise	Nombre de brebis total / région
Bas-St-laurent	13	450	5849
Centre-du-Québec	2	340	680
Chaudière-Appalaches	4	268	1070
Estrie	3	408	1225
Montérégie	4	513	2050
Total général	**26**	**418**	**10874**

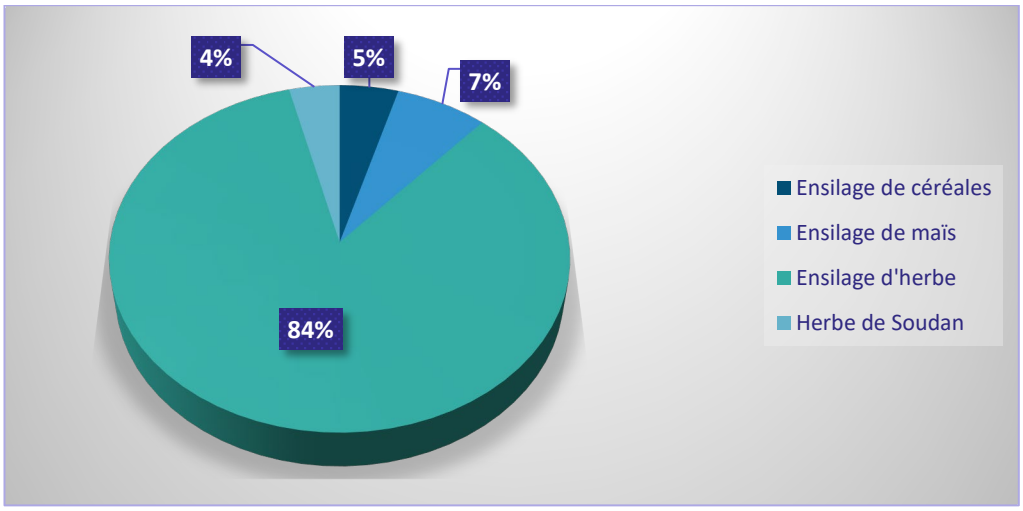
4.1.2 Limite utilisée pour l'interprétation de la présence ou l'absence d'acide butyrique

La recommandation sur le taux d'acide butyrique présent dans les ensilages varie un peu entre les ouvrages scientifiques. À la lueur de plusieurs lectures et en accord avec le Conseil des productions végétales du Québec, un ensilage d'excellente qualité en contient moins de 0,1 % et on peut considérer comme bon à moyen un ensilage qui en contient moins de 0,5 %. **Ainsi, la limite déterminée dans le présent projet a été fixée à < 0,10 % pour les ensilages SANS acide butyrique et à ≥ 0,10 % pour les ensilages AVEC acide butyrique.** Le portrait réalisé à la suite de l'obtention des analyses nutritionnelles des fourrages par les producteurs ET lors de la phase terrain du présent projet utilise cette même limite afin d'avoir un discours cohérent tout au long de l'analyse.

4.2 Les ensilages

Des 160 analyses reçues, 5 ont été exclues de l'analyse puisqu'elles sont associées à un foin et non à un ensilage. De plus, 44 analyses ne comprennent pas de profil fermentaire, elles n'ont donc pas pu être utilisées dans le cadre du projet. Le portrait représente donc 155 analyses d'ensilage (tableau 2). La

moyenne de tous les paramètres de l'analyse excluant le profil fermentaire comprend la totalité des analyses. Pour le profil fermentaire, selon les tableaux, le nombre d'analyses utilisées sera indiqué. Pour aider à l'interprétation des analyses nutritionnelles, un rappel s'impose quant aux divers paramètres que l'on retrouve sur une analyse. À cet effet, l'article « *L'analyse de fourrage : un outil de travail*[1] » peut être consulté. La répartition des types d'ensilage reçus est illustrée au graphique suivant.



Graphique 1. Répartition des types d'ensilage inclus dans le portait

Ce sont donc principalement des analyses nutritionnelles d'ensilages d'herbes qui ont été reçues tel que présenté dans le graphique 1 et détaillé dans le tableau 2.

[1] https://www.admin.cepoq.com/admin/useruploads/files/analyse_fourrage_outil_version_integrale.pdf

Tableau 2. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des 155 analyses d'ensilage reçues

Paramètre des analyses	Céréales fourragères	Ensilage de maïs	Ensilage d'herbe	Herbe de soudan	TOTAL
Nombre d'analyse	7	11	131	6	155
% Matière sèche	46,72	36,39	54,66	36,74	52,31
% de Protéine Brute	16,80	8,24	15,23	14,77	14,79
EN Lactation (Mcal/kg MS)	1,46	1,62	1,36	1,34	1,38
Énergie Métabolisable (Mcal/kg MS)	2,36	2,57	2,17		2,20
Fibre ADF (%)	31,49	26,25	33,78	34,60	33,17
Fibre NDF (%)	51,06	42,77	52,14	54,44	51,52
Calcium (%)	0,60	0,27	0,78	0,63	0,73
Phosphore (%)	0,35	0,35	0,30	0,32	0,31
Magnésium (%)	0,19	0,15	0,25	0,26	0,24
Potassium (%)	2,48	1,36	2,14	2,49	2,11
Soufre (%)	0,22	0,10	0,21	0,28	0,20
Cendre (%)	8,35	4,77	7,37	8,98	7,29
Profil fermentaire*					
Nombre d'analyses avec profil fermentaire complet	7	5	96	3	111
Acide lactique (%)	4,08	3,35	2,73	3,10	2,86
Acide acétique (%)	0,72	0,77	0,51	0,54	0,55
Acide butyrique (%)	0,18	0,19	0,14	0,09	0,14
Acide butyrique (valeur minimum)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acide butyrique (valeur maximum)	0,47	0,47	0,70	0,28	0,70

** Pour les valeurs du profil fermentaire, les moyennes présentées sont celles de 111 analyses qui avaient un profil fermentaire complet sur l'analyse nutritionnelle.*

De manière générale, qu'importe le type d'ensilage (de céréales, de maïs, d'herbe ou d'herbe de soudan), on retrouve dans tous les cas des analyses avec des teneurs en acide butyrique au-dessus de 0,10 %. Dans le cadre du projet de recherche en lien avec ce portrait, l'équipe avait statué, pour catégoriser les fermes partenaires, que les groupes de brebis nourris avec des ensilages ayant < 0,10 % feraient partie du traitement « SANS butyrique » et ceux nourris avec des ensilages ayant ≥ 0,10 % feraient partie du traitement « AVEC butyrique ». Ainsi, il importe de présenter le portrait avec les mêmes barèmes. Le tableau 3 présente donc les paramètres moyens des analyses nutritionnelles ayant une teneur inférieure à 0,10 % d'acide butyrique et le tableau 4 présente celles avec une teneur égale ou supérieure à 0,10 %. Ainsi, 67 analyses sont considérées comme des ensilages ayant eu une fermentation adéquate (tableau 3), et donc un faible taux d'acide butyrique. En revanche, ce sont 44 analyses (39,6 %) qui ont des taux entre 0,10 % et 0,70 % et qui pourraient potentiellement amener des problématiques de santé chez les ovins les consommant (tableau 4). Notez que ce sont 111/155 analyses nutritionnelles qui présentaient un profil fermentaire complet sur le rapport d'analyses.

Tableau 3. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages ayant une teneur < 0,10 % d'acide butyrique

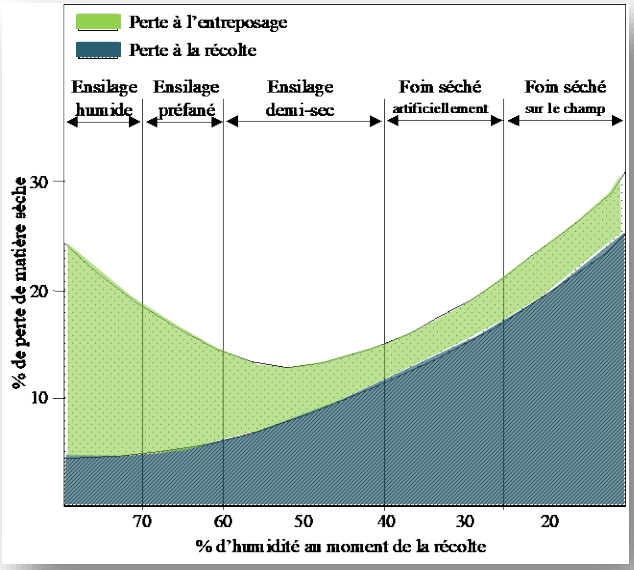
Paramètre des analyses	Céréales fourragères	Ensilage de maïs	Ensilage d'herbe	Herbe de soudan	TOTAL
Nombre d'analyse	3	3	59	2	67
% Matière sèche	50,07	34,30	57,80	23,16	55,37
% de Protéine Brute	18,93	9,27	14,92	13,82	14,82
EN Lactation (Mcal/kg MS)	1,50	1,63	1,36	1,36	1,38
Énergie Métabolisable (Mcal/kg MS)	2,37	2,57	2,16		2,20
Fibre ADF (%)	31,27	26,37	33,73	34,91	33,32
Fibre NDF (%)	53,30	44,23	52,58	57,91	52,39
Calcium (%)	0,62	0,31	0,82	0,53	0,78
Phosphore (%)	0,36	0,25	0,29	0,34	0,30
Magnésium (%)	0,17	0,16	0,26	0,25	0,25
Potassium (%)	2,47	1,28	2,02	2,42	2,02
Soufre (%)	0,23	0,11	0,21	0,32	0,21
Cendre (%)	8,67	4,47	7,14	10,04	7,17
Profil fermentaire					
Acide lactique (%)	3,15	4,98	2,83	3,22	2,95
Acide acétique (%)	0,65	0,96	0,48	0,67	0,51
Acide butyrique (%)	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02
Acide butyrique (valeur minimum)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acide butyrique (valeur maximum)	0,03	0,01	0,09	0,00	0,09

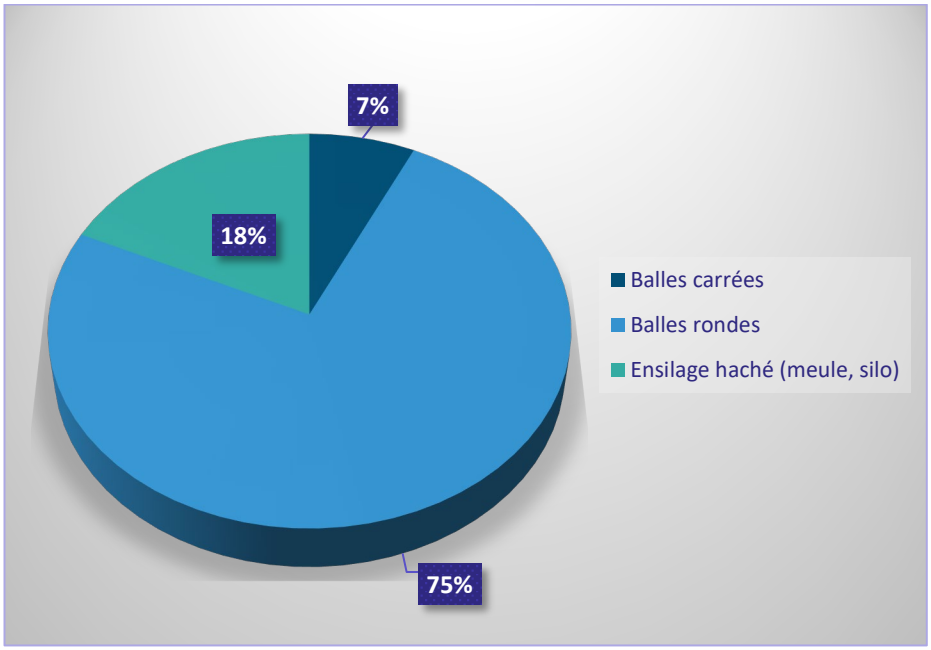
Tableau 4. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages ayant une teneur ≥ 0,10 % d'acide butyrique

Paramètre des analyses	Céréales fourragères	Ensilage de maïs	Ensilage d'herbe	Herbe de soudan	TOTAL
Nombre d'analyse	4	2	37	1	44
% Matière sèche	44,21	37,42	49,91	44,30	48,70
% de Protéine Brute	15,21	8,30	15,44	13,68	15,05
EN Lactation (Mcal/kg MS)	1,43	1,59	1,35	1,23	1,37
Énergie Métabolisable (Mcal/kg MS)	2,34		2,20		2,22
Fibre ADF (%)	31,67	27,60	34,27	38,42	33,82
Fibre NDF (%)	49,38	42,92	51,86	55,77	51,32
Calcium (%)	0,58	0,27	0,69	0,54	0,65
Phosphore (%)	0,34	0,24	0,32	0,32	0,32
Magnésium (%)	0,21	0,15	0,25	0,29	0,25
Potassium (%)	2,49	1,44	2,33	2,23	2,30
Soufre (%)	0,21	0,11	0,19	0,17	0,19
Cendre (%)	8,11	5,30	6,88	7,03	6,93
Profil fermentaire					
Acide lactique (%)	4,78	3,68	3,12	5,97	3,37
Acide acétique (%)	0,77	1,21	0,57	0,81	0,62
Acide butyrique (%)	0,31	0,46	0,32	0,28	0,33
Acide butyrique (valeur minimum)	*0,18*	0,45	0,10	0,28	0,10
Acide butyrique (valeur maximum)	*0,47*	0,47	0,70	0,28	0,70

4.2.1 Les modes de conservation des ensilages

Au niveau du mode de conservation, les ensilages produits chez ces 26 entreprises sont majoritairement conservés en balles enrubannées rondes ou carrées (ce qu'on appelle demi-sec), comme illustré au graphique 2 et détaillé au tableau 5. Ce type de conservation est très populaire chez les producteurs ovins au Québec. D'autant plus que c'est le mode qui permet de limiter au maximum les pertes totales, soient liées à l'entreposage et à la récolte comme présenter dans l'image ci-contre.





Graphique 2. Modes de conservation des ensilages inclus dans le portait

Tableau 5. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des 155 analyses d'ensilage reçues en fonction de leur mode de conservation

Paramètre des analyses	Balles carrées	Balles rondes	Ensilage haché (meule ou silo)	TOTAL
Nombre d'analyse	11	116	28	155
% Matière sèche	57,03	55,44	37,48	52,31
% matière sèche minimum	28,40	17,65	25,10	17,65
% matière sèche maximum	74,10	82,40	49,99	82,40
% de Protéine Brute	14,22	15,45	12,26	14,79
EN Lactation (Mcal/kg MS)	1,39	1,38	1,41	1,38
Énergie Métabolisable (Mcal/kg MS)	2,21	2,19	2,24	2,20
Fibre ADF (%)	33,64	33,19	32,92	33,17
Fibre NDF (%)	55,26	51,27	51,06	51,52
Calcium (%)	0,69	0,79	0,49	0,73
Phosphore (%)	0,30	0,31	0,33	0,31
Magnésium (%)	0,19	0,26	0,21	0,24
Potassium (%)	1,98	2,16	1,95	2,11
Soufre (%)	0,21	0,21	0,19	0,20
Cendre (%)	7,42	7,40	6,79	7,29
Profil fermentaire*				
Nombre d'analyses avec profil fermentaire complet	10	85	16	111
Acide lactique (%)	3,17	2,62	3,68	2,86
Acide acétique (%)	0,67	0,48	0,74	0,55
Acide butyrique (%)	0,11	0,13	0,18	0,14
Acide butyrique (valeur minimum)	0,00	0,00	0,00	0,00
Acide butyrique (valeur maximum)	0,38	0,70	0,62	0,70

** Pour les valeurs du profil fermentaire, les moyennes présentées sont celles de 111 analyses qui avaient un profil fermentaire complet sur l'analyse nutritionnelle.*

En fonction du système d'entreposage, il est intéressant de vérifier si le taux de matière sèche idéal est atteint. Pour les grosses balles (rondes ou carrées), le taux optimal à viser est de 40 à 60 % de matière sèche alors que pour un ensilage haché en silo-tour ou sous forme de meule, il est de 30 à 45 %. C'est lorsque la MS est sous les taux optimaux que les conditions sont favorables au développement des bactéries butyriques.

Si on regarde les minimums obtenus pour ces catégories, on observe qu'au niveau des grosses balles des taux de matières sèches aussi bas que 17,46 % à 28,40 % ont été obtenus. En ne gardant que les analyses qui possèdent un taux de MS sous les 40 %, on obtient les valeurs nutritionnelles moyennes du tableau 6. Des 127 analyses de grosses balles, 17 analyses (13,4 %) ont un taux de MS inférieur aux recommandations pour ce type conservation.

Tableau 6. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des analyses d'ensilage en grosses balles (rondes ou carrées) dont le taux de MS est sous le taux optimal de 40 %

Paramètre des analyses	Balles carrées	Balles rondes	TOTAL
Nombre d'analyse	2	15	17
% Matière sèche	31,80	33,60	33,39
% de Protéine Brute	16,25	17,58	17,42
EN Lactation (Mcal/kg MS)	1,42	1,34	1,35
Énergie Métabolisable (Mcal/kg MS)	2,27	2,14	2,16
Fibre ADF (%)	32,90	34,69	34,48
Fibre NDF (%)	52,50	51,26	51,41
Calcium (%)	0,52	0,92	0,88
Phosphore (%)	0,38	0,33	0,34
Magnésium (%)	0,18	0,24	0,23
Potassium (%)	3,30	2,44	2,54
Soufre (%)	0,21	0,25	0,24
Cendre (%)	10,75	8,93	9,15
Profil fermentaire*			
Nombre d'analyses avec profil fermentaire complet	2	10	12
Acide lactique (%)	5,68	3,16	3,52
Acide acétique (%)	1,36	0,81	0,88
Acide butyrique (%)	0,28	0,15	0,17
Acide butyrique (valeur minimum)	0,18	0,00	0,00
Acide butyrique (valeur maximum)	0,38	0,52	0,52

** Pour les valeurs du profil fermentaire, les moyennes présentées sont celles de 12 analyses qui avaient un profil fermentaire complet sur l'analyse nutritionnelle.*

D'un autre point de vue, le tableau 7 présente les analyses reçues qui présentent pour les balles rondes et carrées un % de matière sèche adéquat entre 40 et 60 % tel que recommandé et pour les ensilages hachés, celles avec un taux de matière sèche compris entre 30 et 45 %. On peut voir que même si la matière sèche de l'ensilage est adéquate en fonction du mode de conservation, 48 % des analyses démontrent quand même la présence d'acide butyrique et donc demeure des fourrages qui pourrait potentiellement influencer l'état métabolique des brebis en fin de gestation. En effet, sur les 3 analyses d'ensilage de balles carrées, une analyse démontre la présence de butyrique. De même, 22 analyses sur les 46 (48 %) analyses d'ensilage de balle ronde ont un taux supérieur à 0,10 % d'acide butyrique. Enfin, ce sont 5 des 9 (56 %) analyses d'ensilage haché, bien que récolté à un taux de MS adéquat entre 30 et 45 % de MS qui présentent un taux d'acide butyrique supérieur à 0,10 %. Dans les 3 cas, le taux de cendre près de la limite de 10 % pourrait expliquer la présence de contaminant (terre, sol, fumier) lors de la récolte, ce qui aurait pu affecter la fermentation. Rappelons aussi que la fermentation de l'ensilage se fera en condition d'anaérobie, c'est-à-dire en absence d'oxygène et sera intensifiée si le fourrage contient beaucoup de sucres solubles. Ainsi, le taux de matière sèche à lui seul ne peut expliquer la présence d'acide butyrique.

Tableau 7. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages ayant un taux de MS adéquat pour leur mode de conservation (balles rondes ou carrées entre 40 et 60 % ; ensilage haché entre 30 et 45 %) ayant un profil fermentaire complet

Paramètre des analyses	Balles carrées	Balles rondes	Ensilage haché
Nombre d'analyse	3	46	9
% Matière sèche	48,33	50,91	37,29
% de Protéine Brute	15,63	15,47	11,89
EN Lactation (Mcal/kg MS)	1,42	1,37	1,33
Énergie Métabolisable (Mcal/kg MS)	2,26	2,21	2,10
Fibre ADF (%)	33,33	33,38	35,67
Fibre NDF (%)	55,13	50,25	54,42
Calcium (%)	0,65	0,77	0,52
Phosphore (%)	0,31	0,31	0,27
Magnésium (%)	0,17	0,26	0,21
Potassium (%)	2,36	2,26	1,90
Soufre (%)	0,20	0,19	0,17
Cendre (%)	8,10	7,24	7,25
Profil fermentaire			
Acide lactique (%)	3,84	3,24	4,01
Acide acétique (%)	0,91	0,50	1,12
Acide butyrique (%)	0,13	0,16	0,19
Acide butyrique (valeur minimum)	0,00	0,00	0,00
Acide butyrique (valeur maximum)	0,33	0,70	0,47
Nombre d'analyses qui ont ≥ 0,10% de butyrique	1	22	5

Le tableau 8, permet de préciser encore plus les moyennes obtenues, cette fois en ne conservant que les analyses qui ont un taux d'acide butyrique ≥ 0,1 %. Ce sont donc 11 analyses (11,5 %) sur les 95 analyses d'ensilage enrubanné en balles rondes ou carrées (dont le profil fermentaire complet est disponible) qui, offerts comme seuls fourrages à des brebis prolifiques en fin de gestation, pourraient potentiellement causer des problématiques de santé.

Tableau 8. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des analyses d'ensilage des grosses balles dont le taux de MS est sous le taux optimal de 40 % de MS ET dont le taux d'acide butyrique est ≥ 0,1 %

Paramètre des analyses	Balles carrées	Balles rondes	TOTAL
Nombre d'analyse	2	9	11
% Matière sèche	31,80	33,50	33,19
% de Protéine Brute	16,25	17,75	17,48
EN Lactation (Mcal/kg MS)	1,42	1,34	1,36
Énergie Métabolisable (Mcal/kg MS)	2,27	2,14	2,17
Fibre ADF (%)	32,90	34,41	34,14
Fibre NDF (%)	52,50	50,07	50,51
Calcium (%)	0,52	0,92	0,85
Phosphore (%)	0,38	0,33	0,34
Magnésium (%)	0,18	0,25	0,24
Potassium (%)	3,30	2,51	2,65
Soufre (%)	0,21	0,24	0,24
Cendre (%)	10,75	8,93	9,26
Profil fermentaire			
Acide lactique (%)	5,68	2,74	3,48
Acide acétique (%)	1,36	0,77	0,91
Acide butyrique (%)	0,28	0,35	0,33
Acide butyrique (valeur minimum)	0,18	0,25	0,18
Acide butyrique (valeur maximum)	0,38	0,52	0,52

Par ailleurs, parmi les 28 analyses d'ensilage haché (non présenté ici), seules 4 d'entre elles (14,3 %) avaient des taux de MS inférieurs à 30 %. De ces 4 analyses, on retrouve 2 ensilages d'herbe, 1 ensilage de maïs et 1 ensilage d'herbe de soudan. Parmi elles, une seule avait un taux de butyrique supérieur à 0,1 % (plus précisément 0,62 %).

4.2.2 Les ensilages de céréales

Parmi les 7 analyses d'ensilage de céréales reçues, 4 présentent des taux supérieurs à 0,10 % d'acide butyrique. Les ensilages de céréales demeurent une bonne option pour pallier au manque de fourrages, par exemple lors de période de sècheresse. Vu le nombre peu élevé d'analyses reçues, on comprend que ce ne sont pas des ensilages fréquemment utilisés.

Tableau 9. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages de céréales en fonction du mode de conservation

Paramètre des analyses	Balles carrées	Balles rondes	Ensilage haché	TOTAL
Nombre d'analyse	2	4	1	7
% Matière sèche	42,35	48,33	49,02	46,72
% de Protéine Brute	16,70	18,35	10,83	16,80
EN Lactation (Mcal/kg MS)	1,47	1,48	1,36	1,46
Énergie Métabolisable (Mcal/kg MS)	2,34	2,37		2,36
Fibre ADF (%)	30,65	31,35	33,75	31,49
Fibre NDF (%)	51,20	51,09	50,68	51,06
Calcium (%)	0,54	0,65	0,54	0,60
Phosphore (%)	0,35	0,36	0,30	0,35
Magnésium (%)	0,12	0,21	0,29	0,19
Potassium (%)	2,68	2,49	2,03	2,48
Soufre (%)	0,21	0,23	0,19	0,22
Cendre (%)	10,20	8,44	4,28	8,35
Profil fermentaire				
Acide lactique (%)	4,79	3,62	4,51	4,08
Acide acétique (%)	1,12	0,68	0,08	0,72
Acide butyrique (%)	0,26	0,13	0,26	0,18
Acide butyrique (valeur minimum)	0,18	0,00	0,26	0,00
Acide butyrique (valeur maximum)	0,33	0,47	0,26	0,47
Nombre d'analyses ayant ≥0,10 % d'acide butyrique	2	1	1	4

4.2.3 Les ensilages de maïs

Au niveau des ensilages de maïs, les valeurs du tableau 2 suggèrent un % de MS adéquat en regard à cette culture. Au niveau des acides butyriques contenus dans ces analyses, seules 5 avaient un profil fermentaire complet, dont 2 avec des teneurs > 0,45 % d'acide butyrique. Ces 2 mêmes analyses ont également des taux de cendres supérieurs à la recommandation qui vise de 4 à 5 % de cendres. Une hauteur de fauche non adéquate pour cette culture pourrait être la cause.

4.2.4 Les ensilages d'herbe

Il est intéressant de vérifier les variations nutritionnelles entre les coupes (tableau 10). Parmi les analyses reçues contenant un profil fermentaire complet, ce sont globalement 37 analyses sur 96 (38,5 %) qui contiennent des taux supérieurs à 0,10 % d'acide butyrique, le tout provenant assez également de l'une ou l'autre des 3 fauches (tableau 11).

Tableau 10. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages d'herbe en fonction de la coupe

Paramètre des analyses	1ère Coupe	2e Coupe	3e Coupe	TOTAL
Nombre d'analyse	65	52	14	131
% Matière sèche	52,97	56,39	56,11	54,66
% de Protéine Brute	14,33	16,08	16,25	15,23
EN Lactation (Mcal/kg MS)	1,36	1,36	1,39	1,36
Énergie Métabolisable (Mcal/kg MS)	2,19	2,15	2,16	2,17
Fibre ADF (%)	34,20	33,69	32,16	33,78
Fibre NDF (%)	53,65	50,75	50,30	52,14
Calcium (%)	0,71	0,87	0,73	0,78
Phosphore (%)	0,30	0,30	0,34	0,30
Magnésium (%)	0,23	0,28	0,27	0,25
Potassium (%)	2,15	2,06	2,42	2,14
Soufre (%)	0,20	0,22	0,23	0,21
Cendre (%)	7,25	7,34	8,03	7,37
Profil fermentaire*				
Nombre d'analyses avec profil fermentaire complet	48	40	8	96
Nombre d'analyses avec > 0,10 % d'acide butyrique	19	15	3	37
Acide lactique (%)	3,26	2,30	2,05	2,73
Acide acétique (%)	0,58	0,50	0,27	0,51
Acide butyrique (%)	0,15	0,11	0,15	0,14
Acide butyrique (valeur minimum)	0,00	0,00	0,00	0,00
Acide butyrique (valeur maximum)	0,70	0,58	0,50	0,70

**96 analyses / 131 ont un profil fermentaire complet, ainsi les moyennes pour les profils fermentaires ne prennent en considération que ces 96 analyses. Les autres paramètres sont calculés sur l'ensemble des 131 analyses.*

Tableau 11. Portrait de la valeur nutritionnelle moyenne des ensilages d'herbe en fonction de la coupe dont le profil fermentaire présente ≥ 0,10% de butyrique

Paramètre des analyses	1ère Coupe	2e Coupe	3e Coupe	TOTAL
Nombre d'analyse	19	15	3	37
% Matière sèche	45,05	53,63	62,11	49,91
% de Protéine Brute	14,55	16,45	15,95	15,44
EN Lactation (Mcal/kg MS)	1,35	1,35	1,38	1,35
Fibre ADF (%)	34,88	33,73	33,11	34,27
Fibre NDF (%)	53,43	50,32	49,61	51,86
Calcium (%)	0,55	0,87	0,62	0,69
Phosphore (%)	0,32	0,31	0,35	0,32
Magnésium (%)	0,23	0,27	0,33	0,25
Potassium (%)	2,45	2,14	2,45	2,33
Soufre (%)	0,18	0,20	0,21	0,19
Cendre (%)	7,03	6,81	6,33	6,88
Profil fermentaire				
Acide lactique (%)	3,52	2,61	3,17	3,12
Acide acétique (%)	0,72	0,44	0,25	0,57
Acide butyrique (%)	0,36	0,27	0,36	0,32
Acide butyrique (valeur minimum)	0,13	0,10	0,26	0,10
Acide butyrique (valeur maximum)	0,70	0,58	0,50	0,70

4.2.5 Les ensilages d'herbe de Soudan

Seules 6 analyses nutritionnelles d'herbe de Soudan ont été reçues (revoir tableau 2), dont seulement 3 ont obtenu un profil fermentaire. Une analyse sur les 3 avait un taux d'acide butyrique de 0,28 %. Somme toute, pour cette culture, le taux de matière sèche moyen (36,74 %) est adéquat compte tenu du type d'entreposage visé (silo/meule) offrant ainsi des conditions d'ensilabilité plus propices à la réussite de son ensilage.

4.2.6 Le taux de cendre

Le pourcentage de cendres représente les résidus après incinérations complètes des matières organiques d'un échantillon et elles sont complètement non digestibles. Elles incluent donc toutes les matières inorganiques (ou matière minérale) dans l'aliment ainsi que les contaminants inorganiques tels que de la terre, du sable ou des saletés. Un fourrage devrait contenir moins de 10 % de cendre. Dans un fourrage de graminées, on retrouve normalement un peu moins de cendres que dans un de légumineuses. Des analyses présentant un taux supérieur à 10 % sont assurément associées à une contamination par le sol, ou encore du fumier. Attention aux problèmes de listérioses lorsqu'un tel fourrage est servi ! En effet, la terre ou le fumier dans un fourrage destiné à l'ensilage va provoquer une mauvaise fermentation et favoriser le développement de certaines bactéries responsables de la listériose. De même, la présence de ces contaminants inorganiques, associée à un taux de MS inadéquat pour le mode de stockage, va aussi

contribuer au développement des acides butyriques. Parmi les analyses reçues, 14 (9 %) ont un taux de cendre supérieur à 10 % dont 5 qui ont également un taux d'acide butyrique supérieur à 0,10 %. Ceci laisse donc présager que certains producteurs devraient revoir la hauteur de coupe et les ajustements possibles à faire sur les équipements tels que les faneurs et les râteaux. La prévention passe par un chantier de récolte réussi. En provenance de 4 entreprises au total, ces ensilages risquent d'être utilisés pour alimenter plus de 2200 brebis prolifiques en fin de gestation.

4.2.7 Profils fermentaires

Rappelons qu'un ensilage stable possède un pH de 4 à 5 et contient 2 à 8 % d'acide lactique, 1 à 2 % d'acide acétique et 0 % d'acide butyrique. Le rapport « acide lactique : acides totaux » d'un ensilage devrait être minimalement de 50 % et idéalement de 75 %.

Tableau 12. Portrait de la valeur nutritionnelle et du rapport d'acide lactique/acides totaux des analyses possédant un profil fermentaire complet

Paramètre des analyses	TOTAL	CONSTAT lié au profil fermentaire
Nombre d'analyse	111	
% Matière sèche	52,72	
% de Protéine Brute	14,91	
EM (Mcal/kg MS)	2,20	
Profil fermentaire		
Acide lactique (%)	3,11	82 analyses entre 2 et 8 %
Acide acétique (%)	0,56	15 analyses entre 1 et 2%
Acide butyrique (%)	0,14	67 analyses sous 0,10 %
Rapport acide lactique / acides totaux	83 %	92 analyses > 75%

Ce sont 111 analyses nutritionnelles qui possédaient un profil fermentaire complet. Il n'est clairement pas évident de produire un ensilage parfaitement stable avec les taux idéaux des divers acides. Globalement, si on ne regarde que le rapport acide lactique/acides totaux, ce sont tout de même plus de 90 analyses qui possèdent un rapport adéquat, laissant présager un équilibre entre les différents acides du profil fermentaire.

Le profil fermentaire devrait toujours être demandé par les producteurs lorsqu'ils veulent faire évaluer la valeur nutritionnelle de leur ensilage. Il importe de sensibiliser ceux-ci à le demander d'office. Pour ce faire, le fourrage doit avoir été récolté depuis au moins 3 semaines afin de permettre au cycle de fermentation d'être complété et d'avoir un ensilage relativement stable. Pour les ensilages de maïs, la stabilité de la fermentation est atteinte environ 2 mois post-récolte. Autrement, utiliser un ensilage sans aucune information sur le profil fermentaire c'est risquer d'attribuer des fourrages contenant des acides butyriques à des groupes de brebis dont le stade physiologique pourrait être davantage affecté telle que les brebis en fin de gestation. Pour assurer une bonne gestion de l'alimentation et avoir toute l'information pertinente sur la valeur nutritionnelle des ensilages servis aux ovins, il va de soi que le profil fermentaire doit faire partie intégrante du rapport d'analyse de ses fourrages.

4.3 Constats généraux

Il n'est pas simple de tirer des conclusions bien définies de ce portrait. La variation entre les analyses entre les fermes, voire à l'intérieur d'une même ferme est énorme. Mis à part un portrait technique ou statistique avec les données reçues, il n'est pas possible de faire de corrélations concluantes entre les paramètres des analyses. Cependant, vu les proportions importantes d'ensilage avec des taux ≥ 0,10 % d'acide butyrique, de la vulgarisation s'impose quant à la prévention de la détérioration des ensilages par les acides butyriques en mettant de l'avant les bonnes pratiques de chantier de récolte.

4.4 Recommandations pour prévenir la présence d'acide butyrique dans les fourrages destinés aux ovins

À la lueur des observations faites au sein des différentes analyses reçues, le plus pertinent, vu la grande variabilité des analyses nutritionnelles, est de faire un rappel sur les bonnes pratiques à adopter pour minimiser, empêcher que les fourrages ne développent des acides butyriques.

4.4.1 Prévention du développement d'acide butyrique dans les ensilages

De manière générale, les risques de mauvaise fermentation et de production d'acide butyrique sont accrus lorsque les fourrages possèdent une faible ensilabilité. Il est possible d'optimiser ces facteurs aux champs et à la ferme pour minimiser la prolifération des bactéries responsables de la production d'acide butyrique.

4.4.1.1 Le stade de récolte

Le stade de récolte est souvent un équilibre entre la qualité digestive de l'herbe et le rendement en tonnage. Ce stade va dépendre des variétés des plantes fourragères dans le champ, mais il est reconnu qu'une maturité trop avancée va diminuer l'ensilabilité du fourrage. Le taux de sucre va également diminuer plus la plante est mature, ce qui diminue le potentiel de fermentation lactique à l'entreposage. Pour un bon équilibre entre la qualité, le rendement et l'ensilabilité, le tableau 13 montre le stade de coupe recommandé pour quelques-unes des espèces rencontrées au Québec.

Tableau 13. Stade de coupe recommandé pour quelques-unes des espèces végétales rencontrées au Québec

Espèce	Stade de récolte
Luzerne	10 % en fleurs
Trèfle rouge	10 % en fleurs
Lotier	25-50 % en fleurs
Fléole (Mil)	Début-Épiaison
Brome	Début à fin épiaison
Dactyle	Avant le tout début d'épiaison
Alpiste Roseau	Avant épiaison

Tiré du guide Les plantes fourragères, 2005.

4.4.1.2 Bonnes pratiques à la récolte

La fauche doit se faire à une hauteur suffisamment éloignée du sol pour éviter que les contaminants se mélangent à l'herbe fauchée. Ces contaminants, sous forme de bactéries ou spores logées dans les particules de sol ou de fumier, viennent diminuer l'ensilabilité de l'herbe en altérant la fermentation. Il est recommandé de faucher entre 5 à 10 cm du sol, pour minimiser les risques de contamination, tout en maximisant le rendement. La fenaison des fourrages est aussi un moment où la terre peut être soulevée du sol et incorporée au fourrage, l'équipement ne doit donc pas racler le sol.

Une fois fauchée, la récolte doit se faire à un niveau de matière sèche adéquat, qui permettra une bonne fermentation selon le type d'entreposage (tableau 14). Une récolte trop humide est un facteur qui accentue considérablement le risque de fermentation butyrique.

Tableau 14. Matière sèche à viser lors de la récolte en fonction du mode de conservation des fourrages

Type d'entreposage	Caractéristique du fourrage	% de Matière sèche idéal
Silo tour conventionnel	Préfané	30-40 %
Silo tour à atmosphère contrôlée (silo bleu)	Demi-sec (idéal)	40-60 %
Silo Horizontal (mur)	Préfané (possible)	30-40 %
Bunker	Humide	30-32 %
Meule	Humide	25-30 %
Boudin (Ag-Bag)	Demi-sec, préfané, humide	25-60 %
Balles enrubannées (boudin ou individuelles)	Demi-Sec	40-60 %

Lorsque l'herbe est hachée, la longueur des particules peut avoir une incidence sur la qualité de la conservation dans les silos en affectant la compaction. Une longueur autour de 9 à 13 mm (3/8 à 1/2 po) permettra généralement une bonne compaction. Des particules trop longues peuvent laisser des poches d'air emprisonnées. La compaction dans les silos horizontaux devrait être autour de 15 lb MS/ pi^3 ou 240 kg MS/m^3.

En résumé, prévenir la présence d'acide butyrique dans ses fourrages, c'est faucher au bon stade de maturité de la plante (pour avoir plus de sucres solubles nécessaires à l'obtention d'une baisse rapide du

pH et d'une bonne fermentation), à une hauteur de coupe adéquate en évitant de rouler sur le matériel fourrager avec les équipements. C'est avoir un taux de matière sèche cohérent avec le mode de stockage utilisé (éviter les taux de matières sèches sous les limites recommandées). C'est s'assurer d'avoir des ouvrages de stockages étanches à l'air (ex. : boucher les trous sur les plastiques agricoles) pour assurer un milieu complètement anaérobique.

4.4.1.3 Bonnes pratiques à la reprise des fourrages

Pour éviter la perte de qualité de l'ensilage une fois fermenté, la reprise quotidienne doit s'effectuer de manière à éviter que l'oxygène se réintroduise trop longtemps sur la nouvelle face d'ensilage dégagée. L'oxygène qui s'y réintroduit permet aux levures de croitre, ce qui hausse le pH et défait l'équilibre fermentaire. Il faut donc désiler de manière à enlever une épaisseur suffisante d'ensilage pour que la nouvelle couche exposée n'ait pas été en contact trop longtemps avec l'oxygène. Généralement, il est recommandé d'avoir une reprise autour de 15 cm pour un silo horizontal et de 10 cm pour un silo vertical. La compaction de l'ensilage et la température feront varier les recommandations : une densité de compaction moindre et une température ambiante plus élevée feront en sorte que la reprise devra être un peu plus grande.

Pour les silos horizontaux, il est important de laisser une face uniforme et droite. Les éboulis et les amas devraient être évités. La reprise devrait couvrir la largeur totale du silo pour éviter d'ajouter une face exposée. Pour les balles enrubannées, que ce soient des balles individuelles ou en boudin, le même principe s'applique et il faut s'assurer qu'il n'y ait aucun trou laissant l'air s'infiltrer.

4.4.1.4 Additifs

Lorsque les recommandations pour un bon ensilage ne peuvent être rencontrées, par cause de mauvaise météo, par exemple, des additifs peuvent être ajoutés à l'ensilage pour aider le processus de fermentation désiré. L'un des types d'additif est les inoculants microbiens. Les plus fréquemment rencontrés sont des inoculants à bactéries lactiques (homofermentaire) pour abaisser le pH rapidement, ce qui peut limiter la production d'acide butyrique. L'inoculant microbien n'est cependant pas gage de succès, car ces microorganismes dépendent eux aussi de la concentration de sucre soluble dans l'herbe. Si, par exemple, le stade de maturité est trop avancé ou s'il s'agit d'un ensilage de légumineuses (contient typiquement moins de sucres solubles), des enzymes peuvent être ajoutées conjointement à l'inoculant microbien. Ces enzymes vont digérer les glucides complexes de la plante et générer des sucres solubles disponibles pour les bactéries lactiques. Plusieurs inoculants, enzymes et autres types d'additifs sont disponibles et tous ont des applications spécifiques selon le type d'ensilage et d'entreposage. Il peut s'agir d'une solution rentable, en cas de doutes lors de la récolte, pour éviter de nourrir les brebis avec de l'ensilage contenant des acides butyriques.

4.4.2 Rappel de ce qu'est un bon profil fermentaire sur un ensilage réussi

Le profil de fermentation pour des analyses d'ensilages est très important. Lors de la demande d'analyse, il est possible d'avoir le pH de son fourrage. Un ensilage réussi devrait avoir un pH entre 4 et 5, un taux d'acide lactique supérieur à 3 %, un taux d'acide butyrique inférieur à 0,10 % et un taux d'acide acétique sous les 2 %. La proportion d'acide lactique par rapport aux acides totaux est probablement le critère le plus parlant. Le rapport devrait être d'au moins 50 % pour un bon ensilage et de 75 % pour un excellent ensilage.

Il est important de noter que pour obtenir une analyse représentative, un échantillonnage adéquat doit être fait. Il existe plusieurs fiches techniques et articles qui traitent de l'échantillonnage des fourrages. Il faudra donc procéder avec rigueur et dans les règles de l'art si on souhaite obtenir une analyse nutritionnelle représentative avec laquelle il sera possible de travailler et réaliser des programmes alimentaires pour ses ovins. Enfin, pour utiliser pleinement le potentiel d'une analyse nutritionnelle, il ne faut pas oublier de demander à avoir un profil fermentaire complet sur l'analyse. Pour ce faire, l'échantillonnage doit être réalisé après le cycle de fermentation soit au moins 3 semaines après la récolte pour les ensilages d'herbes et 2 mois après la récolte pour l'ensilage de maïs.

4.4.3 Stratégies d'utilisation des fourrages contenant des acides butyriques

Lors d'un chantier de récoltes, bien que tout peut sembler avoir été fait adéquatement (bon stade de coupe, % MS à la récolte adéquat vs le type d'entreposage, chantier de récolte efficace selon les bonnes pratiques de travail, etc.), il arrive que l'analyse nutritionnelle puisse tout de même avoir un taux plus ou moins important d'acide butyrique. Aucun producteur n'a les moyens de condamner une récolte de fourrage sur l'unique base du taux d'acide butyrique, il est donc pratique de connaitre des stratégies d'utilisation de ces ensilages afin de limiter leur taux dans la ration consommée.

4.4.3.1 Dilution / mélange en proportion X avec un fourrage exempt d'acide butyrique

Pour limiter l'ingestion totale d'acide butyrique, une pratique simple à adopter à la ferme est de mélanger les ensilages servis. Chez les bovins laitiers, la consommation d'ensilage avec de l'acide butyrique ne doit pas correspondre à plus de 50 g d'acide butyrique/jour (Oetzel, 2017) et devrait être évitée autour de la période de tarissement ou près de la mise-bas. La littérature ne présente pas de limite d'incorporation chez les petits ruminants. Cependant, comme la consommation en kg de MS des vaches est supérieure aux ovins (environ 10 fois plus grande), on devrait s'attendre à retrouver très peu d'acide butyrique exprimé en g/j dans la ration des ovins. Au prorata de la CVMS des brebis par rapport aux vaches, c'est possiblement 10 fois moins d'acide butyrique qui devrait se retrouver dans la ration totale.

4.4.3.2 Stade physiologique des ovins vs utilisation d'un fourrage contenant du butyrique

En présence de fourrage contenant des acides butyriques, le producteur aura avantage à cibler les groupes de brebis, selon cet ordre de priorité, pour servir ce type de fourrage :

- Brebis à l'entretien ou au tarissement
- Brebis à la saille
- Brebis en fin de lactation
- Brebis en début-mi lactation
- Brebis début de gestation
- Dernière option : servir aux brebis en fin de gestation en diluant le fourrage contenant des acides butyriques avec un exempt d'acide butyrique. Lorsque possible, cibler le fourrage avec le plus faible taux d'acide butyrique.

Il pourrait être envisageable de servir un ensilage contenant des taux plus ou moins importants d'acide butyrique aux agneaux à l'engraissement. Considérant que les agneaux de marché consomment des rations contenant majoritairement des concentrés, leurs rations contiennent de 15 à 40 % de fourrage. Aucune étude n'a toutefois été réalisée au Québec, dans nos conditions d'élevage, avec des ensilages contenant des acides butyriques. Il faut donc demeurer prudent.

Dans le cas où l'option d'en servir aux brebis en fin gestation est inévitable, l'utilisation de bandelettes pour mesurer le taux de BHB sanguin demeure un bon outil de surveillance pour appréhender les risques de toxémies de gestation. Cet outil sera largement discuté et présenté dans les recommandations suivant la phase terrain du présent projet. Enfin, comme dans tous les cas de problématique de santé, le producteur aura avantage à travailler conjointement avec son vétérinaire pour approfondir un diagnostic et son agronome pour assurer un suivi et des ajustements adéquats au niveau du programme alimentaire des brebis en fin de gestation et en début de lactation.

5 Phase expérimentale

5.1 Objectifs

On sait que la fin de gestation est un moment exigeant énergétiquement chez les brebis prolifiques. La forte demande en énergie liée à la croissance fœtale et à la production du colostrum conduit souvent à des cas de toxémie de gestation, car la femelle n'arrive pas à consommer suffisamment de fourrages (CVMS diminuée par manque d'espace ruminal dû à la présence de plusieurs fœtus. Il faut alors supplémenter avec des concentrés énergétiques, mais selon l'état de la brebis et la valeur nutritionnelle du fourrage, le manque à gagner demeure grand et l'animal doit puiser dans ses réserves graisseuses pour combler ce déficit énergétique. S'ensuit alors une libération de corps cétoniques dans le sang pouvant, à divers degrés, affecter la santé de la brebis.

Chez l'ovin, il n'est pas clair que la teneur en acide butyrique des fourrages augmente les risques de toxémie de gestation. Contrairement aux bovins, aucune recommandation sur le niveau maximal de consommation quotidienne d'acide butyrique (g/kg de MS/j) n'est disponible. La phase expérimentale avait pour objectif principal de vérifier s'il y a un lien entre les teneurs en acide butyrique des fourrages et l'incidence des toxémies de gestation dans les troupeaux ovins.

5.2 Protocole expérimental & données récoltées

Au départ du projet, l'équipe de recherche souhaitait suivre 2 groupes de 30 brebis dans 8 troupeaux. Idéalement, 4 troupeaux auraient servi de l'ensilage avec une teneur en butyrique supérieure à 0,10 % et l'autre moitié avec une teneur sous 0,10 %. Les suivis auraient dû se faire entre juin 2019 et décembre 2020. La pandémie étant ce qu'elle est, entre le 15 mars 2020 et le 1er octobre 2020, les visites sur les fermes ont été annulées. La reprise de la phase expérimentale n'a été possible qu'après le 1er octobre, en respectant des consignes strictes de santé publique. Le dernier groupe de brebis suivi, quant à lui, s'est fait à la mi-septembre 2021. Les prélèvements sur les fermes ont été effectués par Mme Marie-Claude Litalien, technicienne en santé animale au CEPOQ.

Il n'a pas été possible de cibler les entreprises à partir des analyses nutritionnelles amassées dans le cadre du portrait. D'une part parce que ce n'était pas toujours des troupeaux de brebis prolifiques qui envoyaient des analyses nutritionnelles. Et d'autre part, il était impossible de savoir un an à l'avance si le « fourrage X » reçu pour le portrait allait être utilisé pour le groupe de brebis suivi. De plus, puisque l'équipe de recherche avait revu le nombre de visites à la hausse (explication dans les prochains paragraphes), des entreprises dans un rayon de 250-300 km de La Pocatière ont été choisies afin de respecter le budget de déplacements et limiter le temps improductif sur la route. Les fermes de brebis prolifiques qui se sont impliquées dans le projet furent au nombre de 7. Au total, ce sont donc 15 groupes de brebis qui ont été suivis, pour un total de 451 brebis. À la première visite, on obtenait du producteur son analyse d'ensilage utilisé à ce moment pour son groupe de brebis prolifiques à l'étude. En procédant de cette façon, cela a porté à 4 groupes de brebis nourries avec un ensilage ayant une teneur de plus de 0,10% et 11 groupes dont l'ensilage consommé contenait moins de 0,10% d'acide butyrique.

Ces 451 brebis ont été suivies pour leur état métabolique pendant les 6 dernières semaines de leur gestation et les 2 semaines suivant la mise-bas. À 5 reprises (au lieu de 4 visites initialement prévues), le taux sanguin de BHB a été mesuré à l'aide de bandelettes pharmaceutiques (Freestyle Precision Xtra). Cette façon de faire demeure un moyen peu couteux et fiable pour le suivi des taux de BHB sanguin.

Puisque les groupes de brebis suivies avaient une période théorique d'agnelage de 30 à 35 jours, il fallait trouver un moyen que les données amassées lors des visites correspondent le plus justement au moment visé pour les visites, soit : semaines -6, -4, -2 avant la mise bas et semaine +2 après la mise-bas. En effectuant 5 visites (au lieu de 4), réparties entre la 6^{e} semaine avant la première mise-bas théorique et la 2^{e} semaine post-partum de la dernière mise-bas théorique d'un groupe de brebis donné, on a estimé qu'il serait ainsi plus facile de cibler les moments réels visés. Une fois la date connue d'agnelage de chacune de ces brebis, il a été possible d'associer les données des visites 1 à 5 de chacune des brebis à l'un des 4 moments visés : semaines -6, -4, -2 avant la mise bas et semaine +2 après la mise bas. En procédant ainsi, une visite par brebis n'a pas été utilisée pour les analyses.

Lors de toutes les visites, sauf exception, la technicienne en santé animale prenait les données suivantes :

- Taux sanguin de BHB à l'aide de bandelettes pharmaceutiques
- Poids de la brebis (lors d'une visite, si la brebis était en logette suite à son agnelage, le poids n'était pas pris)
- État de chair de la brebis (cote de 1 à 5)
- Échantillon sanguin des 30 brebis (seulement lors de la visite 2)
- Échantillon sanguin de 8 brebis, 2 semaines après l'agnelage (seulement à la visite 4 ou 5)

Au niveau des échantillons sanguins, lors de la visite 2, en moyenne un mois avant l'agnelage, toutes les brebis étaient prélevées. Ces échantillons furent congelés quelques semaines. Une fois les agnelages commencés dans un groupe, lors de la visite 4 ou 5, l'équipe ciblait 8 brebis au cours de l'une de ces visites dont l'agnelage avait eu lieu dans les 10 à 14 jours précédents la visite. Un *pool* a été fait avec ces 8 échantillons. Puis, une fois les identifiants connus de ces 8 brebis, les échantillons sanguins de ces mêmes 8 brebis prélevés lors de la visite 2 furent mis en commun pour faire un *pool* également, le but étant de comparer le profil métabolique *poolé* complet en pré et post-partum.

Par ailleurs, les données de base des mères et les données d'agnelage ont été prises :

- Date de naissance de la mère (âge)
- Nombre de parités
- Intervalle agnelage
- Race / croisement
- Date de l'agnelage
- Nombre d'agneaux nés
- Nombre d'agneaux sevrés
- Poids 50 et 100 jours (pour les troupeaux sous GenOvis)
- Mortalité 0-10 jours et 10-100 jours

5.3 Analyses statistiques

Les analyses et les représentations graphiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R (R Core Team, 2021) et de la librairie R plotly (Sievert, 2020).

Le test de Duncan a été utilisé dans le cas de comparaisons multiples pour déterminer les différences significatives entre les moyennes des paramètres étudiés selon le traitement, par exemple pour évaluer s'il y avait une différence significative entre les moyennes des taux de BHB entre les individus ayant eu un ensilage sans acide butyrique versus ceux avec acide butyrique. Une lettre en exposant a été attribuée aux moyennes présentées dans les tableaux ci-dessous lorsqu'une différence significative était détectée. Les moyennes entre deux traitements/groupes qui ne partagent pas la même lettre en exposant ont une moyenne significativement différente. La fonction *duncan.test* de la librairie R agricolae (de Mendiburu, 2020) a été utilisée afin d'appliquer le test de Duncan.

Le coefficient de corrélation de Pearson a été utilisé afin de déceler de possibles corrélations entre des variables d'intérêts. Dans ce cas, la fonction R *ggscatter* de la librairie R ggpubr (Kassambara, 2020) a été utilisée afin d'illustrer les corrélations.

Les analyses incluent également la validation et la description des données à l'aide de statistiques descriptives comme la moyenne.

5.4 Résultats et interprétation

5.4.1 Portrait des données récoltées

Au cours de la phase terrain, ce sont initialement 451 brebis provenant de 15 groupes différents (provenant de 7 fermes) qui ont été suivies dans le projet. Dans les tableaux ci-dessous, on peut voir que le rythme d'agnelage est assez accéléré dans les 2 traitements et que la moyenne d'âge et le nombre d'agnelages sont relativement similaires également. Rappelons aussi que les troupeaux suivis sont de races prolifiques (principalement Arcott Rideau, Romanov) et hybrides prolifiques.

Tableau 15. Portrait des données provenant des 7 fermes suivies

Traitement*	Nb de brebis	Nb de groupes suivis	Moyenne Intervalle agnelage	Moyenne nb agnelage	Moyenne d'âge
AVEC	120	4	274,17	3,60	3,45
SANS	331	11	287,06	3,65	3,84

** SANS = < 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage ; AVEC = ≥ 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage.*

Le tableau suivant présente plus précisément la répartition des fermes et le nombre de groupe suivi chez chacune d'elle.

Tableau 16. Portrait des données provenant des 7 fermes suivies

Ferme	Groupe	Nb de brebis	% butyrique *	Races principales
A	1	30	0	Arcott Rideau
	2	30	0	
B	1	30	0	Romanov
	2	29	0	
C	1	30	0,51	Hybrides
D	1**	30	0,38	Hybrides
	2	30	0,01	
	3	30	0,03	
E	1	32	0,03	Hybrides
F	1***	30	0,06	Arcott Rideau
	2	30	0,06	
	3	30	0	
G	1	30	0,04	Hybrides
	2	30	0,56	
	3	30	0,92	

* *Les groupes avec < 0,10 % d'acide butyrique sont dans le traitement SANS et ceux avec ≥ 0,10 % d'acide butyrique sont dans le traitement AVEC*

** *Due à la pandémie et au début du confinement, 4 visites sur 5 de ce groupe ont dû être annulées.*

*** *Due à la pandémie et au début du confinement, les 2 dernières visites sur les 5 prévues ont dû être annulées.*

Suite à la prise des mesures chez les 7 fermes et une fois la date connue d'agnelage de chacune des brebis, les données des visites 1 à 5 de chacune des brebis ont été associées à l'un des 4 moments visés : semaines -6, -4, -2 avant la mise bas et semaine +2 après la mise bas. Le Tableau 17 ci-dessous indique le nombre de données récoltées pour chaque mesure aux 4 prélèvements sélectionnés. L'annulation de certaines visites en raison du confinement lié à la pandémie explique pourquoi il n'a pas été possible d'avoir autant de données à chaque temps de mesures que le nombre de brebis initialement sélectionnées. De plus, certaines brebis n'ayant pas mis bas, celles-ci ont été exclues des analyses.

Tableau 17. Portrait du nombre de mesures obtenues pour les analyses selon le prélèvement

Paramètres analysés	P-6	P-4	P-2	P+2
BHB	367	366	362	339
État de chair	367	367	362	339
Prolificité	367	366	362	339

Dans le cas des prélèvements sanguins 2 semaines avant et 2 semaines après l'agnelage afin de produire les profils métaboliques, les données post-agnelage de la ferme D n'ont pu être obtenues, en plus des données pré et post-agnelage de la ferme F. Au total, ce sont les données de 14 groupes pré-agnelage et 13 groupes post-agnelage qui ont pu être utilisées dans les analyses.

5.4.2 Lien entre les teneurs en acide butyrique des fourrages et l'incidence des toxémies de gestation dans les troupeaux prolifiques.

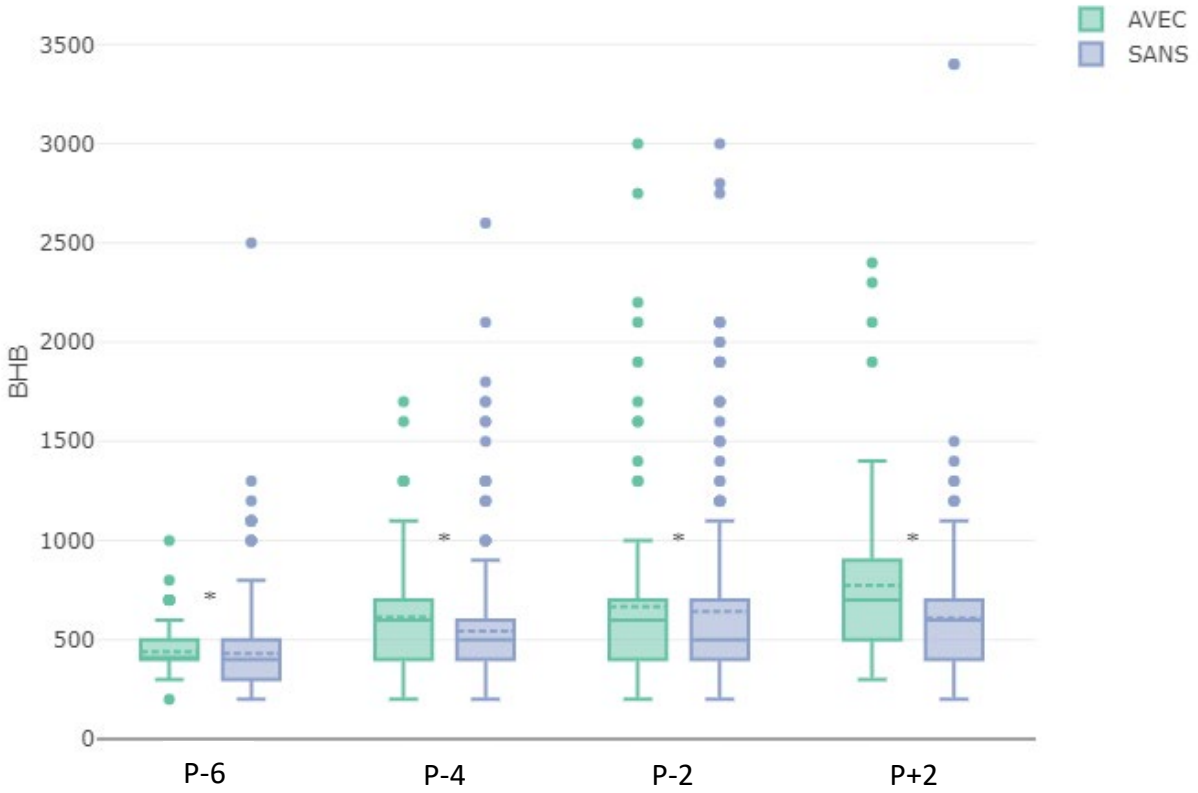
5.4.2.1 Taux de BHB avec l'utilisation des bandelettes

Le glucomètre et les bandelettes FreeStyle sont un petit appareil disponible en pharmacie comme montré dans l'image ci-contre. C'est avec cet outil que les mesures ont été prises pendant le projet.

Comme il a été mentionné précédemment, lors d'une toxémie de gestation, des corps cétoniques (ou β-hydroxybutyrate BHB) sont libérés dans le sang. Avec l'utilisation de bandelettes pharmaceutiques, le taux sanguin de BHB a été mesuré à quelques reprises chez toutes les brebis du projet. L'interprétation de la lecture des BHB est la suivante et est tirée d'une récente étude (CEPOQ, 2018) :

- Une brebis est en toxémie subclinique si son taux de BHB sanguin est de 800 à 3000 umol/L
- Une brebis est en toxémie clinique si son taux de BHB sanguin est de > 3000 umol/L

Le graphique suivant présente la valeur des BHB chez les brebis de l'étude selon qu'elles proviennent d'un groupe de brebis ayant été nourris avec un ensilage ne contenant pas d'acide butyrique (SANS : < 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage) ou contenant des acides butyriques (AVEC : ≥ 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage). P-6 fait référence à la prise de mesure 6 semaines avant l'agnelage, P-4 à 4 semaines avant l'agnelage, P-2 à 2 semaines avant l'agnelage et enfin P+2 à 2 semaines post-agnelage.



Graphique 3. Valeurs de BHB bandelettes dans le temps, selon la présence (AVEC) ou non (SANS) d'acide butyrique dans l'ensilage

Au cours des 4 prises de mesures, les valeurs des BHB chez les brebis du traitement AVEC, soit ayant été nourri avec de l'ensilage contenant des acides butyriques, sont significativement plus hautes que chez les brebis SANS. Il est intéressant de vérifier la valeur moyenne obtenue pour chacun de ces temps de mesure, tel que présenté au tableau suivant. En effet, les valeurs moyennes (Tableau 18) ne démontrent pas la présence de toxémies subcliniques chez aucun groupe puisque les valeurs moyennes sont toutes en deçà de 800 umol/L.

Il semble que la consommation d'un ensilage contenant plus de 0,10 % d'acide butyrique mime l'effet de la dégradation des graisses par une augmentation de l'absorption du butyrate par les parois ruminales, puisque le groupe AVEC présente un BHB significativement plus élevé que le groupe SANS. Ceci avait été émis comme hypothèse de départ. Cependant, peu importe le traitement, les valeurs moyennes sont sous la limite de 800 umol/L. On ne peut donc conclure que la consommation d'un ensilage contenant de l'acide butyrique provoque des toxémies subcliniques si on ne se fie qu'aux valeurs moyennes. L'analyse sera approfondie plus loin dans le rapport.

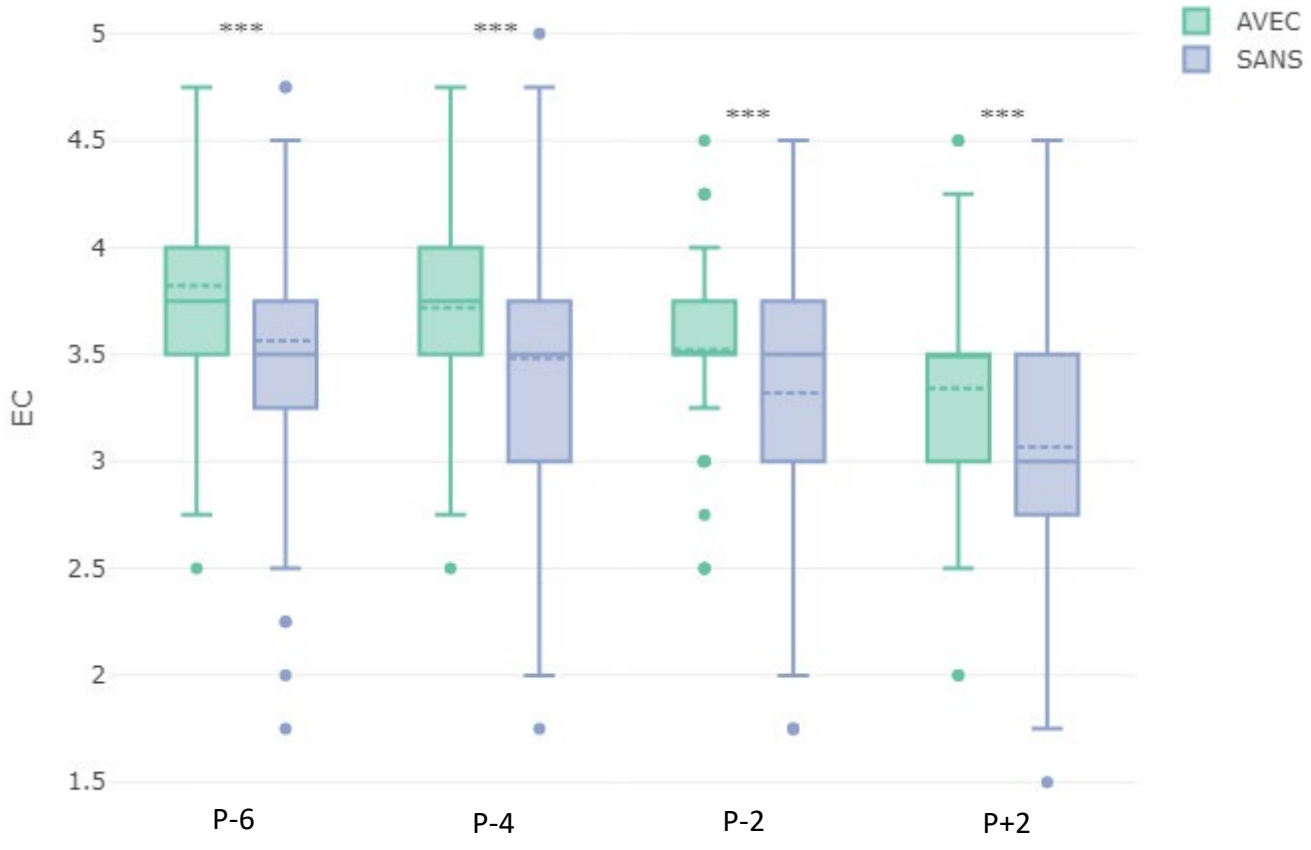
Tableau 18. Valeurs moyennes (umol/L) des BHB bandelettes dans le temps, selon la présence (AVEC) ou non (SANS) d'acide butyrique dans l'ensilage

Acide Butyrique*	P-6	P-4	P-2	P+2
Avec	439[a]	614[a]	667[a]	774[a]
Sans	431[b]	544[b]	642[b]	610[b]

**SANS = < 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage; AVEC = ≥ 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage.*

5.4.2.2 État de chair des brebis

Au cours des différentes visites sur les entreprises, les états de chair des brebis ont été pris. Le graphique suivant illustre l'état de chair moyen des brebis entre les traitements, et ce pour les 4 moments, soit 6 semaines avant l'agnelage, 4 semaines avant, 2 semaines avant et 2 semaines après l'agnelage. Dans tous les cas, l'état de chair est significativement plus élevé pour les brebis du traitement AVEC.



Graphique 4. Valeurs des états de chair des brebis, selon la présence (AVEC) ou non (SANS) d'acide butyrique dans l'ensilage servi

Rappelons qu'un état de chair idéal, 6 semaines avant l'agnelage, devrait être autour de 3,5. Dans le cas présent, la valeur moyenne pour tous les groupes 6 semaines avant l'agnelage est adéquate. Il semble donc, que peu importe le traitement, les brebis des différentes fermes suivies recevaient une alimentation adéquate pendant les 2 premiers tiers de la gestation. Une brebis avec un état de chair adéquat en fin de

gestation a aussi moins de risque de développer une toxémie de gestation. Il semble donc que malgré la présence d'acide butyrique dans les ensilages de certains groupes de brebis, que la valeur nutritionnelle des fourrages utilisés était excellente de manière générale comme en témoigne le tableau 19. De manière générale, le taux de matière sèche nous informe que les fourrages étaient demi-secs, soit idéals pour une conservation adéquate de fourrages en balles rondes ou carrées, comme utilisé par les producteurs. L'énergie d'un bon fourrage doit se situer au-dessus de 2.10 MCal/kg de MS ce qui est le cas ici. Au niveau des fibres ADF autour de 33 % et des fibres NDF autour de 50 %, elles indiquent que les fourrages ont été faits relativement jeunes, ce qui améliore la CVMS des ovins. Rappelons que des fourrages trop fibreux qui vont encombrer le rumen auront pour conséquence de diminuer la CVMS des brebis. En fin de gestation, une diminution de la CVMS peut induire des problèmes de toxémie de gestation. L'encombrement ruminal peut aussi conduire à des prolapsus chez les brebis.

Au niveau des minéraux, le fourrage du groupe AVEC semble être à prédominance de légumineuses puisque le % de Calcium se situe au-dessus de 1. L'important à ce niveau c'est que la ration globale chez les brebis ait été bien balancée et complétée avec des minéraux afin d'obtenir un ratio Ca : P de 2 :1.

Tableau 19. Valeur nutritionnelle moyenne des fourrages provenant des fermes, selon le traitement AVEC (≥ 0,10 % d'acide butyrique) ou SANS (< 0,10 % d'acide butyrique)

Valeurs	AVEC	SANS
% Matière sèche	50,03	56,66
Énergie Métabolisable (MCal/kg de MS)	2,19	2,22
% Protéine	17,30	15,70
% Calcium	1,06	0,89
% Phosphore	0,31	0,27
% Potassium	2,49	1,94
% Magnésium	0,20	0,28
% Fibre ADF	33,45	33,29
% Fibre NDF	52,78	48,79
Profil de fermentation		
% Acide Lactique	2,50	2,42
% Acide Acétique	1,45	0,41
% Acide Butyrique	0,59	0,02
RAPPORT Acide Lactique / % Acides totaux	50.91	84.84

5.4.2.3 Profils métaboliques sanguins

Le tableau suivant présente la valeur de quelques paramètres des profils métaboliques sanguins effectués. En effet, les paramètres analysés et liés à un état de toxémie qui ont été retenus sont :

- BHB (βHydroxybutyrate sanguin / lié à la mobilisation des graisses)
- GGT (Gamma-glutamyl transférase est une enzyme liée à l'activité de la fonction hépatique qui permet la lipomobilisation des graisses)
- Glucose (lié à l'énergie contenue dans la ration [excès d'énergie ou manque de fibres efficaces] lié à l'acidose et la toxémie)
- Calcium (lié à l'hypocalcémie, une autre maladie métabolique étroitement liée à la toxémie puisque les symptômes sont souvent similaires)

Tableau 20. Valeurs moyennes de différents paramètres du profil métabolique avant et après l'agnelage, selon la présence (AVEC) ou l'absence d'acide butyrique (SANS) dans les ensilages servis

Moment du prélèvement	Acide Butyrique**	BHB (umol/L)	GGT (U/L)	Glucose (mmol/L)	Calcium (mmol/L)
4 semaines pré-agnelage	Avec	583,8[b]	46,0[b]	3,52	2,56
	Sans	462,1[b]	47,5[b]	3,42	2,56
2 semaines post-agnelage	Avec	810,0[a]	72,0[a]	4,07	2,57
	Sans	585,5[b]	70,5[a]	3,80	2,52
Valeurs de référence		Min Max 150 750	Min Max 15 55	Min Max 2,70 4,30	Min Max 2,08 2,88

**Les valeurs qui ont des lettres différentes sont significativement différentes à P<0,05.*

*** SANS = < 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage; AVEC = ≥ 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage.*

Quatre (4) semaines avant l'agnelage, on n'observe aucune différence significative pour aucun paramètre des brebis du traitement AVEC versus SANS. Toutefois, 2 semaines après l'agnelage, les brebis provenant du traitement AVEC ont un taux de BHB sanguin significativement plus élevé.

On remarque aussi une différence pour le paramètre BHB, à l'intérieur du traitement AVEC, entre la mesure 4 semaines pré-agnelage (583,8 umol/L) et 2 semaines post-agnelage (810,0 umol/L). La progression des BHB sanguins pour ce groupe de brebis est donc plus importante que pour les brebis du groupe SANS où les valeurs (462,1 vs 585,5) ne sont cette fois pas différentes significativement.
Toutefois, si on regarde la GGT, il n'y a pas de différence entre les traitements, mais plutôt entre les moments du prélèvement. Cette progression entre 4 semaines pré-agnelage et 2 semaines post-agnelage pour les 2 groupes de brebis (AVEC et SANS), démontre une lipomobilisation quand même importante, puisque si l'on compare ces valeurs aux valeurs de références du tableau suivant (GGT devrait être entre 15 et 55 U/L), les valeurs sont relativement hautes après l'agnelage et au-dessus de la valeur de référence maximum de 55 U/L. Le prélèvement prépartum ayant été pris 4 semaines avant l'agnelage semble peut-être précoce pour entrevoir des différences entre les 2 traitements. Le fait que les brebis du groupe AVEC

aient un BHB significativement plus haut après l'agnelage, laisse présager que la valeur 2 semaines avant l'agnelage aurait pu être plus marquée entre les groupes si un prélèvement avait été fait.

Pour le glucose et le calcium, dans les 2 groupes et pour les 2 moments de prélèvement, il n'y a aucune différence significative. Ces 2 paramètres, comparés aux valeurs de références, sont adéquats pour les 2 groupes de brebis.

5.4.2.4 Données zootechniques

Le tableau suivant présente les données zootechniques des brebis de l'étude.

Tableau 21. Données zootechniques suivant l'agnelage des brebis selon leur traitement AVEC ou SANS acide butyrique dans les ensilages servis.

Acide Butyrique**	Mortalité (%)			Poids (kg)				Nombre d'agneaux	
	Naissance	0-10 jours	10-100 jours	Total 50 jours	Moyen 50 jours	Total 100 jours	Moyen 100 jours	Nés	Sevrés
Avec	15	9[a]	13	45,7	24,2[a]	62,6[a]	37,3	2,49	1,85
Sans	24	25[b]	15	43,4	22,7[b]	70,0[b]	36,6	2,60	1,92

**Les valeurs qui ont des lettres différentes sont significativement différentes à P<0.05.*

*** SANS = < 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage ; AVEC = ≥ 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage.*

On observe une différence au niveau de la mortalité 0-10 jour entre les traitements, toutefois ce sont les brebis provenant du traitement SANS butyrique qui ont la plus haute mortalité à ce stade. Ceci vient à l'encontre de ce que l'on aurait pu penser à savoir que les brebis nourries avec un ensilage contenant des acides butyriques ont plus de chance de développer une toxémie de gestation ce qui aurait pu se traduire par des complications plus grandes à la naissance et donc des mortalités plus élevées. Ceci étant dit, il est possible que le simple hasard soit responsable de cette différence. Rappelons que le nombre de brebis provenant du groupe SANS est plus élevé (331 brebis) comparativement au groupe AVEC (120 brebis). Ainsi, il y a eu beaucoup plus d'agnelages pour les brebis provenant du groupe SANS ce qui explique probablement cette différence significative au niveau de la mortalité 0-10 j. C'est peut-être aussi cet état de fait qui explique la différence significative au niveau du poids à 50 jours, plus haut pour les brebis du groupe SANS. Le poids à 50 jours des agneaux est étroitement lié à la production laitière des mères. Ainsi, on notera un poids supérieur à 50 jours chez des brebis ayant eu une meilleure lactation ou encore une portée à nourrir moins grande. Bien que les autres paramètres ne soient pas significativement différents, on observe quand même une différence numérique entre certaines données. En effet, il semble que les brebis du traitement SANS aient un nombre d'agneaux nés plus élevé et un nombre d'agneaux sevrés plus élevé, ce qui pourrait expliquer que le poids au sevrage des agneaux est significativement plus faible que les brebis du groupe AVEC.

Il est important de mentionner cependant que les races de brebis étaient différentes entre les groupes de traitement AVEC et SANS. Toutes étaient des brebis dites prolifiques, mais on retrouvait des Arcott Rideau, des Romanov et des femelles hybrides dont 50 % du croisement est avec la race Arcott Rideau ou Romanov (ex. Ri x DP, RV x DP, RV x LC, etc.). Il y a probablement un fort effet environnement également puisque la régie entourant l'agnelage entre les différents troupeaux est nécessairement différente (présence lors de l'agnelage, administration de colostrum, conditions ambiantes de l'environnement, etc.)

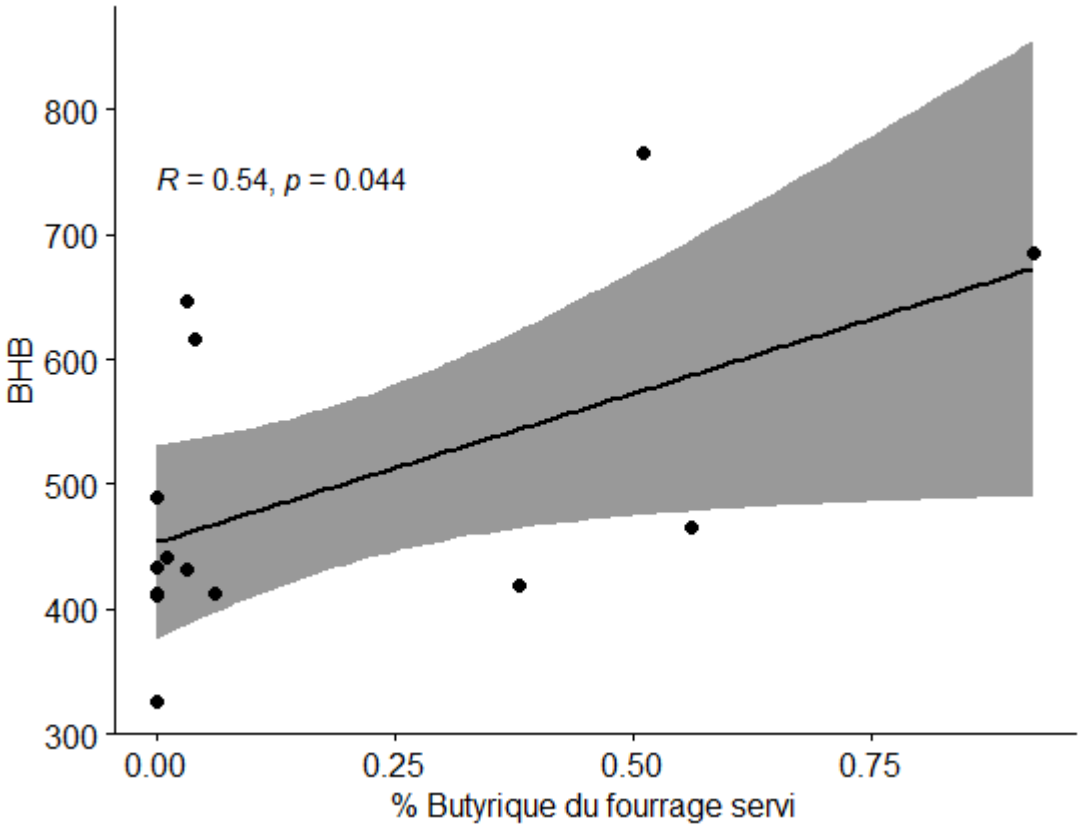
5.4.2.5 Lien entre le taux d'acide butyrique des ensilages et le taux de BHB

5.4.2.5.1 BHB sanguin provenant du profil métabolique

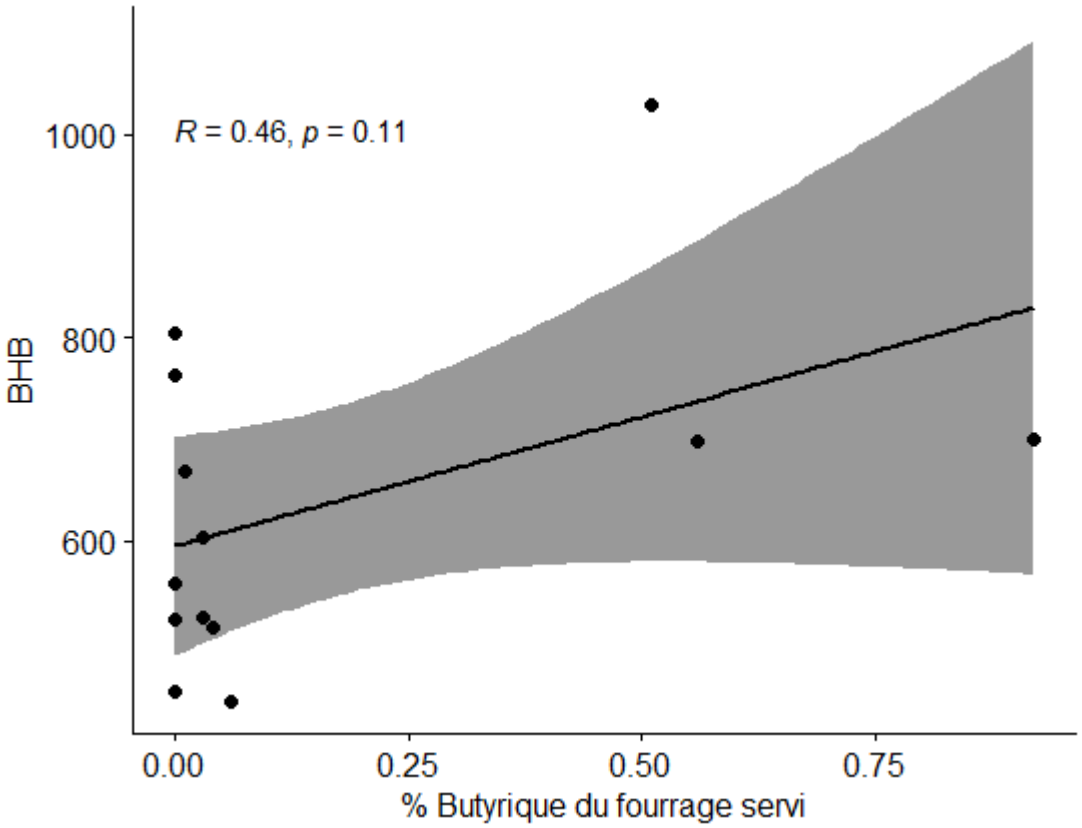
Les graphiques suivants illustrent la corrélation entre le taux de BHB sanguin et le niveau d'acide butyrique contenu dans les fourrages, provenant des profils métaboliques en pré-partum (graphique 5) et en post-partum (graphique 6). Rappelons que les profils métaboliques étaient constitués d'un pool sanguin provenant de 8 brebis à chacune des fermes.

Dans les 2 cas, il y a une corrélation positive modérée entre le taux de BHB sanguin et le pourcentage d'acide butyrique présent dans les ensilages, et ce pré-partum ($r = 0,54$) et post-partum ($r = 0,46$). Ainsi, plus l'ensilage contient un taux d'acide butyrique élevé, plus le taux de BHB sanguin de l'animal qui le consomme est élevé, et donc les probabilités de toxémie de gestation augmentent. En période pré-partum, la valeur de *P* est significative, mais pas celle en post-partum. Ceci part du fait que le nombre de données provenant des brebis nourries AVEC un ensilage butyrique est moins nombreux que celles du groupe SANS (observable par le nombre de points sur les graphiques qui sont peu nombreux au-delà de 0,25 % d'acide butyrique).

Ceci va dans le même sens que l'hypothèse de départ, à savoir, la consommation d'un ensilage avec des taux d'acide butyrique non négligeables, mime l'effet de la dégradation des graisses par une augmentation de l'absorption du butyrate par les parois ruminales de l'animal qui consomme cet ensilage. Une fois absorbé par les parois, ce butyrate se retrouve dans le sang et lors d'un profil métabolique, la valeur de BHB en sera affectée à la hausse.



Graphique 5. Évolution des taux de BHB sanguin (umol/L) provenant du profil métabolique chez les brebis en période pré-agnelage (4 semaines avant l'agnelage), en fonction du % d'acide butyrique des fourrages

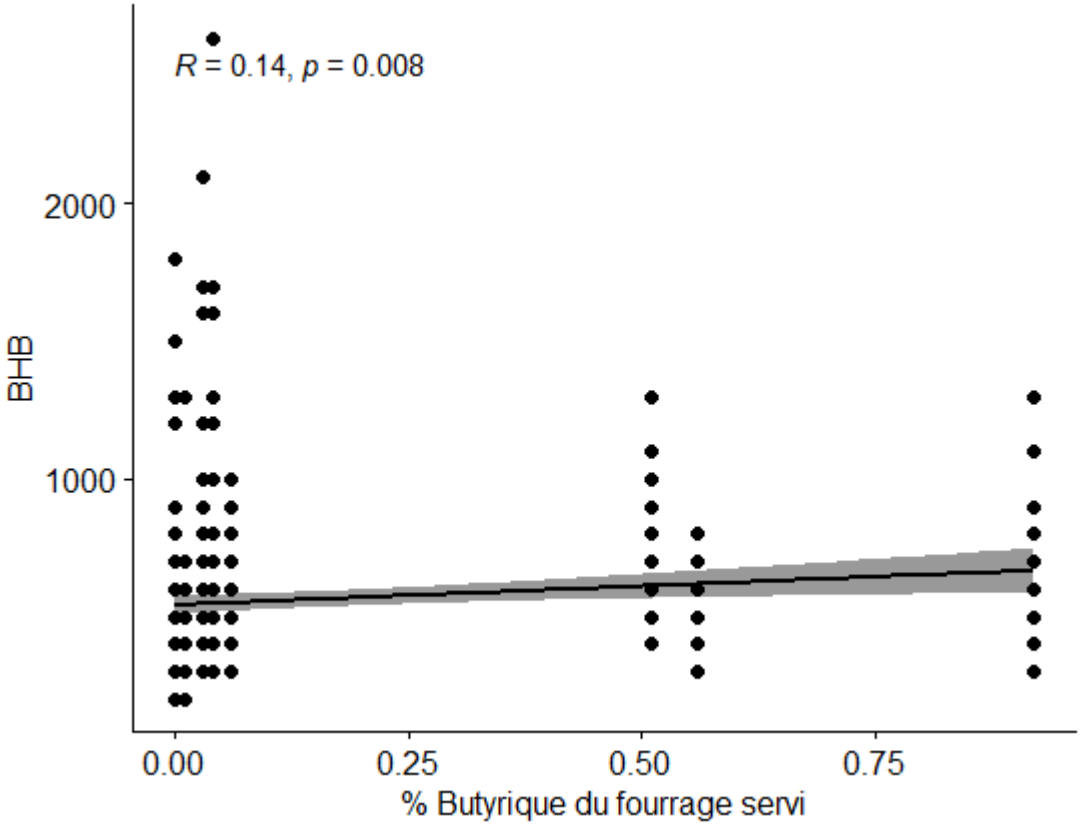


Graphique 6. Évolution des taux de BHB sanguin (umol/L) provenant du profil métabolique chez les brebis en période post-agnelage (2 semaines après l'agnelage), en fonction du % d'acide butyrique des fourrages

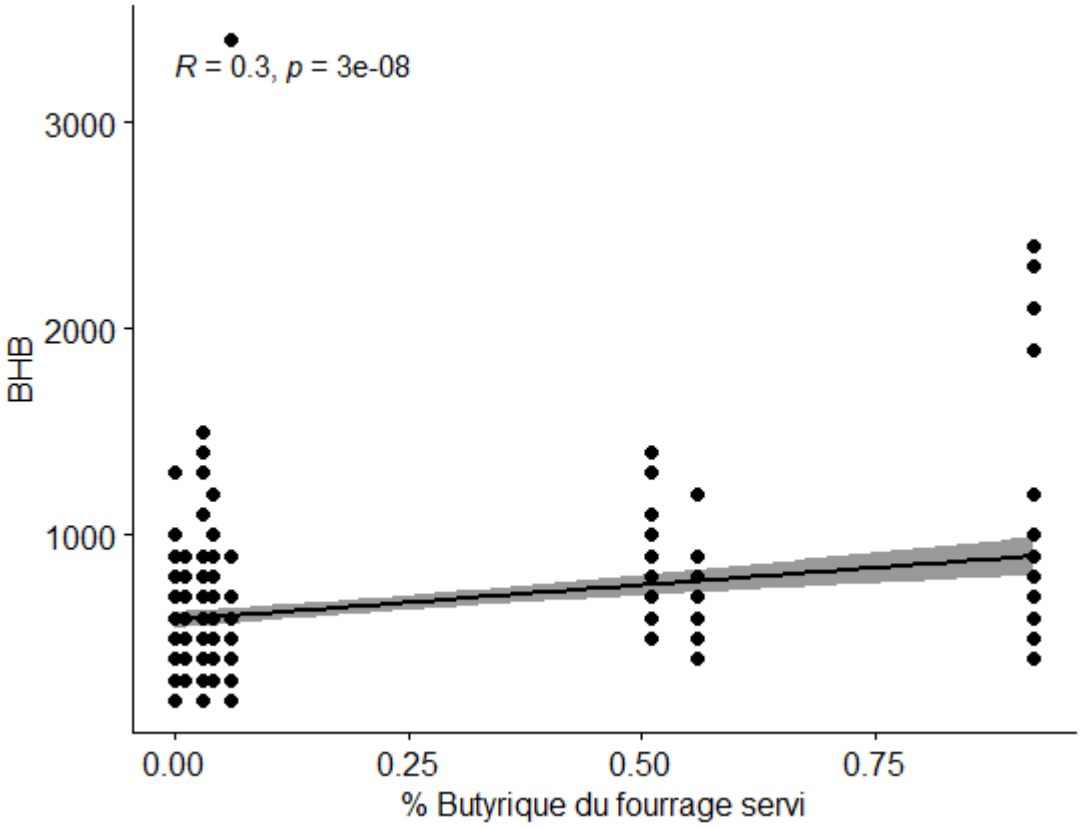
5.4.2.5.2 BHB sanguin provenant des bandelettes pharmaceutiques

Comparativement aux profils sanguins qui ont été analysés en pools (8 brebis), les données de BHB récoltées avec les bandelettes pharmaceutiques sont beaucoup plus nombreuses, puisque 100 % des brebis ont été prélevées et ont ainsi obtenu une valeur. Il est alors intéressant de vérifier s'il existe une corrélation entre le % d'acide butyrique de l'ensilage et le taux de BHB sanguin provenant des bandelettes. Les graphiques suivants illustrent le tout pour la période 4 semaines avant l'agnelage (graphique 7) et 2 semaines avant l'agnelage (graphique 8). Étant donné que l'utilisation de bandelettes est intéressante avant l'agnelage pour déceler de potentielles toxémies de gestation, ces 2 périodes pré-partum ont été retenues.

Il n'existe à peu près pas de corrélation dans ces 2 cas entre la valeur de BHB obtenu aux bandelettes et le taux d'acide butyrique du fourrage servi (r = 0,14 pour la mesure 4 semaines avant l'agnelage et r = 0,3 pour la mesure 2 semaines avant l'agnelage).



Graphique 7. Évolution des taux de BHB sanguin (umol/L) provenant des bandelettes chez les brebis 4 semaines avant l'agnelage en fonction du % d'acide butyrique des fourrages



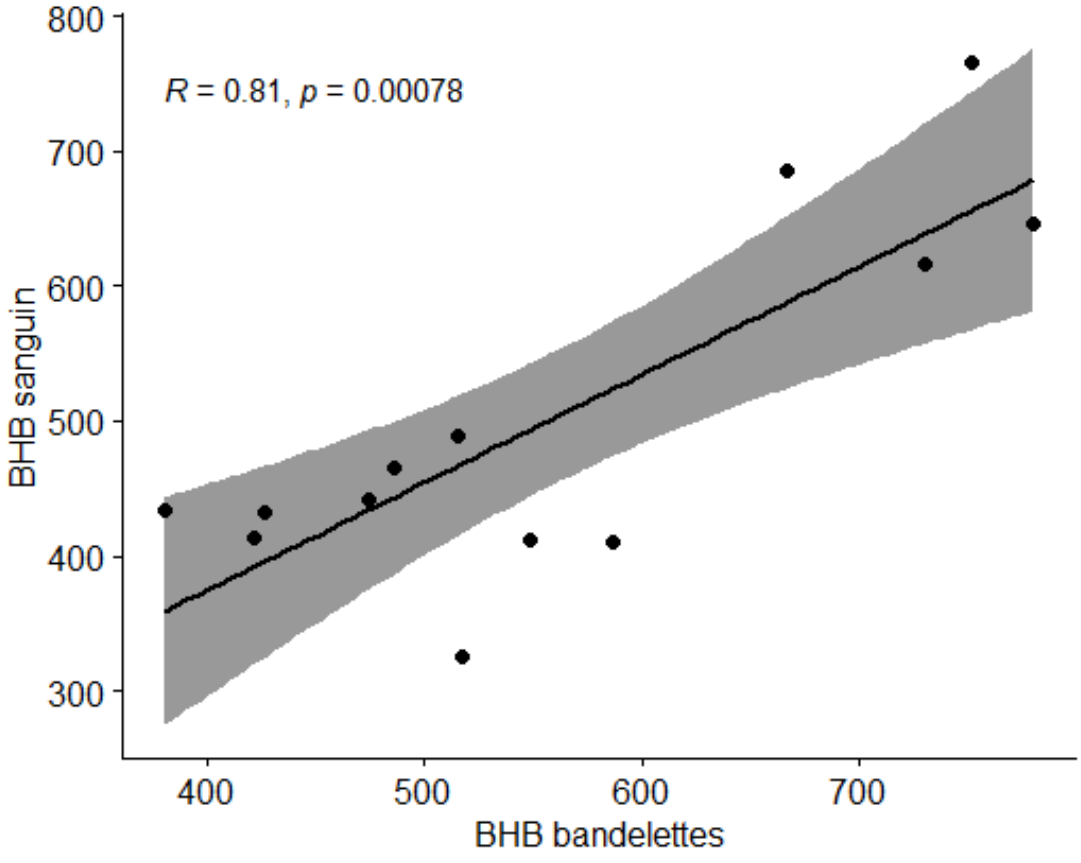
Graphique 8. Évolution des taux de BHB sanguins (umol/L) provenant des bandelettes chez les brebis 2 semaines après l'agnelage en fonction du % d'acide butyrique des fourrages

Bien qu'au niveau du même paramètre, mais provenant du profil métabolique il y avait une corrélation modérée, le BHB aux bandelettes ne permet pas d'entrevoir une corrélation entre sa valeur et le taux d'acide butyrique du fourrage servi. Il faut préciser dans un premier temps que la donnée issue du profil métabolique provenait d'un *pool* c'est-à-dire d'un mélange sanguin de 8 brebis pris au hasard. En effet, rappelons que le choix de ces 8 brebis se faisait lors de la visite 4 ou 5, en sélectionnant des brebis qui avaient mis bas 10 à 14 jours préalablement à la visite. Et que de là, le prélèvement sanguin prit 4 semaines avant l'agnelage pour ces 8 brebis a également été mis en *pool* pour en faire l'analyse du profil métabolique. Il est possible que le hasard soit responsable en partie de cette divergence dans ce sens où si sur les 8 brebis choisies, 2 avaient un état métabolique propice au développement de toxémie subclinique cela aurait pu contribuer à augmenter la valeur de BHB du profil et ainsi accentuer la corrélation. Alors que la donnée issue des bandelettes étant une moyenne des 30 lectures effectuées avec les bandelettes, le dénominateur est plus grand et dilue davantage les valeurs de BHB plus haute par exemple.

On ne peut donc rien conclure sur cette absence de corrélation. L'idée de départ n'était pas de pouvoir au final dire que pour un pourcentage donné d'acide butyrique dans un fourrage on peut s'attendre à une lecture X de BHB aux bandelettes. En effet, la valeur BHB aux bandelettes peut possiblement être influencée par l'absorption plus ou moins importante du butyrate par les parois ruminales lors de l'ingestion d'ensilage contenant des acides butyriques, mais aussi par la dégradation des graisses dans le cas d'une ration inadéquate au niveau de l'énergie fournie à l'animal (CVMS faible dû à un fourrage fibreux ou en quantité insuffisante, manque de concentré énergétique, etc.). En effet, une ration avec un fourrage exempt d'acide butyrique pourrait avoir le même effet sur les BHB, si ce fourrage n'est pas consommé en quantité suffisante (ex. : fibreux qui encombre le rumen et réduit la CVMS, contenant des toxines, pauvre énergétiquement, non appétant [espèce fourragère moins adaptée pour l'ovin], etc.).

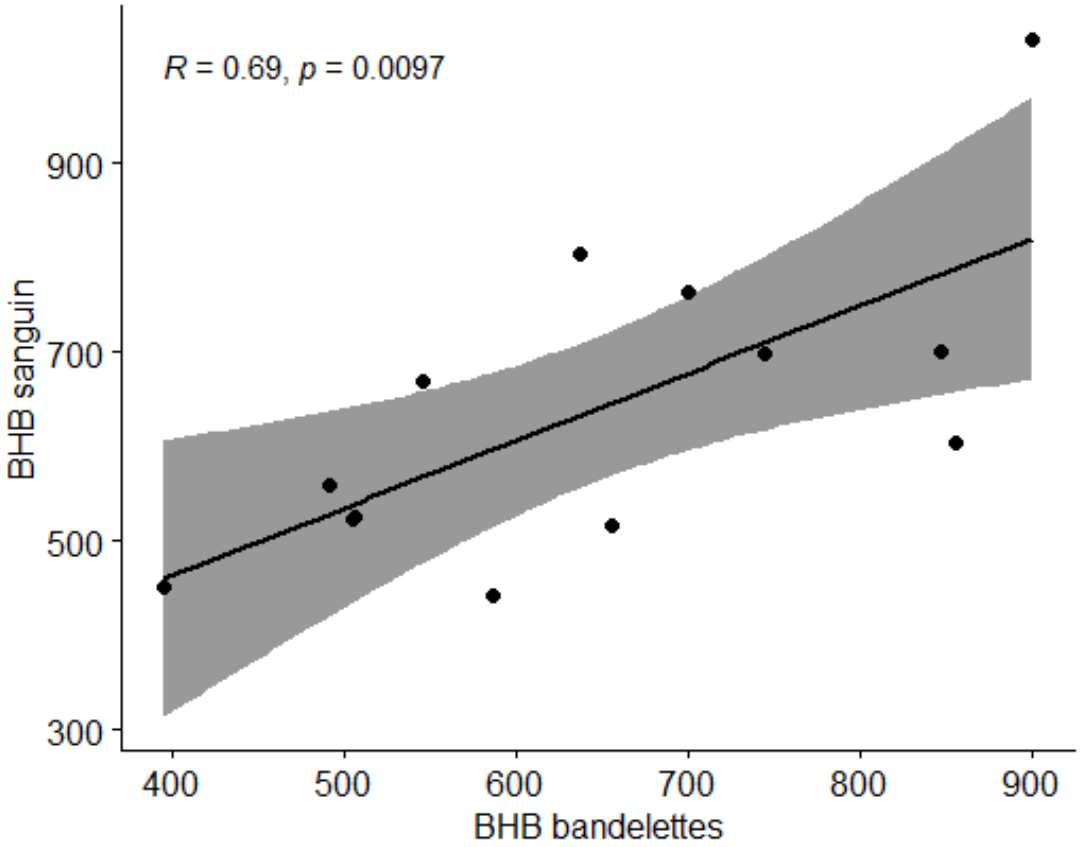
5.4.2.6 BHB issus des bandelette vs BHB issus des profils métaboliques

Dans un souci de voir si l'utilisation des bandelettes à la ferme demeure une alternative intéressante aux profils sanguins pour détecter les toxémies de gestation à la ferme, il est intéressant de comparer les valeurs obtenues dans ce projet provenant des 2 alternatives (bandelettes et profils métaboliques sanguins) et valider si la corrélation est forte entre ces 2 techniques. Le graphique 9 présente donc la corrélation des 2 options de mesure de BHB 4 semaines avant l'agnelage. Le graphique 10 présente pour sa part le lien pour la période post-agnelage. En période pré-agnelage, la relation entre les 2 alternatives offre une corrélation significative de 0,81 alors qu'après l'agnelage la corrélation est de 0,69. Cette corrélation entre les 2 techniques avait également été observée dans un précédent projet réalisé par le CEPOQ (CEPOQ, 2018). Les valeurs de *P* significatif pour ces 2 graphiques indiquent qu'il y a bien une relation entre les 2 variables et plus la valeur de R est près de 1 plus la relation entre les 2 variables est forte.



t

Graphique 9. Lien entre les valeurs BHB (umol/L) provenant des 2 alternatives (s vs profil sanguin) pour la période pré-agnelage



Graphique 10. Lien entre les valeurs BHB (umol/L) provenant des 2 alternatives (bandelettes vs profil sanguin) pour la période post-agnelage

Ainsi, pour les producteurs, la mesure du taux de BHB sanguin des femelles en fin de gestation, à l'aide de bandelettes pharmaceutiques (Freestyle Precision), apparait le moyen le plus simple, le moins couteux et le plus rapide pour identifier les femelles présentant des niveaux de BHB problématiques (toxémie subclinique de 0,8 à 3 mmol/L ; toxémie clinique > 3 mmol/L). Le coût du glucomètre se chiffre à environ 40,00 $ et il faut ajouter environ 1,25 $ par brebis pour le matériel jetable (bandelette, seringue, tampon d'alcool). En comparaison, un profil métabolique coutera environ 73,00 $, en plus des frais vétérinaires liés à l'interprétation qui s'élèvent à 30 $, pour un total d'un peu plus de 100 $. Pour les profils, vu le coût, les brebis seront rarement analysées individuellement, et donc un *pool* sanguin avec les échantillons sanguins provenant de plusieurs brebis du groupe sera fait. Étant donné que le résultat des mesures réalisées à l'aide des bandelettes est immédiat, cela permet d'appliquer immédiatement des mesures alimentaires correctives et préventives. L'outil de mesure Freestyle Precision Xtra reste donc un outil fiable pour le suivi des taux de BHB, comme cela avait été démontré dans l'étude sur *l'Optimisation des pratiques entourant la régie alimentaire des brebis prolifiques en fin de gestation* (2018) au CEPOQ.

5.4.2.7 Cas de toxémie

5.4.2.7.1 Selon la valeur des BHB sur les bandelettes

Lorsque mesurés à l'aide des bandelettes pharmaceutiques, les niveaux de BHB problématiques liés à de potentielles toxémies sont de 0,8 à 3 mmol/L pour les toxémies subcliniques et plus de 3 mmol/L pour les toxémies cliniques. Il est intéressant de voir la répartition des brebis à divers moments avant l'agnelage et 2 semaines après l'agnelage. Le tableau 22 présente les constats suivants :

- Peu importe le traitement (AVEC ou SANS), seulement 1 brebis aurait développé une toxémie clinique avant l'agnelage (0,44 % avec un BHB supérieur à 3 mmol/L) ;
- Globalement, sans égard au traitement, on remarque une progression du pourcentage de brebis qui développent une toxémie subclinique. Alors que 6 semaines avant l'agnelage, seulement 2,88 % des brebis (11 brebis) ont un taux de BHB entre 0,8 et 3 mmol/L, ce nombre augmente avec l'avancement de la gestation et passe à 13,10 % (48 brebis) puis 15,10 % (55 brebis) pour la période de 4 semaines avant l'agnelage et de 2 semaines avant l'agnelage respectivement ;
- Une proportion non négligeable de brebis présente des BHB au-delà de 0,8 mml/L (22,2 %, soit 75 brebis) après l'agnelage.

Tableau 22. Proportion des brebis ayant des BHB problématiques (mmol/L) en fonction des valeurs de références utilisées avec les bandelettes, et ce, à divers moments de prélèvement

	P -6 semaines			P -4 semaines			P -2 semaines			P +2 semaines		
	< 0,8	0,8 – 3	> 3	< 0,8	0,8 – 3	> 3	< 0,8	0,8 – 3	> 3	< 0,8	0,8 – 3	> 3
AVEC*	98,30	1,67	0	80,80	19,20	0	85,00	14,20	0,83	64,20	35,80	0
SANS*	96,70	3,32	0	89,10	10,90	0	84,30	15,40	0,30	82,80	16,90	0,30
Global	97,10	2,88	0	86,90	13,10	0	84,50	15,10	0,44	77,83	21,95	0,22
Nb brebis vs % Global	356	11	0	319	48	0	306	55	1	264	74	1

** SANS = < 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage ; AVEC = ≥ 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage.*

Rappelons que les producteurs devaient utiliser le même fourrage tout au long du projet. Toutefois, au moment de l'agnelage, soit au passage à la lactation, leur programme alimentaire s'adaptait aux nouveaux besoins énergétiques (augmentation des concentrés énergétiques et/ou protéiques). En voyant les taux de BHB toujours élevés en post-agnelage pour une proportion non négligeable de brebis, ceci laisse présager une gestion moins optimale de la transition alimentaire entre l'agnelage et le début de lactation pour ces 75 brebis. Ainsi, il se pourrait que les besoins énergétiques ne fussent pas comblés à 100 % des besoins. Les BHB sanguins augmentent lors de la libération de corps cétoniques dans le sang, lesquels augmentent à la suite d'une dégradation des graisses pour pallier un besoin accru d'énergie non comblé par l'alimentation. Toutefois, en début de lactation, il demeure normal et sans grand danger pour l'animal, que les brebis soient en lipomobilisation. La demande énergétique entre la fin de la gestation et de début de la lactation est en augmentation d'autant plus que pendant cette transition alimentaire les brebis consomment généralement moins bien le fourrage et la CVMS tend à augmenter. La présence d'acide butyrique dans l'ensilage a toutefois pu également accentuer les valeurs BHB post-agnelage.

Au cours de la période de transition chez les bovins, soit trois semaines avant et trois semaines après le vêlage (Drackley, 1999), le débalancement énergétique des rations survient chez la plupart des vaches, dû à une CVMS plus faible autour du vêlage et à son augmentation insuffisante par rapport à l'augmentation de production laitière suivant le vêlage (Sovanie et al., 2000; Schirmann et al., 2013). Dans le présent projet, la CVMS n'ayant pas été mesurée, il n'est pas possible de conclure que celle-ci pourrait être en cause du déficit énergétique, mais l'hypothèse demeure. Selon les données du NRC 2007 et la récente étude sur *l'Optimisation des pratiques entourant la régie alimentaire des brebis prolifiques en fin de gestation* (CEPOQ, 2018), la CVMS des brebis en fin de gestation pour une brebis prolifique est de l'ordre de 1,66 kg MS/j et augmentera à 2,2 kg de MS/j après l'agnelage. Cette augmentation de 35 % de la CVMS se fait graduellement. Ainsi, les jours suivant l'agnelage, il est somme toute normal que l'animal ne soit pas en mesure de consommer autant d'aliments et donc doive puiser dans ses réserves pour combler ses besoins énergétiques. Cette lipomobilisation normale en début de lactation contribue à augmenter les BHB sanguins.

5.4.2.7.2 Selon la valeur des BHB du profil métabolique

Tableau 23. Proportion des *pools* ayant des BHB (mmol/L) problématiques, en comparaison avec les valeurs de références utilisées pour les bandelettes

	Pré-agnelage (4 semaines avant)			Post-agnelage (2 semaines après)		
	< 0,8	0,8 – 3	> 3	< 0,8	0,8 – 3	> 3
AVEC*	100	0	0	66,67	33,33	0
SANS*	100	0	0	90	10	0
Global	100	0	0	84,6	15,4	0

** SANS = < 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage; AVEC = ≥ 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage.*

Au total il y avait 14 *pools* réalisés 4 semaines avant l'agnelage et 13 *pools* 2 semaines après l'agnelage[2]. Selon les données obtenues, si on les compare aux valeurs de références utilisées avec la technique des bandelettes, on obtient que 100 % des *pools* qui avaient une valeur de BHB adéquate ne laissant présager aucun signe de toxémie en vue. Cependant, 2 semaines après la mise bas, on observe globalement que 15,4 % des *pools* présentent un état métabolique similaire à une toxémie subclinique puisque la valeur moyenne de BHB se situe entre 0,8 et 3 mmol/L.

Ces observations vont dans le même sens que celles faites avec les BHB bandelettes où on observait également une migration du nombre de brebis passant d'un état stable (< 0,8 mmol/L) vers un état de toxémie subclinique (entre 0,8 et 3 mmol/L) avec l'avancement de la gestation et la période post-partum.

5.4.2.8 Impact de la prolificité sur les cas potentiels de toxémie

[2] Bien qu'il y ait 15 groupes de brebis suivies, l'équipe du projet n'a pu avoir 15 *pools* avant et après l'agnelage. En effet, le confinement lié à la pandémie nous a contraints d'annuler certaines visites. Une des fermes dont les visites 2 à 5 ont été annulées et pour une autre les visites 4 et 5 l'ont été.

Par cette analyse, l'équipe de travail voulait valider si, qu'importe le traitement auquel était attitré les brebis (AVEC vs SANS), la valeur de BHB avec bandelettes était influencée par la prolificité de la brebis.

Le tableau suivant propose la répartition des brebis en fonction de leur prolificité. On remarque que les brebis ayant moins de 2 agneaux sont peu nombreuses à avoir des taux au-delà de 0,8 mmol/L (0 % à P-6, 1,64 % à P-4, 1,66 % à P-4 et 2,95 % à P+2). Ceci semble donc être en accord avec le fait que ces brebis n'ont pas des besoins énergétiques aussi élevés en fin de gestation que celles ayant 2 à 2,99 agneaux et plus de 3. En effet, la proportion de brebis en état potentiel de toxémie (total subclinique et clinique) est en augmentation avec l'avancement de la gestation passant de 1,91 %, 8,74 % 12,99 % et 11,50 % entre la 6e semaine avant l'agnelage et la mesure prise à 2 semaines après l'agnelage.

Tableau 24. Portrait des proportions des brebis en fonction de leur prolificité (nombre d'agneaux nés) à divers moments avant et après l'agnelage, en fonction des valeurs de références utilisées avec les bandelettes BHB (mmol/L)

Prolificité nb nés	6 semaines avant l'agnelage			4 semaines avant l'agnelage			2 semaines avant l'agnelage			2 semaines après l'agnelage		
	< 0,8	0,8 – 3	> 3	< 0,8	0,8 – 3	> 3	< 0,8	0,8 – 3	> 3	< 0,8	0,8 – 3	> 3
< 2	11,72	0,00	0,00	10,11	1,64	0,00	10,22	1,66	0,00	8,26	2,95	0,00
2 à 2,99	35,69	1,63	0,00	31,69	5,74	0,00	32,32	4,70	0,00	22,71	14,75	0,29
≥3	49,05	1,91	0,00	42,08	8,74	0,00	38,12	12,71	0,28	39,53	11,50	0,00

À la suite d'une analyse de la variance (ANOVA) pour les taux de BHB aux 4 moments de prélèvements selon le nombre de nés et le traitement AVEC ou SANS acide butyrique, une différence significative a été observée pour l'effet de la prolificité sur le taux de BHB 2 semaines avant l'agnelage ($p < 0,05$) et 2 semaines après l'agnelage ($p < 0,05$). Cependant, le traitement aurait davantage un impact que le nombre de nés sur le taux de BHB 2 semaines après l'agnelage ($p < 0,001$).

Il est donc intéressant de regarder à la période 2 semaines avant l'agnelage la répartition des brebis en fonction du traitement (tableau 25). On observe que les brebis avec une prolificité élevée (> 3 agneaux nés) ET alimentées avec un fourrage contenant ≥ 0,10 % d'acide butyrique sont en proportion plus grande à développer une potentielle toxémie subclinique comparativement à celles alimentées avec des fourrages contenant < 0,10 % d'acide butyrique.

Tableau 25. Portrait des proportions des brebis en fonction de leur prolificité (nombre d'agneaux nés) et leur traitement (AVEC vs SANS) 2 semaines avant l'agnelage, en fonction des valeurs de références utilisées avec les bandelettes BHB (mmol/L)

	2 semaines avant l'agnelage					
Prolificité (nb nés)	**AVEC***			**SANS***		
	< 0,8	0,8 – 3	> 3	< 0,8	0,8 – 3	> 3
< 2	6,98	0,00	0,00	11,23	2,17	0,00
2 à 2,99	39,53	2,33	0,00	30,07	5,43	0,00
≥3	32,56	18,60	0,00	39,86	10,87	0,36

** SANS = < 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage; AVEC = ≥ 0,10 % d'acide butyrique dans le profil fermentaire de l'analyse nutritionnelle de l'ensilage.*

5.4.2.9 Impact des états de chair sur les cas potentiels de toxémie de gestation

Il est bien connu que l'état de chair à viser 6 semaines avant l'agnelage est de 3 à 3,75. Puisque les 6 dernières semaines sont consacrées à la croissance fœtale et à la préparation de la production laitière, ce n'est plus le moment de vouloir remettre en chair une brebis maigre ou encore faire maigrir une brebis trop grasse sans que cela ait de conséquences sur l'état métabolique de l'animal.
Le tableau suivant présente donc la proportion des brebis aux 4 moments de prélèvement, lesquelles sont réparties en fonction des valeurs de références BHB utilisées pour décrire l'état métabolique des brebis (< 0,8 mmol/L = aucun signe de toxémie, 0,8 à 3 mmol/L = toxémie subclinique, > 3 mmol/L = toxémie clinique).

Les catégories d'état de chair sont les suivantes :

1 à 2,75 = brebis maigre
3 à 3,75 = brebis avec un état de chair adéquat tel que recommandé
4 à 5 = brebis grasse

Même à un état de chair adéquat 6 semaines avant la fin de la gestation (catégorie 3 à 3,75), les toxémies potentielles subcliniques/cliniques semblent présentes et en augmentation avec l'avancement de la gestation passant de 3,00 % des brebis en potentielle toxémie subclinique ou clinique à 12,84 % et 14,36% 4 semaines et 2 semaines avant la fin de la gestation. En post-agnelage, la proportion de brebis en bonne condition est au-dessus de 21 %.

Ce qu'il faut retenir de ces résultats c'est que peu importe l'état de chair, les brebis de toutes les catégories démontrent une progression de la proportion des brebis vers un potentiel plus important de troubles de toxémie de gestation.

Tableau 26. Proportion des brebis en fonction des catégories d'état de chair (cote de 1 à 5) à divers moments avant et après l'agnelage, en fonction des valeurs de références utilisées avec les bandelettes BHB (mmol/L)

État de chair	6 semaines avant l'agnelage			4 semaines avant l'agnelage			2 semaines avant l'agnelage			2 semaines après l'agnelage		
	< 0,8	0,8 – 3	> 3	< 0,8	0,8 – 3	> 3	< 0,8	0,8 – 3	> 3	< 0,8	0,8 – 3	> 3
1 – 2,75	8,45	0,00	0,00	13,39	1,09	0,00	12,98	3,87	0,28	20,94	7,67	0,00
3 – 3,75	62,40	3,00	0,00	49,18	12,84	0,00	59,39	14,36	0,00	46,02	21,24	0,29
4 - 5	25,61	0,54	0,00	21,31	2,19	0,00	8,29	0,83	0,00	3,54	0,29	0,00

5.5 Recommandations sur l'utilisation d'un fourrage contenant plus de 0,10 % d'acide butyrique chez les ovins

À la section 4.4, des recommandations ont été émises pour produire un fourrage dans les meilleures conditions afin de limiter la présence d'acide butyrique. Malgré toutes les précautions prises, il arrive que les producteurs doivent conjuguer avec des fourrages contenant des acides butyriques et les servir tout de même à leurs animaux. Afin de réaliser une surveillance de leurs brebis prolifiques en fin de gestation, les producteurs auraient avantage à utiliser plus fréquemment les bandelettes permettant de mesurer le taux de BHB sanguin. Le présent projet a réitéré la pertinence de cet outil rapide et efficace dans le contrôle des toxémies de gestation comme l'a démontré la corrélation élevée (r = 0,81) en période pré-agnelage entre les résultats obtenus par les bandelettes vs ceux issus des profils métaboliques. Il importe toutefois aux producteurs d'interpeler leurs vétérinaires pour approfondir les diagnostics dans les cas plus problématiques, notamment pour effectuer un profil métabolique complet d'une brebis ou groupe de brebis. Une capsule vidéo sur l'utilisation de l'appareil glucomètre avec bandelettes a été développé au CEPOQ il y a quelques années :

- Capsule vidéo Dosage BHB : un outil simple pour la détection de la toxémie de gestation : https://youtu.be/WfkaUP9gofs

L'atteinte d'un état de chair de 3,5 est importante 6 semaines avant la fin de la gestation. Puisque le dernier tiers de la gestation est consacré à la croissance fœtale, une brebis maigre aura davantage de risques de présenter des problèmes métaboliques en fin de gestation. À 6 semaines de l'agnelage, il est donc trop tard pour vouloir remettre en état de chair une brebis maigre ou encore faire maigrir une brebis trop grasse. Le contrôle des maladies métaboliques en fin de gestation passe d'abord et avant tout par un programme alimentaire adapté aux besoins des femelles. En effet, la prévention par l'alimentation est sans aucun doute la meilleure option qu'il faille intégrer dans une régie d'élevage annuelle. **Les besoins en énergie chez les brebis prolifiques augmentent de 25 à 40 % en fin de gestation par rapport au début de la gestation.** Il faudra donc porter une attention particulière en fin de gestation pour offrir aux brebis un fourrage d'excellente qualité, peu fibreux (<31 % ADF), riche en énergie et protéines et exempts de toxines. Idéalement, un fourrage servi en fin de gestation sera aussi **exempt d'acide butyrique**, offert à volonté et les besoins énergétiques seront complétés avec un concentré énergétique et ceux en protéines avec un concentré protéique, le cas échéant. Les besoins protéiques tendent aussi à augmenter vers l'agnelage (formation du colostrum, préparation à la lactation). En effet, entre la fin de gestation et le début de la lactation, les besoins passent d'autour de 10-12 % de protéines à plus de 16 % chez les brebis prolifiques (NRC 2007), soit une augmentation de 60 %. Enfin, il ne faut pas oublier l'apport des minéraux et vitamines. La transition alimentaire vers le programme de début lactation aura donc une grande importance et un impact certain sur l'état métabolique des brebis comme en témoignent les résultats de la présente étude. Il pourrait aussi être intéressant d'axer les recherches davantage sur la période de transition.

Puisque l'état métabolique est changeant en gestation et en transition vers le début de la lactation, les résultats du projet suggèrent que l'utilisation de fourrage avec des taux d'acide butyrique supérieur à 0,10 % devrait être évitée dans l'alimentation des brebis prolifiques pendant les 6 dernières semaines de gestation. Les producteurs auront avantage à offrir ce type de fourrage à des groupes physiologiques moins exigeants. En cas d'obligation par exemple par manque de fourrage, il sera utile de diluer les fourrages contenant des taux d'acide butyrique importants avec des fourrages qui en sont exempts.

5.6 Fiche de transfert (modèle du MAPAQ)

PARTENARIAT CANADIEN pour l'AGRICULTURE

Canada

Québec

Évaluation du lien entre la qualité fermentaire des ensilages et les cas de toxémie de gestation chez la brebis prolifique.

Léda Villeneuve, agr., M.Sc., (CEPOQ), Dany Cinq-Mars, agr. Ph. D. (ULaval), Alexandra Carrier, candidate au Ph. D. (CEPOQ), Catherine Element-Boulianne, agr., M.Sc. (CEPOQ), Jean-Michel Beaudoin agr., M. Sc. (CEPOQ), Gaston Rioux, MV., (CEPOQ), Marie-Josée Cimon, agr. (CEPOQ)

Numéro de projet : **IA219095** Durée : 03/2019 – 04/2022

FAITS SAILLANTS

Le projet a d'abord permis de dresser un portrait de la qualité fermentaire des ensilages grâce à la participation d'entreprises ovines réparties dans la province de Québec. Ce portrait a démontré que 39,6 % des ensilages avaient un taux d'acide butyrique égal ou supérieur à 0,10 %, associé à une mauvaise qualité fermentaire. Les ensilages trop humides et le pourcentage de cendres sont parmi les causes probables de la mauvaise fermentation. La deuxième phase du projet a permis d'observer une élévation significative des valeurs moyennes des taux de BHB sanguin (β-hydroxybutyrate) obtenues à l'aide de bandelettes pharmaceutiques chez les brebis nourries avec des ensilages de mauvaise qualité fermentaire. Une corrélation positive modérée a pu être décelée entre le taux d'acide butyrique et les niveaux de BHB provenant d'une évaluation du profil métabolique. Des niveaux plus élevés de BHB se traduisent par un risque accru de toxémie de gestation, mettant en évidence l'importance de la qualité des fourrages servis. La prolificité a aussi eu un impact sur l'élévation des taux de BHB sanguin pré-agnelage.

OBJECTIF(S) ET MÉTHODOLOGIE

Le premier volet du projet avait pour but d'établir un portrait de la qualité fermentaire des ensilages généralement rencontrés sur les entreprises ovines du Québec. L'objectif complémentaire au premier volet était d'évaluer le lien entre la qualité fermentaire des ensilages et l'incidence des toxémies de gestation. Le premier volet s'est effectué grâce à la participation de 26 fermes ovines qui ont fait parvenir 155 analyses nutritionnelles d'ensilages de la saison 2019. La qualité fermentaire des ensilages s'est basée sur la présence d'acide butyrique. Les ensilages de moins bonne qualité fermentaire avaient un taux d'acide butyrique ≥ 0,10 % et ceux de bonne qualité avaient < 0,10 % d'acide butyrique. L'analyse du risque de toxémie de gestation s'est effectuée en suivant 451 brebis réparties sur sept fermes entre six semaines pré-agnelage et deux semaines post-agnelage. Certaines brebis étaient nourries avec des ensilages de bonne qualité fermentaire et d'autres avec des ensilages de mauvaise qualité fermentaire, selon le même critère relié à l'acide butyrique. Pour déceler la toxémie de gestation, le niveau de BHB a été prélevé à quatre reprises avec des bandelettes pharmaceutiques. Deux analyses de profils métaboliques sanguins pré-agnelage et post-agnelage ont aussi servi à l'interprétation de l'état de santé des brebis.

RETOMBÉES SIGNIFICATIVES POUR L'INDUSTRIE

Des 155 analyses reçues, seulement 111 analyses (72 %) présentaient un profil fermentaire complet. De ce nombre, 39,6% (44/111) des ensilages étaient de moindre qualité fermentaire potentiellement néfaste pour les brebis en fin de gestation. Ces observations ont amené une discussion sur l'importance du profil fermentaire et sur les pratiques de récolte, peu importe le type d'entreposage.

Une corrélation positive modérée a été observée entre le taux de BHB sanguin (obtenus par les profils métaboliques sanguins) et le pourcentage d'acide butyrique présent dans les ensilages, et ce pré-partum (r = 0,54) et post-partum (r = 0,46). Les taux de BHB obtenus par bandelettes pharmaceutiques étaient plus élevés à 6, 4 et 2 semaines pré-agnelage et 2 semaines post-agnelage en présence d'ensilages avec acide butyrique. Ainsi, plus l'ensilage contient un taux d'acide butyrique élevé, plus le taux de BHB sanguin de l'animal qui le consomme est élevé, et donc les probabilités de toxémie de gestation augmentent. Les bandelettes s'avèrent un outil fiable et peu couteux pour évaluer les taux de BHB. En effet, les mesures par bandelettes des BHB 2 semaines avant l'agnelage ont été corrélées significativement (r=0,81) aux mesures des BHB par profil métabolique.

La prolificité a eu un impact sur les niveaux de BHB observés. Deux semaines avant l'agnelage, moins de 2 % des brebis moins prolifiques (< 2 agneaux nés) avaient des taux supérieurs à 0,8 umol/L, alors que chez les brebis avec une prolificité plus élevée (> 3 agneaux nés) on a observé que plus de 12 % avaient des taux supérieurs à 0,8 umol/L. À ce stade, la prolificité a eu un plus gros impact sur les niveaux de BHB que la présence ou non d'acide butyrique dans les ensilages.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET SUIVI À DONNER

Les producteurs et les intervenants du milieu sont appelés à vérifier la qualité des ensilages servis aux brebis en fin de gestation et en post-agnelage. Ce projet amène un bagage d'information qui pousse une réflexion sur les recommandations alimentaires afin de diminuer les incidences de toxémie de gestation. Une revue des stratégies aux champs et de l'alimentation pourrait diminuer les risques de toxémie de gestation.

VISIBILITÉ DONNÉE AU PROJET ET À SES RÉSULTATS

Un article sera publié dans l'Ovin Québec pour présenter les principaux résultats et les recommandations du projet et une conférence sera préparée et sera offerte dès qu'une opportunité se présentera lors des évènements du secteur. Une fiche technique sera également produite et portera principalement sur les recommandations, la prévention et les pratiques à adopter pour réussir ses fourrages et ainsi limiter le développement des spores butyriques entre autres et par conséquent réduire les risques liés à la toxémie de gestation.

POINT DE CONTACT

Responsable du projet : Léda Villeneuve, agr. M.Sc.
Tél. : 418-856-1200 # 229, Télécopieur : 418-856-6247, Courriel : leda.villeneuve@cepoq.com

PARTENAIRES FINANCIERS

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme Innov'Action agroalimentaire 2018-2023 issu de l'Accord Canada-Québec de mise en œuvre du Partenariat canadien pour l'agriculture.

5.7 Livrables & diffusion des résultats

Voici la liste des biens livrables qui avaient été évoqués dans le cadre de la demande de financement :

A. Document de recrutement pour collecte d'analyses fourragères
   - Ce document est présenté à l'Annexe 1 ;

B. Portrait de la qualité des fourrages provenant d'analyses nutritionnelles chez les troupeaux ovins québécois :
   - Ce portrait est présenté à la section 4 du présent rapport ;

C. Portrait de l'évolution de l'état métabolique des femelles prolifiques alimentées à volonté avec des fourrages contenant ou ne contenant pas d'acide butyrique :
   - Ce portrait est présenté à la section 5 du présent rapport ;

D. Fiche technique de transfert technologique & recommandation sur la prévention et les pratiques à adopter pour réussir ses fourrages et limiter le développement des spores butyriques :
   - Cette fiche technique sera réalisée comme prévu et sera remise au Ministère le 30 mai 2022, au moment du dépôt des livrables du plan de transfert.

E. Articles dans l'Ovin Québec qui a) décrit le projet et b) présente les résultats :
   - L'article qui a présenté le projet (contexte, objectifs, méthodologie) a été publié dans la revue Ovin-Québec à l'été 2019. Cet article est présenté à l'Annexe 2.
   - L'article qui présentera les résultats du projet sera rédigé et sera remis au Ministère le 30 mai 2022, au moment du dépôt des livrables du plan de transfert. Cet article permettra de vulgariser l'ensemble des résultats, des faits saillants et des recommandations en lien avec ce projet. Cet article est présenté à l'Annexe 3.

F. Un rapport final complet incluant une revue littérature :
   - Une revue des travaux antérieurs est présentée à la section 3 du présent rapport ;

G. Afin de présenter les résultats et les conclusions du projet, un document de présentation a été préparé et une conférence pourra être offerte dès qu'une opportunité pertinente de conférence dans le secteur ovin se présentera (ex. : journée d'information, RGA du CEPOQ, colloque divers, etc.). Les réseaux de diffusion habituels du CEPOQ seront utilisés.

5.8 Grille de transfert des connaissances

La grille de transfert des connaissances suivante présente les principaux résultats du projet, les utilisateurs potentiels de ceux-ci, ainsi que les messages à véhiculer auprès de ces utilisateurs suite à l'obtention de ces résultats.

Tableau 27. Grille de transfert des connaissances du projet.

1) Résultats : 3 Faits saillants présentés
2) Utilisateurs : Ciblez les utilisateurs qui bénéficieront des connaissances provenant de cette recherche
3) Message : Quel est le message à retenir pour chacune des catégories d'utilisateurs ? Quels sont les gains possibles ? Présentez un message concret et vulgarisé
4) Cheminement des connaissances : quelles sont les activités de transfert ? Quels pourraient être les étapes à privilégier en vue de maximiser l'adoption des résultats par les utilisateurs ?

1. Résultats	2. Utilisateurs	3. Message	4. Cheminement des connaissances
#1 - Pami toutes les analyses d'ensilages reçues (155), 111 analyses (72 %) seulement présentaient un profil fermentaire complet. **Le profil fermentaire sur une analyse d'ensilage devrait toujours être présent**, afin de pouvoir constater si l'ensilage semble stable et présente les taux idéaux des divers acides. Parmi les analyses avec un profil fermentaire complet, 39,6 % des analyses reçues (44/111) ont relevé des taux d'acide butyrique entre 0,10 % et 0,70 %, ce qui est potentiellement néfaste pour les brebis en fin de gestation.	L'ensemble des résultats de ce projet seront bénéfiques pour les mêmes utilisateurs, soir les producteurs ovins, les vétérinaires et les conseillers agronomiques	Il est très important pour les producteurs de faire faire des analyses complètes de leur ensilage, incluant le profil fermentaire. Le conseiller agronomique présent sur la ferme devrait toujours proposer cette analyse en expliquant l'utilité concrète de celle-ci, c'est-à-dire de constater la stabilité ou non de son ensilage, et de connaitre son taux d'acide butyrique. Il est ensuite possible d'établir des stratégies de consommation et de distribution des ensilages mal fermentés selon leur taux d'acide butyrique et en toute connaissance de cause, et ainsi minimiser les problématiques métaboliques de santé des brebis en fin de gestation.	Comme l'ensemble des résultats sera présenté en un tout, les activités de transfert qui seront réalisées pour ce projet seront les mêmes pour les 3 faits saillants relatés à la colonne 1. D'abord, un article sera publié dans la revue Ovin-Québec à l'été 2022, afin de vulgariser les principaux résultats du projet, ainsi que les

#2 - L'analyse des résultats a permis d'établir une corrélation positive modérée entre le taux de BHB sanguin (obtenus par les profils métaboliques sanguins) et le pourcentage d'acide butyrique présent dans les ensilages, et ce pré-partum (r = 0,54) et post-partum (r = 0,46). Ainsi, **plus l'ensilage contient un taux d'acide butyrique élevé, plus le taux de BHB sanguin de l'animal qui le consomme est élevé, et donc les probabilités de toxémie de gestation augmentent.** D'ailleurs, l'utilisation des bandelettes pharmaceutiques demeure un outil fiable et peu couteux pour monitorer les brebis en fin de gestation et appréhender les cas de toxémies, puisque la **corrélation entre les 2 techniques** (bandelettes versus profil métabolique) est significative (valeur de r = 0,81, 2 semaines avant l'agnelage).		L'augmentation des risques de toxémie de gestation lorsque les brebis prolifiques en fin de gestation consomment des ensilages contenant des acides butyriques est une information à connaitre et à avoir en tête lors de la formulation des rations servies à ces brebis. En cas de toxémie, des traitements rapides doivent être prodigués sous les conseils de votre vétérinaire. Malheureusement, lorsque des cas cliniques sont observables, fort à parier que des cas subcliniques sont également présents, ce qui peut affecter sournoisement la productivité globale des femelles de l'élevage. L'utilisation des bandelettes pharmaceutiques (Freestyle Precision), afin de mesurer le BHB sanguin, permet d'obtenir un diagnostic rapide et ainsi poser des actions correctives en conséquence. Cet outil est simple d'utilisation, rapide et moins couteux que les profils métaboliques. Le résultat donné par l'appareil permet d'identifier les femelles en toxémie clinique (>3 mmol/L) mais également celles en toxémie sub-clinique (0,8 à 3 mmol/L).	recommandations qui en découlent. Ensuite, une fiche technique sera produite et portera principalement sur les recommandations, la prévention et les pratiques à adopter pour réussir ses fourrages et ainsi limiter le développement des spores butyriques entre autres. Cette fiche sera déposée sur le site Internet du CEPOQ et pourra également être partagée via la page Facebook et le bulletin électronique du CEPOQ. Enfin, une conférence sera préparée et sera offerte dès qu'une opportunité se présentera lors des évènements du secteur. D'ailleurs, le CEPOQ envisage de réaliser une journée de recherche en production ovine (JRPO) en 2023, afin de présenter les résultats des nombreux projets qui se terminent en 2022-2023.
#3 - En ce qui concerne l'impact de la prolificité sur l'état métabolique des brebis en fin de gestation, la proportion de brebis qui ont moins de 2 agneaux nés semble moins sujette à développer une toxémie subclinique en regard des valeurs de BHB avant l'agnelage. En effet, 2 semaines avant l'agnelage, moins de 2 % des brebis moins prolifiques (< 2 agneaux nés) avaient des taux supérieurs à 0,8 umol/L, alors que chez **les brebis avec une prolificité plus élevée (> 3 agneaux nés) on a observé que plus de 12 % avaient des taux supérieurs à 0,8 umol/L**. Suite aux analyses statistiques, la prolificité a même eu un plus gros impact que le traitement (AVEC ou SANS) sur l'état de toxémie de gestation des brebis 2 semaines avant l'agnelage. Alors qu'après l'agnelage, le traitement AVEC ou SANS a un plus gros impact sur l'état métabolique de la brebis que la prolificité.		La corrélation entre le taux de BHB sanguin chez les brebis en fin de gestation et la prolificité est parlante, quoique pas très étonnante. En effet, plus la brebis porte un nombre de fœtus élevé, plus ses risques de développer une toxémie de gestation sont grands. Physiquement, et peu importe la qualité des fourrages consommés, plus l'utérus contient de fœtus, plus l'abdomen est encombré et plus la consommation d'aliments est limitée. La toxémie de gestation est généralement causée par un déficit en énergie disponible (glucose) pour subvenir aux besoins de la femelle gestante et de ses fœtus. Une alimentation équilibrée qui comble les besoins de la brebis permettrait de limiter ces problèmes métaboliques qui affectent l'état de santé des brebis et la croissance fœtale. Mis à part la prolificité et la consommation d'ensilages mal fermentés, d'autres facteurs de risque peuvent également causés des toxémies de gestation, tels que : des brebis trop grasses ou trop maigres, des rations débalancées et/ou servies de manière irrégulière, un manque d'énergie dans la ration, l'acidose métabolique, un stress et enfin une condition pathologique réduisant la consommation d'aliments.	

5.9 Contribution et participation de l'industrie

La participation des producteurs par l'envoi d'analyses nutritionnelles fut le point de départ du projet. Comme mentionné plus haut, plus de 150 analyses ont été reçues provenant de 26 troupeaux dans 5 régions du Québec. En plus d'envoyer leurs analyses, les producteurs avaient quelques questions à répondre via des échanges courriels et/ou téléphoniques. Le temps accordé par ces producteurs représente 45 minutes/entreprise (19,5 heures).

Au cours de la phase expérimentale, bien qu'une compensation financière (de 300 $/groupe suivi) fût remise aux producteurs participants (7 entreprises), une part de leur temps lié à la préparation aux visites et à l'envoi des données zootechniques suivant l'agnelage est considéré. Le temps calculé par producteurs représente :

- 3h par visite (max 5 visites) pour chacun des groupes suivis pour préparation des brebis, participation au chantier de travail, nettoyage
- 2h par groupe suivi pour envoie des données zootechniques sur les brebis et les agnelages.
- 1h par groupe pour suivi divers avec l'équipe de recherche (échange courriel, envoie des analyses de fourrages, appels, etc.)

La contribution en nature pour les producteurs représente donc 6 936 $ soit près de 8 % du budget du projet.

Par ailleurs, Sollio Agriculture a contribué au projet et représente le partenaire de l'industrie. Une pièce justificative dans le rapport financier présente le détail de cette contribution. Les experts-conseils du réseau, au cours de la phase 1 du projet, ont largement diffusé les avis visant à recevoir des analyses fourragères. De même, ces conseillers en allant prendre les analyses, proposaient à leurs clients qu'au moment de l'envoi des résultats d'analyses ils les enverraient directement aussi au CEPOQ, ce qui fut le cas pour une grande proportion des analyses reçues. Ce temps des experts-conseils représente une contribution nature de 1 290 $.

Par ailleurs, sur les 160 analyses reçues, 125 provenaient du laboratoire Environnex, partenaire de Sollio. Les frais liés à ces analyses fourragères n'ont pas été chargés aux producteurs et représentent 42 $/analyse. Cette contribution en argent de Sollio représente 5 250 $.

Les autres analyses reçues provenaient de laboratoires d'autres compagnies d'intrants. Il n'a pas été possible de vérifier si ces analyses ont été aux frais du producteur.

Outre ce partenaire de l'industrie, le professeur Dany Cinq-Mars, Ph.D de l'Université Laval fut en appui à l'équipe de recherche pour interpréter les résultats et commenter ceux-ci. Sa contribution en temps ne peut cependant être prise en compte selon les normes du programme. En effet, le salaire de ce professeur n'est pas une contribution de l'industrie proprement dite. Sa collaboration fut néanmoins fort appréciée. Les professionnels du CEPOQ ont apporté une contribution en temps et en argent (portion des frais d'analyses de laboratoire des profils) d'une valeur de 12 770 $ représentant ainsi 14,6 % du budget du projet.

6 Conclusion du projet

La régie alimentaire des brebis prolifiques est un enjeu important chez les producteurs ovins. En effet, ayant une prolificité élevée, l'alimentation pour ces brebis doit contribuer à satisfaire leurs hauts besoins énergétiques et protéiques afin d'amener à terme les nombreux fœtus qu'elles portent et avoir un taux de survie maximal, maintenir les brebis en santé et avec un état métabolique adéquat, assurer une bonne production de colostrum et un bon départ de leur production laitière. L'alimentation en fin de gestation, en transition et en début de lactation devient donc la période critique où la qualité de la ration est d'une importance capitale et doit être le plus justement balancée. Ainsi, tout facteur qui influence négativement l'alimentation des brebis au cours de cette période aura un impact sur la productivité des brebis. Comme la ration des brebis est à forte proportion fourragère, le fourrage utilisé doit être excellent, c'est-à-dire avoir une haute teneur en énergie et en protéine, être peu fibreux, appétent, posséder un bon équilibre en minéraux et avoir un profil fermentaire adéquat, soit avec des taux idéaux d'acide lactique, acétique et butyrique. C'est sur ce dernier point plus particulièrement que l'équipe du projet s'est penchée, afin d'évaluer le lien entre la qualité fermentaire des ensilages et les cas de toxémie de gestation chez la brebis prolifique.

Ce projet initié en 2019 a permis dans un premier temps de dresser un portrait relativement intéressant sur les types d'ensilages servis aux ovins. Le portrait réalisé à partir de 155 analyses d'ensilage en provenance de 26 troupeaux dans 5 régions du Québec. Sans grande surprise, on retrouve une variabilité très grande entre les fourrages. Le portrait s'est principalement attardé sur les taux d'acide butyrique qu'on retrouve dans ces fourrages. La section de *Faits saillants* au début de ce rapport résume les faits les plus intéressants à retenir. De toutes les analyses reçues, 72 % présentaient une analyse nutritionnelle complète incluant le profil fermentaire. **Cette première information nous indique que les conseillers agronomiques et leurs producteurs n'utilisent pas tous à leur plein potentiel une analyse nutritionnelle. En effet, l'information complète sur les profils fermentaires permet de valider la stabilité de l'ensilage et d'adapter ses stratégies d'alimentation, comme éviter de servir les ensilages mal fermentés aux brebis en fin de gestation (présence élevée d'acide butyrique).** Par ailleurs, le portrait indique que 82 % des fourrages sont conservés sous forme de grosses balles, dont la matière sèche idéale de conservation devrait se situer entre 40 et 60 %. Ce type de conservation des fourrages est très populaire chez les producteurs ovins. Or, 13,4 % des analyses de grosses balles reçues sont trop humide (< 40 % de MS) et contiennent des taux d'acide butyrique entre 0,15 % et 0,28 %, alors qu'il devrait être en deçà de 0,10%. Toutefois, même lorsque récolté au bon stade de MS, on retrouve des taux d'acide butyrique supérieurs à 0,10 % dans plus du tiers des analyses d'ensilage. Comme quoi, d'autres facteurs, autres que la matière sèche à la récolte, peuvent influencer le développement des bactéries clostridies responsables de la production d'acide butyrique dans les fourrages. En effet, des pratiques de récoltes inadaptées (stade et hauteur de coupe), le pourcentage de cendres (< 10 %), les périodes d'ensoleillement, la pluviométrie, le contenu en sucres de la plante, une mauvaise reprise des fourrages, un environnement non complètement anaérobique, sont autant de facteurs qui feront varier le profil fermentaire et la qualité de l'ensilage qui en découle.

Par ailleurs, la phase expérimentale a permis l'amélioration des connaissances en lien avec l'état métabolique des brebis prolifiques en fin de gestation à l'égard du type de fourrages qui leur est servi. L'équipe de recherche a statué au départ du projet que les ensilages SANS acide butyrique sont ceux en ayant < 0,10 % et que les ensilages AVEC acide butyrique sont ceux avec ≥ 0,10 %. Le projet a permis d'observer des éléments intéressants entre ces 2 traitements. En effet, l'analyse des résultats a permis d'établir une corrélation positive modérée entre le taux de BHB sanguin (obtenus par les profils métaboliques sanguins) et le pourcentage d'acide butyrique présent dans les ensilages, et ce en période pré et post-partum. Ainsi, **plus l'ensilage contient un taux d'acide butyrique élevé, plus le taux de BHB sanguin de l'animal qui le consomme est élevé, et donc les probabilités de toxémie de gestation sont à risque d'augmenter.** L'utilisation des bandelettes pharmaceutiques (Freestyle Precision), afin de mesurer le BHB sanguin, permet d'obtenir un diagnostic rapide et ainsi poser des actions correctives en conséquence. Cet outil est fiable et peu couteux pour monitorer les brebis en fin de gestation et appréhender les cas de toxémies de gestation, puisque la corrélation entre les 2 techniques (bandelettes versus profils métaboliques) est significative. Les valeurs de référence à utiliser sont les suivantes : état stable < 0,8 mmol/L, état de toxémie subclinique de 0,8 à 3 mmol/L et état de toxémie clinique à > 3 mmol/L.

Sans grande surprise, sans égard au traitement auquel étaient attitrées les brebis, on observe que la prolificité a un impact sur les risques de toxémie de gestation. L'analyse a démontré, 2 semaines avant l'agnelage, que moins de 2 % des brebis moins prolifiques (< 2 agneaux nés) avaient des taux supérieurs à 0,8 umol/L, alors que chez les brebis avec une prolificité plus élevée (> 3 agneaux nés) on a observé que plus de 12 % avaient des taux supérieurs à 0,8 umol/L. On observe, selon les analyses statistiques, que la prolificité a un plus gros impact sur les BHB des brebis que le traitement (AVEC ou SANS acide butyrique dans les fourrages servis) et ce 2 semaines avant l'agnelage. Toutefois, **les brebis avec une prolificité élevée (> 3 agneaux nés) ET alimentées avec un fourrage contenant ≥ 0,10 % d'acide butyrique sont en proportion plus grande à développer une potentielle toxémie subclinique comparativement à celles alimentées avec des fourrages contenant < 0,10 % d'acide butyrique.**

Enfin, l'analyse des données au niveau des BHB a démontré que la proportion globale des brebis, passant d'un état stable à un état de toxémie augmente entre la fin de gestation et le début de lactation. Deux semaines après l'agnelage, les taux de BHB supérieurs à 0,8 mmol/L sont rencontrés dans 15 % des *pools* métaboliques (BHB provenant du profil) et 22 % des brebis (BHB provenant des bandelettes). La proportion de *pools* ou de brebis est encore plus marquée au niveau du traitement AVEC, soit ceux alimentés avec de l'ensilage contenant des acides butyriques. Ces résultats démontrent toute l'importance non seulement de l'attention qui doit être portée à l'alimentation en fin de gestation, mais également en début de lactation, puisque les brebis sont également à risque de tomber en déficit énergétique, d'où la nécessité d'offrir une excellente transition alimentaire.

À l'égard des observations faites dans ce projet, il serait intéressant d'approfondir nos connaissances au niveau de l'alimentation des brebis en période de transition et en début de la lactation. L'état métabolique des brebis prolifiques ayant démontré des valeurs de BHB > 0,8 mmol/L même après l'agnelage indique que les brebis sont en lipomobilisation pour combler leurs besoins énergétiques. L'optimisation des rations alimentaires des brebis prolifiques en transition vers le début de la lactation

devrait faire l'objet de futures recherches, afin d'amener de nouvelles recommandations aux producteurs pour améliorer la productivité de leurs femelles prolifiques. Par ailleurs, l'utilisation d'ensilage contenant des acides butyriques n'a pas été validée chez les agneaux à l'engraissement. Bien que leur ration comporte des proportions de fourrages faibles à modérées (15 à 40 %), la croissance de ces jeunes ruminants est peut-être affectée négativement s'ils reçoivent de tel ensilage avec de grande concentration en acide butyrique.

Les nouvelles connaissances acquises par ce projet ont permis de mettre en place des recommandations sécuritaires sur l'utilisation des ensilages contenant des acides butyriques dans l'alimentation des brebis prolifiques en fin de gestation. Il n'a pas été possible d'émettre une recommandation précise sur la limite d'incorporation des ensilages butyriques à la ration des ovins (en g/j d'acide butyrique comme c'est connu dans le bovin laitier), toutefois **les résultats permettent minimalement de recommander d'éviter de servir des ensilages ayant plus de 0,10 % d'acide butyrique aux brebis en fin de gestation et début de lactation.** Les autres stades de production, moins exigeants, pourront ainsi être visés par ces ensilages. Dans le cas où il ne serait pas possible de faire autrement, l'option de diluer les fourrages avec des fourrages sains demeure une avenue qui peut être envisagée.

De même, par le portrait sur la valeur nutritionnelle des ensilages réalisé dans ce projet, les informations indiquent que de la vulgarisation est encore nécessaire pour optimiser les pratiques au champ afin d'obtenir des ensilages optimaux en termes de profil fermentaire notamment.

7 Liste des ouvrages cités

Andrews, A., 1997. Pregnancy toxaemia in the ewe. In Pract. 19, 306 -312.

Andrieu J. et Demarquilly C., 1974 . Composition du jus de rumen chez le mouton recevant à volonté du maïs fourrager sur pied ou ensilé. Ann. Zootech., 23, 301.

ANNISON E.-F. et al. : Bioch. Il. 66, 592, 1957.

CEPOQ, 2018. Rapport final du projet : Optimisation des pratiques entourant la régie alimentaire des brebis prolifiques en fin de gestation et la régie des agneaux à la naissance, afin de réduire la mortalité néonatale des agneaux. 91 pages.

de Mendiburu, F. (2021). agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.3-5. https://CRAN.R-project.org/package=agricolae

Goldhawk, C., N. Chapinal, D. M. Veira, D. M. Weary, and M. A. G. von Keyserlingk. 2009. Prepartum feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis. J. Dairy Sci. 92:4971-4977.

Heitmann, R. N., Dawes, D. J., & Sensenig, S. C. (1987). Hepatic ketogenesis and peripheral ketone body utilization in the ruminant. J Nutr, 117(6), 1174-1180.

Kassambara, A (2020). ggpubr: 'ggplot2' Based Publication Ready Plots. R package version 0.4.0. https://CRAN.R-project.org/package=ggpubr

LeBlanc, S. 2010. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. J. Reprod. Dev. 56:S29 -S35.

Oetzel, G. R. 2007. Herd-level ketosis --Diagnosis and risk factors. Proc. 40th Ann. Conf. Amer. Assoc. Bovine Pract., Preconf. Sem. 7C, Accessed Nov. 8, 2016.

Pahlow, G., R. E. Muck, F. Driehuis, S. J. W. H. Oude-Elfereink, and S. F. Spoelstra. 2003. Microbiology of ensiling. Pages 31 -93 in Silage Science and Technology. D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison, ed. Am. Soc. Agron., Madison, WI.

Puech, R., Tisserand, J.-L., Zelter, S.-Z., 1968. Influence de la qualité de l'ensilage sur l'évolution de la cétonomie post-prandiale chez le mouton. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 8 (I), 69-79.

R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Sargison, N.D., Scott, P.R., Penny, C.D., Pirie, R.S., Kelly, J.M., 1994. Plasma enzymes and metabolites as potential prognostic indices of ovine pregnancy toxaemia - a preliminary study. Br. Vet. J. 150, 271 -277.

Sievert, C. Interactive Web-Based Data Visualization with R, plotly, and shiny. Chapman and Hall/CRC Florida, 2020.

Schirmann, K., N. Chapinal, D. M. Weary, L. Vickers, and M. A. G. von Keyserlingk. 2013. Short communication: Rumination and feeding behavior before and after calving in dairy cows. J. Dairy Sci. 96:7088 -7092.

Sovani, S., C. Heuer, W. M. VanStraalen, and J. P. T. M. Noordhuizen. 2000. Disease in high producing dairy cows following post parturient negative energy balance. Pages 33 -50 in Proc. Annual Meeting of Soc. Vet. Epid. Prev. Med., Edinburgh, UK. Soc. Vet. Epid. Prev. Med., Glasgow, UK.

Suthar, V. S., Canelas-Raposo, J, Deniz, A. and Heuwieser, W. 2013. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. J. Dairy Sci. 96 :2925 -2938.

Vérité R., Journet M., 1971. Utilisation comparée de l'ensilage de maïs et de l'ensilage d'herbe pour la production laitière. Ann. Zootech., 20, 153-165

Annexe 1. Document de recrutement

Sur la page *Facebook* du CEPOQ :

Dans le bulletin électronique du CEPOQ :

Annexe 2. Article Ovin-Québec, présentation initiale du projet

ET SI LES **ENSILAGES CONTENANT DES BUTYRIQUES** AVAIENT UNE INFLUENCE SUR LES **TOXÉMIES DE GESTATION** ?

LÉDA VILLENEUVE, AGR., M.SC., CORESPONSABLES À LA R&D, CEPOQ

Si vous voulez une réponse à cette question, il serait important de transmettre vos analyses d'ensilage de l'été 2019 pour toutes les coupes à Léda Villeneuve au CEPOQ par courriel (leda.villeneuve@cepoq.com), par télécopie (418-856-6247) ou par la poste (1642 rue de la Ferme, La Pocatière, G0R 1Z0). Vous pouvez aussi demander à votre expert-conseil qu'il le fasse pour vous. Ces analyses permettront de dresser un portrait des fourrages ayant des butyriques et de faire un suivi des cas de toxémie dans certains de ces troupeaux.

Récemment, le CEPOQ a reçu un financement du programme *Innov'Action au volet 2 – Adaptation technologique du Partenariat Canadien pour l'Agriculture* pour réaliser un projet portant sur **l'évaluation du lien entre la qualité fermentaire des ensilages et les cas de toxémie de gestation chez la brebis prolifique.** Les collaborateurs du projet sont François Massicotte et son équipe d'experts-conseils du réseau La Coop, Dany Cinq-Mars de l'Université Laval, Johanne Cameron, experte ovine et vous les producteurs ovins!

Depuis l'an dernier, on parle beaucoup d'alimentation des femelles prolifiques et de l'importance de bien combler leurs besoins énergétiques et protéiques, et ce, en s'assurant de maximiser leur consommation volontaire de matière sèche. La récente étude réalisée au CEPOQ sur le sujet avait observé une augmentation de la CVMS des brebis de 37 à 40 % lorsque qu'un fourrage peu fibreux (<30 % d'ADF) était servi dans la ration. Ainsi, tout ce qui affecte négativement la CVMS et qui diminue les apports énergétiques de la ration d'une brebis prolifique pendant ce stade physiologique important peut conduire à une toxémie de gestation. Les fourrages trop fibreux contribuent à diminuer la CVMS, car ils encombrent le rumen et diminuent le taux de passage

des aliments. La brebis devient alors en déficit énergétique et doit puiser dans ses réserves de graisse pour combler ce déficit. Mais ceci crée une libération de corps cétoniques dans le sang, mesurables par la lecture des BHB dans le sang. Ces corps cétoniques ont un effet toxique sur l'animal et s'ensuit généralement une toxémie clinique ou subclinique. ***Qu'en est-il de l'utilisation d'ensilages contenant des taux détectables d'acides butyriques chez les brebis en fin de gestation ?*** Des observations sur le terrain par des producteurs et leurs vétérinaires praticiens semblent indiquer des cas plus fréquents de toxémies de gestation lorsque des fourrages ont des teneurs significatifs en butyriques dans la ration. Ce projet de recherche permettra de voir s'il y a un réel problème au niveau du profil fermentaire des ensilages destinés aux ovins et si ces ensilages contribuent au déclenchement des toxémies de gestation.

Petit rappel : c'est quoi déjà des butyriques ?

Un fourrage qui possède une faible ensilabilité, soit une faible matière sèche (<35 %), une faible teneur en sucre soluble, une maturité avancée, ou contenant des contaminants tels que des particules de sols ou de fumier, sera susceptible de voir se former de l'acide butyrique. Dans ce cas, le pH d'inhibition des bactéries butyriques (ou pH de stabilité anaérobie) n'est pas atteint. Ce pH se trouve donc à être supérieur à 5,0. La fermentation butyrique est une fermentation secondaire faite par des bactéries du genre Clostridium, soit des bactéries anaérobies dont la croissance se fait en absence d'oxygène. Le groupe de clostridies le plus étudié est l'espèce *C. Tyrobutyricum*. Cette espèce possède la capacité de fermenter intensément l'acide lactique en acide butyrique, en hydrogène et en gaz carbonique, ce qui engendre une augmentation du pH au-delà de la stabilité anaérobie. Rappelons qu'un ensilage stable possède un pH de 4 à 5 et contient 2 à 8% d'acide lactique, 1 à 2% d'acide acétique et **0 % d'acide butyrique.**

Les ensilages, chez vous, c'est comment ?

Probablement que tous les producteurs ovins ont vécu à un moment ou un autre, une saison de récolte fourragère moins idéale résultant en une production de fourrages contenant un peu, voire beaucoup d'acide butyrique. Une valeur au-delà de 0,5 % de la MS est considérée comme une valeur élevée et est probablement le pire scénario. De façon générale, ces ensilages seront de faible valeur nutritionnelle, car les bactéries auront consommé tous les sucres et les protéines contenues dans les cellules végétales. Vous le sentirez... l'odeur désagréable de ce type d'ensilage en fait un aliment non appétant, qui sera en plus très peu consommé. Chez le bovin laitier, la recherche a démontré que la consommation d'ensilage butyrique contribue au débalancement énergétique responsable des acétonémies. Dans ce secteur de production, la limite de consommation d'acide butyrique par une vache ne doit pas dépasser 50 g/j. Chez l'ovin, on est plutôt dans le néant. Et bien honnêtement, quand un producteur est aux prises avec un ensilage contenant un profil fermentaire moins favorable avec des taux d'acides butyriques plus ou moins importants, il est souvent impossible pour lui de simplement se débarrasser de la récolte. Il devra, dans la plupart des cas, vivre avec cette situation non idéale et tenter de nourrir son troupeau malgré tout... en se croisant les doigts pour qu'il n'y ait pas trop de problèmes de santé cette année-là!

Une des hypothèses de ce projet est que la consommation d'ensilage butyrique contribue à mimer l'effet de la dégradation des graisses par une augmentation de l'absorption du butyrate par les parois ruminales... ce qui conduirait à une teneur en BHB plus haute dans le sang, ceci étant un élément propice au développement de toxémie de gestation chez la brebis prolifique.

R&D

Comment se déroulera le projet ?
La première étape est de faire un portrait de la qualité fermentaire des ensilages servis aux ovins. **Pour réussir cette première étape, c'est là que la collaboration des producteurs s'impose**. Pour l'année 2019, on vous demande de nous **fournir toutes les analyses d'ensilages** (ensilages d'herbe et de céréales et ensilages de maïs) que vous produirez, et ce, pour toutes vos coupes. Notre objectif, c'est qu'un minimum de 75 troupeaux ovins transfèrent leurs analyses, comprenant le profil fermentaire, à notre équipe de projet. Nous aurons aussi besoin d'avoir quelques informations sur les entreprises qui envoient leurs analyses telles que :

- *Nom de la ferme et coordonnées*
- *Taille d'entreprise (nb de brebis)*
- *Type d'élevage (race pure, hybrideur, commercial)*
- *Races présentes dans l'élevage et proportion de chacune*

Ces informations et ces analyses doivent être transmises à Léda Villeneuve au CEPOQ par courriel (leda.villeneuve@cepoq.com), par télécopie (418-856-6247) ou par la poste (1642 rue de la Ferme, La Pocatière, G0R 1Z0). Vous pouvez aussi demander à votre expert-conseil qu'il le fasse pour vous.

Bien que le réseau La Coop soit un partenaire très important dans le projet, nous accepterons toutes les analyses peu importe le laboratoire d'analyse ou la meunerie avec qui vous faites affaire. **L'important, c'est qu'on reçoive le plus d'analyses d'ensilages pour la récolte 2019 afin de dresser le portrait le plus juste.**

En complément au portrait qui sera dressé, **l'équipe du projet ciblera ensuite 8 entreprises ovines avec une bonne proportion de femelles prolifiques.** La seconde étape sera donc de suivre ces entreprises, dont la moitié aura des ensilages exempts de butyriques et l'autre moitié aura des ensilages contenant des butyriques. Notre équipe de recherche suivra, pour chacune des fermes, 2 groupes de 30 femelles en fin de gestation et ira notamment effectuer des tests de BHB sanguins à divers moments. Cette seconde étape sera réalisée vers la fin 2019 et le début 2020. Vous avez compris que la sélection des entreprises se fera en fonction des analyses d'ensilages que nous recevrons. Les entreprises ciblées seront contactées en temps et lieu et une compensation financière sera offerte.

À la lecture de cet article, si vous désirez immédiatement donner votre nom, vous avez simplement à communiquer avec Léda (par courriel ou téléphone au 418-856-1200 poste 229) et elle s'assurera de faire un suivi avec vous au cours de l'été et l'automne 2019 pour recueillir vos analyses.

Il y a plus de 400 producteurs au Québec...notre objectif d'en avoir au moins 75 est donc très réaliste. De plus, l'analyse des fourrages est offerte, de façon générale, **gratuitement** par votre fournisseur d'aliments. Ce n'est donc pas un coût pour vous, et ce n'est pas non plus une tâche énorme de nous transférer le tout. Et pour la réussite du projet, cette collaboration est vraiment très importante.

Assurez-vous avec votre représentant de prendre l'analyse au bon moment, soit au minimum 3 semaines après la récolte dans le cas des ensilages d'herbe et 3 mois après la récolte d'ensilage de maïs afin de laisser le temps au matériel fourrager de bien compléter sa fermentation.

Toute l'équipe du projet vous remercie à l'avance pour votre importante collaboration et vous souhaite une belle récolte fourragère 2019... idéalement exempte de butyrique ! ■

PARTENARIAT CANADIEN pour l'AGRICULTURE

Canada Québec

Annexe 3. Article Ovin-Québec, présentation des conclusions du projet

L'ACIDE BUTYRIQUE DANS LES ENSILAGES : *portrait de l'incidence et son effet sur les risques de toxémie de gestation*

JEAN-MICHEL BEAUDOIN, AGR. M.SC., CEPOQ
LÉDA VILLENEUVE, AGR. M.SC., CEPOQ

Des fourrages de qualité sont un atout majeur pour maximiser la production et la santé des bêtes. Cependant, il est bien connu qu'il n'est pas si évident de toujours produire des fourrages de qualité optimale, notamment à cause de la météo du Québec qui peut être assez capricieuse. Outre les valeurs nutritives, la récolte et le mode de conservation jouent également un rôle sur la probabilité que de l'acide butyrique soit produit lors du processus de fermentation des ensilages. À la lumière du projet de recherche, ceci pourrait augmenter les probabilités de toxémie de gestation, surtout chez les brebis prolifiques.

L'acide butyrique est produit par les bactéries de genre *Clostridium* et est relié à un ensilage dont la fermentation n'a pas été idéale. Ces bactéries sont actives lorsque le pH n'a pas diminué suffisamment pour atteindre la zone de stabilité anaérobie (pH entre 4 et 5) et si certains autres facteurs sont présents. Parmi ces facteurs, le pourcentage de matière sèche (valeurs recommandées présentées au **tableau 1**), le stade de récolte selon l'espèce (stade recommandé présenté au **tableau 2**) et les particules de sol incorporées à l'ensilage en sont les principaux. Pour ce dernier, un taux de cendres supérieur à 10 % indique qu'il y a eu contamination par le sol ou le fumier. Le sol et le fumier contiennent, à divers degrés, des bactéries ou spores de bactéries responsables de la production d'acide butyrique. Un ensilage de bonne qualité devrait idéalement contenir peu ou pas d'acide butyrique (< 0,10 %), selon le conseil des productions végétales du Québec.

Tableau 1. Matière sèche à viser lors de la récolte en fonction du mode de conservation des fourrages

Type d'entreposage	Caractéristique du fourrage	% de Matière sèche idéal
Silo tour conventionnel	Préfané	30-40 %
Silo tour à atmosphère contrôlée (silo bleu)	Demi-sec (idéal)	40-60 %
Silo Horizontal (mur)	Préfané (possible)	30-40 %
Bunker	Humide	30-32 %
Meule	Humide	25-30 %
Boudin (Ag-Bag)	Demi-sec, préfané, humide	25-60 %
Balles enrubannées (boudin ou individuelles)	Demi-sec	40-60 %

Tableau 2. Stade de coupe recommandé pour quelques-unes des espèces végétales rencontrées au Québec

Espèce	Stade de récolte
Luzerne	10 % en fleurs
Trèfle rouge	10 % en fleurs
Lotier	25-50 % en fleurs
Fléole (Mil)	Début-épiaison
Brome	Début à fin épiaison
Dactyle	Avant le tout début d'épiaison
Alpiste roseau	Avant épiaison

Tiré du guide *Les plantes fourragères*, 2005, CRAAQ.

Portrait de la qualité des ensilages issu des analyses transmises par les producteurs

De juin 2019 à mars 2020, 26 entreprises ovines réparties dans cinq régions du Québec ont fait parvenir un total de 155 analyses d'ensilages de tous types (84 % d'ensilage d'herbe, 7 % d'ensilage de maïs, 5 % d'ensilage de céréales et 4 % d'ensilages de Soudan). Ces ensilages étaient conservés à 75 % sous forme de grosses balles rondes, 7 % grosses balles carrées et 18 % en ensilage haché (silo meule ou tour). C'est sans surprise qu'une grande variabilité des valeurs nutritives et des profils fermentaires a été notée, entre les entreprises, mais également entre les analyses provenant d'une même entreprise. Des 155 analyses, 111 analyses avaient un profil fermentaire permettant de voir le taux d'acide butyrique. Sur ces 111 analyses, 44 affichaient un teneur entre 0,10 à 0,70 % d'acide butyrique, c'est-à-dire des niveaux qui peuvent potentiellement être néfastes pour les brebis en fin de gestation. **Un profil fermentaire devrait toujours faire partie de l'analyse nutritionnelle des ensilages.**

Une réflexion plus approfondie des 44 analyses à plus hauts taux d'acide butyrique ne permet pas de pointer un facteur de risque prédominant. À titre d'exemple, 13,4 % des analyses de grosses balles reçues étaient trop humides (< 40 % de matière sèche) et contenaient des taux d'acide butyrique entre 0,15 % et 0,28 %. Toutefois, on retrouve des taux d'acide butyrique supérieurs à 0,10 % dans plus du tiers des analyses de balles même lorsque récoltées à la bonne matière sèche (entre 40 et 60 %). Il faut donc porter une attention sur tous les facteurs contribuant à l'ensilabilité.

Effets physiologiques liés à la présence d'acide butyrique

La conséquence la plus connue de la présence d'acide butyrique dans les ensilages est la baisse de consommation des aliments. Pour des brebis en fin de gestation et en début de lactation, une baisse de consommation signifie qu'elles doivent puiser de l'énergie dans leurs réserves pour répondre à la demande énergétique qui est très grande à cette période. La mobilisation des réserves graisseuses génère des métabolites appelés « corps cétoniques », qui sont produits par le foie lors de la transformation des lipides en glucides, soit l'énergie sous forme utilisable. Ces corps cétoniques ont un effet toxique qui conduit à une baisse du pH du sang et une déshydratation, notamment.

Le β-hydroxybutyrate (BHB) est le corps cétonique mesuré lors de la détection de toxémie de gestation. En plus de causer une possible baisse de consommation, l'acide butyrique génère lui-même des BHB lors de sa dégradation dans le rumen, ce qui contribue à l'augmentation des corps cétoniques dans le sang. Une valeur normale de BHB devrait être sous 0,5 mmol/L. Les brebis en toxémie subclinique seront entre 0,8 et 3,0 mmol/L et celles en toxémie de gestation clinique auront un taux de BHB de plus de 3,0 mmol/L. Les brebis en toxémie sont affaiblies, ce qui peut mener à des dystocies et diminuera la quantité et la qualité du colostrum.

Évaluation de l'effet de l'acide butyrique sur les taux de BHB

La phase expérimentale du projet a permis de suivre 451 brebis réparties sur sept fermes entre six semaines pré-agnelage et deux semaines post-agnelage. Certaines de ces brebis étaient nourries d'ensilage **SANS** acide butyrique (< 0,10 %) et d'autres **AVEC** acide butyrique (≥ 0,10 %). Deux profils métaboliques sanguins (un profil 4 semaines avant l'agnelage et un profil 2 semaines après l'agnelage) ont permis de déceler une corrélation positive modérée entre le taux de BHB et le pourcentage d'acide butyrique dans l'ensilage consommé. Le **tableau 3** présente les valeurs

Tableau 3. Valeurs moyennes de différents paramètres du profil métabolique avant et après l'agnelage, selon la présence (AVEC) ou l'absence (SANS) d'acide butyrique dans les ensilages servis

Moment du prélèvement	Acide Butyrique	BHB[1] (umol/L)	GGT[2] (U/L)	Glucose[3] (mmol/L)	Calcium[4] (mmol/L)
4 semaines pré-agnelage	Avec	583,8[b]	46,0[b]	3,52	2,56
	Sans	462,1[b]	47,5[b]	3,42	2,56
2 semaines post-agnelage	Avec	810,0[a]	72,0[a]	4,07	2,57
	Sans	585,5[b]	70,5[a]	3,80	2,52

Valeurs de référence	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
	150	750	15	55	2,70	4,30	2,08	2,88

Les valeurs qui ont des lettres différentes sont significativement différentes à P<0,05.

[1]BHB (βHydroxybutyrate sanguin / lié à la mobilisation des graisses)

[2]GGT (Gamma-glutamyl transférase est une enzyme liée à l'activité de la fonction hépatique qui permet la lipomobilisation des graisses)

[3]Glucose (lié à l'énergie contenue dans la ration [excès d'énergie ou manque de fibres efficaces] lié à l'acidose et la toxémie)

[4]Calcium (lié à l'hypocalcémie, une autre maladie métabolique étroitement liée à la toxémie puisque les symptômes sont souvent similaires)

Tableau 4. Valeurs moyennes (umol/L) des BHB bandelettes dans le temps*, selon la présence (AVEC) ou l'absence (SANS) d'acide butyrique dans l'ensilage

Acide Butyrique	P-6	P-4	P-2	P+2
Avec	439[a]	614[a]	667[a]	774[a]
Sans	431[b]	544[b]	642[b]	610[b]

* Le chiffre représente le nombre de semaines avant (-) ou après (+) l'agnelage (P)

de quatre marqueurs d'intérêts liés à la toxémie de gestation que l'on peut évaluer à l'aide de ces profils métaboliques. Les BHB ont aussi été évalués par bandelettes pharmaceutiques à quatre reprises et les taux ont été significativement plus élevés en présence d'acide butyrique dans l'ensilage (**tableau 4**). **Tout cela signifie que le taux d'acide butyrique contenu dans l'ensilage aurait effectivement une influence sur le taux de BHB sanguin et donc sur la probabilité de toxémie de gestation.** Il est intéressant de noter que les niveaux de BHB étaient également élevés deux semaines après l'agnelage, ce qui ouvre une discussion sur l'effet possible de la consommation des ensilages contenant des acides butyriques sur l'état métabolique des brebis en début de lactation.

Il est intéressant de noter qu'outre le niveau d'acide butyrique, la prolificité a eu un impact significatif sur le taux de BHB. Deux semaines avant l'agnelage, moins de 2 % des brebis moins prolifiques (< 2 agneaux nés) avaient des taux supérieurs à 0,8 mmol/L, alors que chez les brebis avec une prolificité plus élevée (> 3 agneaux nés), on a observé que plus de 12 % avaient des taux supérieurs à 0,8 mmol/L, tous groupes confondus (AVEC ou SANS acide butyrique dans les ensilages). À ce moment, l'effet de la prolificité était même plus important que la présence ou non d'acide butyrique. Il est donc possible de présager que le risque de toxémie est d'autant plus grand lorsque l'ensilage butyrique est servi à des brebis prolifiques.

Que faire en présence d'acide butyrique dans les ensilages?
La prévention demeure la meilleure option, ce qui signifie d'avoir de bonnes pratiques de récoltes et de conservations. Malgré tous les efforts, il se peut que l'on soit pris pour servir des ensilages butyriques aux animaux. Pour minimiser les conséquences, ces ensilages devraient être servis aux animaux aux stades de production les moins exigeants. Les brebis en fin de gestation ne devraient idéalement pas recevoir ces ensilages. Si ce n'est pas possible, ils devraient être mélangés avec un bon ensilage pour diluer la concentration d'acide butyrique afin de demeurer sous les 0,10 % d'acide butyrique dans le mélange fourrager servi.

Les brebis en fin de gestation qui reçoivent de l'ensilage butyrique peuvent être monitorées pour la toxémie en mesurant les BHB par bandelettes pharmaceutiques. Le projet a permis de déceler une bonne corrélation entre les valeurs BHB du profil métabolique sanguin et celles des BHB par bandelettes pharmaceutique prises aux mêmes moments. Il s'agit donc d'un outil fiable et peu dispendieux. N'hésitez pas à consulter le rapport final où vous pourrez en découvrir davantage sur tous les résultats! Rendez-vous sur notre site web à www.cepoq.com dans la section Projets / Titre : « Évaluation du lien entre la qualité fermentaire des ensilages et les cas de toxémie de gestation chez la brebis prolifique ».

Remerciements
La réalisation d'un tel projet de recherche a été possible grâce à une grande équipe de travail, ainsi qu'à plusieurs partenaires! D'abord, un grand merci aux nombreux producteurs qui ont envoyé leurs analyses fourragères permettant de réaliser le portrait sur les ensilages et aux 7 entreprises ovines qui ont participé activement à la phase expérimentale du projet soit : Bergerie du Cap à l'Orignal, L'Agnellerie inc., Ferme ViGo, Bergerie du Grand Pin, Ferme Loïc Lemay, Ferme Ovimax et le CDBQ. Merci pour votre précieux temps et votre confiance envers le CEPOQ! Merci également à Dany Cinq-Mars, agr., Ph.D., Université Laval et François Massicotte, agr., Sollio Agriculture pour leur collaboration.

Enfin, nous tenions à nommer tous les membres de l'équipe du CEPOQ qui se sont investis dans la réalisation du projet : Léda Villeneuve, agr. M.Sc., Alexandra Carrier, candidate au Ph.D., Jean-Michel Beaudoin, agr. M.Sc., Catherine Element-Boulianne, agr. M.Sc., Gaston Rioux, mv., Marie-Josée Cimon, agr., et Marie-Claude Litalien, tsa. ■

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme Innov'Action agroalimentaire, un programme issu de l'Accord Canada-Québec de mise en œuvre du Partenariat canadien pour l'agriculture conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada.