

Shany Lagacé

536 898 218

Séminaire en sciences animales

SAN-3100

L'importance de prévenir la listériose dans les troupeaux ovins

Travail remis à :

Dany Cinq-Mars

Département des sciences animales

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation

Université Laval

3 mai 2024

Résumé

Le concept de « un monde, une santé » soutient l'étroite relation entre la santé des humains, des animaux et de l'environnement. Il est aussi possible de l'observer dans le cas de certaines maladies comme celle de la listériose. En plus d'être présente chez les ovins, c'est une maladie zoonotique, que l'Homme peut contracter. Elle est causée par la bactérie *Listeria monocytogenes* qui est présente dans de nombreux environnements par sa grande résilience. Présente dans le sol, elle peut se trouver dans l'ensilage consommée par les ovins et les contaminer. Ils peuvent donc présenter, ou non, des signes cliniques de la maladie entraînant majoritairement la mort des individus symptomatiques. Le décès subséquent de cette maladie cause des pertes économiques au producteur, mais aussi au niveau de l'industrie agroalimentaire. Les animaux asymptomatiques produisent des produits d'apparence saine, mais qui contiennent la bactérie, augmentant donc les risques de contaminer les consommateurs. Pour limiter la présence de la maladie à la ferme, plusieurs manipulations comme l'épandage adéquat des fumiers et des lisiers, la coupe de l'herbe à la bonne hauteur et un bon taux d'humidité du fourrage ont un rôle important dans la possibilité de limiter la prolifération de la bactérie.

Table des matières

Résumé.....	ii
Liste des tableaux.....	iv
Liste des figures.....	v
Introduction.....	1
1. Un portrait de la production ovine au Québec.....	2
2. La listériose.....	3
3. Impacts sur la santé.....	4
3.1. Chez les ovins	4
3.1.1. Infection	4
3.1.2. Signes cliniques et traitements.....	5
3.2. Chez les humains.....	7
4. Pourquoi vouloir diminuer les cas?.....	7
4.1. Du point de vue de la ferme.....	7
4.1. Du point de vue agroalimentaire.....	8
5. Comment diminuer les cas dans une bergerie?.....	9
5.1. Optimisation de la qualité de l'ensilage.....	9
5.1.1. Les types d'ensilage.....	10
5.1.2. Composés produits par les microorganismes et leur effet sur le pH	11
5.1.3. Recommandations	14
5.2. Gestion des fumiers.....	17
5.3. Vaccins.....	18
Conclusion	19
Liste des ouvrages cités	20

Liste des tableaux

Tableau 1. Les niveaux de matière sèche et les pH visés pour chaque type d'ensilage	11
Tableau 2. Valeurs visées des acides, des cendres et des moisissures pour tous les types d'ensilage	14
Tableau 3. Pourcentage d'humidité visé à la récolte selon les structures d'entreposage	14

Liste des figures

Figure 1.	Mouton présentant une paralysie faciale (Brugère-Picoux, 2008).....	6
Figure 2.	Mouton qui est au sol des suites de la listériose (Brugère-Picoux, 2008)	6

Introduction

Les humains et les animaux partagent une grande proximité phylogénétique, ce qui permet le partage de certains agents pathogènes entre eux. La domestication des animaux, il y a plusieurs centaines d'années de cela, a intensifié la proximité physique, entraînant le transfert de diverses maladies des animaux à l'homme (Morand *et al.*, 2014). Ce phénomène est désormais connu sous le nom de zoonose. Aujourd'hui, il s'agit de 60% des maladies qui seraient de ce type (Rahman *et al.*, 2020 ; Morand *et al.*, 2014). Plusieurs de ces infections sont d'origine alimentaire, par exemple, la listériose. Cette pathologie est causée par la bactérie *Listeria monocytogenes* qui se retrouve à plusieurs niveaux de différentes chaînes de l'agroalimentaire. Plusieurs animaux d'élevage y sont sensibles, mais les ovins y sont particulièrement vulnérables (Schoder *et al.*, 2023).

Ce problème de santé se développe chez ces petits ruminants lorsqu'ils ingèrent des fourrages qui ont été contaminés par la bactérie. Elle se retrouve, entre autres, dans le sol et lors de certaines pratiques culturales, il est possible d'en contaminer les fourrages. En les consommant, les animaux développent généralement des signes cliniques graves qui peuvent entraîner la mort, ce qui engendre des pertes économiques directes pour le producteur. Certains animaux ne présentent pas de manifestations cliniques, ils sont alors décrits comme asymptomatiques. Lorsqu'il n'y a pas de signes qui permettent d'identifier la maladie chez l'animal, il est alors possible qu'il se trouve dans la filière de la transformation alimentaire. Un animal qui est visuellement sain est traité comme un animal sain. Un agneau produit pour la viande se trouvera comme les autres dans les installations d'abattage et de transformation. Pour le lait de brebis, il sera mélangé à celui des brebis saines. La bactérie qui est présente dans la viande et le lait est alors susceptible d'infecter les consommateurs.

Le contrôle et l'amélioration des gestions d'élevage à la ferme sont donc essentiels pour garantir la sécurité alimentaire des acheteurs ainsi que l'économie de la filière et des producteurs. Il est donc important de se pencher sur les différentes méthodes qui peuvent être utilisées pour réduire au maximum les risques d'infections des animaux par une optimisation des pratiques au champ et des méthodes d'entreposage des fourrages.

1. Un portrait de la production ovine au Québec

Bien que le secteur ovin soit encore en développement, le Québec est le deuxième plus grand producteur d'agneaux et de lait de brebis au Canada (Gouvernement du Québec 2024). La belle province possède en effet 24% du cheptel canadien, juste derrière l'Ontario qui en possède 29% (MAPAQ, 2019). Cette viande, qui se classe au quatrième rang de la consommation canadienne, voit sa popularité augmenter de 2012 à 2017. La consommation de cette viande est passée de 0,97 kg par personne par an à 1,1 kg, ce qui correspond à une augmentation de 14% (MAPAQ, 2019). La production ovine se sépare en deux principales filières, soit celle du lait et celle de la viande.

La viande d'agneau est la production principale de cette filière. Cela représente des recettes monétaires de 51,2 millions de dollars (Gouvernement du Québec, 2024). En 2017, on retrouvait 126 777 brebis bouchères et 98 252 agneaux contre 6 188 brebis laitières (MAPAQ, 2019). Les agneaux produits peuvent être mis en vente de plusieurs façons. Cet accès au marché dépend de la grosseur des animaux. Ainsi, en ordre croissant, il y a les agneaux de lait qui ont un poids inférieur à 29,5 kg, les agneaux légers qui ont une masse entre 29,5 et 35,9 kg, puis les agneaux lourds qui ont un poids entre 36,4 et 59,1 kg (Gouvernement du Québec, 2024 ; MAPAQ, 2019). Lorsque les animaux ont atteint le poids de vente visé, ils sont envoyés vers l'un des 39 abattoirs pouvant abattre des ovins (MAPAQ, 2019).

Au niveau de la filière laitière, ce sont seulement 28 entreprises agricoles qui vont produire 567 600 litres de lait (Gouvernement du Québec, 2024). Il y a 25 entreprises qui en font la transformation en fromage et en yogourt. C'est un total d'environ 60 tonnes de fromage et 50 tonnes de yogourt qui sont produits chaque année (Gouvernement du Québec, 2024). Il y a environ 50 types de fromage qui sont produits en totalité à partir de lait de brebis, dont plusieurs qui ont gagné des concours (Gouvernement du Québec, 2024).

2. La listériose

La listériose est une maladie qui est causée par la bactérie *Listeria monocytogenes* qui se transmet de l'animal à l'homme lors de l'ingestion d'aliments qui ont été contaminés (Driehuis *et al.*, 2018). C'est une bactérie qui se caractérise par ses nombreuses caractéristiques qui lui permettent de survivre dans différents milieux. C'est une bactérie gram positif à anaérobie facultative qui possède une capacité à tolérer une vaste gamme de niveau d'acidité dans un milieu (Driehuis *et al.*, 2018). Toutes ses caractéristiques lui permettent de survivre aux différents stress auxquels elle est confrontée (Lee *et al.*, 2013). Lorsque leur nombre le permet, elles s'associent et forment des biofilms qui, en plus de leur permettre différents échanges, cela les protège contre des conditions environnementales qui leur sont peu favorables (Buchanan *et al.*, 2017).

Il y a certaines conditions qui peuvent l'empêcher de se développer, sans toutefois la tuer. Par exemple, il lui est impossible de croître dans des milieux qui ont des pH inférieurs à 4,3 ou supérieurs à 9,6 et des températures inférieures à 0 °C ou supérieures à 45 °C (Driehuis *et al.*, 2018). Ces limitations sont assez larges, il est donc plus difficile de contrôler son développement dans différents milieux. Les conditions les plus arides ne vont pas nécessairement la tuer, seulement l'empêcher de croître. Lorsqu'elle retrouvera des conditions propices, elle pourra poursuivre son développement. Dans le cadre de ce séminaire, le pH est le facteur clef pour limiter son développement dans les ensilages.

Vu sa grande flexibilité, elle peut se développer dans plusieurs environnements différents comme « [...] le sol, les eaux de surfaces, les matières végétales et les excréments d'animaux et d'humains » (Driehuis *et al.*, 2018). C'est sa présence dans la terre et les excréments qui cause une plus grande problématique. Lors de la récolte, il est possible que de la terre ou des particules de fumiers soient prélevés en même temps que l'herbe, contaminant la récolte et, vu ses caractéristiques, elle peut se développer dans de l'ensilage mal fermenté jusqu'à sa consommation (Driehuis, 2013). La présence de la bactérie est problématique pour les productions animales, entre autres, au niveau de la production ovine comme ils y sont très sensibles (Schoder *et al.*, 2023).

3. Impacts sur la santé

Comme de nombreuses maladies, la listériose provoque une variété de signes cliniques, et ce, chez les animaux et les humains. Il est essentiel de se pencher sur les diverses répercussions que peuvent engendrer la maladie sur les différents types d'hôtes. Ces compréhensions permettent de mettre en lumière les risques associés à la maladie ainsi que son mode de transmission. Par ces connaissances, il est plus facile d'élaborer différentes méthodes de prévention pour limiter le développement de la bactérie afin d'éviter la contamination des animaux et des humains à risque.

3.1. Chez les ovins

L'ovin est un ruminant qui est particulièrement sensible à *Listeria monocytogenes* (Schoder *et al.*, 2023). Vu la présence dans différents milieux de la bactérie, elle peut se retrouver dans l'alimentation des animaux et les infecter. Le développement de la maladie entraîne généralement plusieurs signes cliniques chez les animaux. Toutefois, certains peuvent demeurer d'apparence saine, ils sont alors dits asymptomatiques. Quelques traitements peuvent être utilisés lors d'un repérage rapide de la maladie, mais la survie de l'animal n'est pas assurée.

3.1.1. Infection

Au Québec, ces petits ruminants sont principalement alimentés de fourrages qui se présentent soit sous forme d'ensilage ou de foin (Amyot, 2006). Lors de la coupe de l'herbe au champ, de la terre peut se mélanger aux fourrages. Comme la bactérie responsable de cette maladie se retrouve, entre autres, dans le sol, cet apport amène donc avec lui une augmentation des risques quant à la possibilité de retrouver des agents pathogènes dans les fourrages. Une mauvaise acidification ou un mauvais entreposage peut mener à la prolifération de cette bactérie dans l'ensilage. Nous parlerons plus en détail des pratiques au champ et des méthodes d'entreposage qui ont un impact sur la prolifération bactérienne à la section 5. Pour ce qui est des jeunes agneaux, ils peuvent aussi être contaminés lors d'ingestion de lait contaminé ou lors de la préhension des trayons boueux de la brebis (Brugère-Picoux, 2008).

3.1.2. *Signes cliniques et traitements*

Une fois ingérée, la bactérie a une période d'incubation qui peut être plus ou moins longue soit, d'un jour à six semaines (Brugère-Picoux, 2008). Certains ne développent pas de signes cliniques, ils sont dits asymptomatiques. Malgré l'absence de répercussion physique de la maladie, la bactérie est présente dans l'animal et est excrétée, entre autres, dans son lait et ses fèces (Addis *et al.*, 2019). C'est cette forme de développement qui est la plus à risque pour déclencher des épisodes zoonotiques dans l'industrie de la transformation alimentaire (Addis *et al.*, 2019). Un animal visuellement sain n'est généralement pas traité et les produits issus de l'animal, comme la viande ou le lait, subissent les mêmes traitements qu'un animal sain. Par exemple, le lait d'une brebis atteinte, mais qui est asymptomatique, peut voir son produit mélangé avec celui des brebis saines. Cela est problématique, car la bactérie qui se trouve sécrétée dans le lait peut contaminer les produits transformés qui en sont issus et risque de contaminer les consommateurs (Schoder *et al.*, 2023).

En ce qui concerne les animaux qui présentent des signes cliniques, plusieurs observations peuvent être faites. Des mammites, des avortements en fin de gestation, des septicémies et des infections oculaires peuvent en résulter (Brugère-Picoux, 2008). C'est toutefois la forme nerveuse de la maladie qui est la plus caractéristique. Cette forme la maladie prend entre quatre et six semaines d'incubation (Brugère-Picoux, 2008). Les bactéries remontent par certains nerfs du tronc cérébral et viennent affecter certaines zones du cervelet (Scott, 2013). L'animal peut donc avoir une paralysie faciale qui est visible, entre autres, par la descente de l'une des deux oreilles et d'une difficulté à déglutir comme il est possible de voir à la figure 1 (Scott, 2013).



Figure 1. Mouton présentant une paralysie faciale (Brugère-Picoux, 2008)

La tête de l'animal peut se mettre à tourner le faisant marcher en rond, ce signe s'appelle le tournis. Ils finissent éventuellement par tomber au sol sans qu'ils ne puissent se relever comme il est possible de voir à la figure 2 (Brugère-Picoux, 2008). Certains antibiotiques peuvent être utilisés, mais ont un faible taux d'efficacité et l'animal meurt généralement (ministère de l'Agriculture du Canada, 1973).



Figure 2. Mouton qui est au sol des suites de la listériose (Brugère-Picoux, 2008)

3.2. Chez les humains

L'aspect inter-espèce de la maladie permet sa propagation aux humains lors de la consommation de produits contaminés, comme des fromages de lait cru, de la viande qui n'est pas cuite adéquatement, du lait non pasteurisé ou encore viandes prêtes à consommer (Eglezos, 2024 ; Valentini *et al.*, 2021). La maladie affecte principalement les personnes immunosupprimées, les personnes âgées et les femmes enceintes (Valentini *et al.*, 2021). Elle peut atteindre les personnes de manière bénigne ou invasive. La forme bénigne se présente sous des symptômes plus généraux similaires à ceux d'une gastro-entérite dans les sept jours qui suivent la contamination (Valentini *et al.*, 2021). La forme plus sévère se traduit par une bactériémie, une encéphalite et un risque d'avortement lors de la grossesse (Valentini *et al.*, 2021). La maladie présente un taux de létalité de 20 à 30 % (Jordan et McAuliffe, 2018).

4. Pourquoi vouloir diminuer les cas?

Tel que déjà mentionné, cette maladie n'affecte pas seulement les animaux, mais aussi les humains. Bien qu'elle soit rare chez l'homme, elle provoque un taux de mortalité élevé (Obaidat et AlShehabat, 2023). De même qu'avec son taux de mortalité élevé chez les ovins (Schukken *et al.*, 2003), le producteur subit donc des pertes économiques liées à ces mortalités. Par ailleurs, d'autres intervenants du milieu agroalimentaire subissent des pertes monétaires liées à cette maladie en raison des rappels de produits contaminés et des coûts associés à la décontamination.

4.1. Du point de vue de la ferme

Selon la publication du ministère de l'agriculture du Canada (1973), ce serait entre 2 et 4% des troupeaux qui succomberaient à la listériose chaque saison. Dans des cas plus sévères, ce nombre s'élevait à une valeur de 10 %. Bien qu'âgées, ces valeurs peuvent servir à titre indicatif. Selon la lecture du document, ils mentionnent qu'ils avaient « noté une association entre l'alimentation d'ensilage et les apparitions de la maladie » et qu'il est possible « d'envisager cette possibilité lorsqu'un grand nombre de cas surviennent dans un

élevage ». Ainsi, chaque bête perdue ne peut être vendue au prix de l'encan ou encore au prix qui est donné par l'agence de vente des agneaux lourds. Par ailleurs, de la naissance de l'animal jusqu'à son décès causé par la listériose, le producteur investit du temps et de l'argent dans l'animal, par exemple, en l'alimentant. Sinon, si l'animal présente des signes cliniques et que l'éleveur décide d'essayer de traiter l'animal, il passe encore du temps auprès de lui, s'ajoutant aussi le prix des médicaments qu'il aura administré. Cette maladie affecte donc directement le revenu et les dépenses de l'entreprise.

4.1. Du point de vue agroalimentaire

Au Québec, bien que la filière ovine ne soit pas la plus importante sur le marché, les produits se trouvent dans divers milieux, en restauration, chez les consommateurs ou encore, ils peuvent être exportés (Gouvernement du Québec, 2024). La contamination des lieux de transformation par une viande ou un lait contaminé par *Listeria monocytogenes* peut générer de grandes pertes. À titre indicatif, il est possible de jeter un œil sur la crise de listériose qui s'est produite en 2008 au Canada.

C'est le 10 juillet 2008 que deux cas de listériose sont détectés. Suite à l'augmentation des cas, des analyses et des recherches sont effectuées par l'agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) pour trouver l'origine de cette contamination. Il est alors déterminé que ce sont des produits de la compagnie Maple Leaf qui sont contaminés (Gouvernement du Canada, 2019). En tout, ce sont 191 produits qui sont rappelés avant que la compagnie décide de fermer les portes temporairement de l'usine de transformation du chemin de Bartor le 20 août 2008. L'usine a été fermée, car c'est cette dernière qui a été à l'origine de la contamination des produits dû à un mauvais lavage de l'équipement (Gouvernement du Canada, 2009). La compagnie Maple Leaf mentionne dans son rapport annuel de 2008 que cette crise lui a généré des pertes de 50 à 60 millions de dollars pour le rappel des produits. Outre les pertes monétaires, ce sont 22 personnes qui ont perdu la vie à la suite de l'infection sur 57 personnes infectées, représentant ainsi 40 % de taux de mortalité (Gouvernement du Canada, 2009).

Cet événement est marquant par les grandes pertes économiques dans l'industrie, mais surtout par le haut taux de décès qu'elle a présenté. Bien sûr, il ne s'agit pas d'une

contamination par de la viande ovine, mais l'événement peut tout de même donner une idée quant aux risques économiques que la contamination de produits d'ovin peut avoir. Par ailleurs, considérant l'augmentation de la consommation d'agneau et si la tendance se maintient, il pourrait être possible que la production d'ovins tende à augmenter tout comme sa transformation. Ainsi, l'ovin étant très sensible à *Listeria monocytogenes*, s'il est asymptomatique, il sera envoyé à un abattoir pour se retrouver éventuellement sur les tablettes. En augmentant les risques de contamination des équipements, la présence d'animaux contaminés représente un risque face au respect de l'innocuité des produits ainsi qu'au niveau économique de l'industrie agroalimentaire, par les pertes monétaires qu'elle peut engendrer.

5. Comment diminuer les cas dans une bergerie?

Comme nous l'avons vu, il est important de diminuer les cas, dans la production ovine compte tenu des pertes monétaires chez le producteur et l'industrie en plus des risques que représente la maladie pour la santé des populations. La diminution des cas de listériose peut être possible par plusieurs manipulations préventives au champ à différents moments de l'année. En diminuant la contamination des fourrages, les risques d'infection des ovins diminuent aussi ce qui, ultimement, diminue les risques de perdre des animaux et les risques de problèmes de santé publique.

5.1. Optimisation de la qualité de l'ensilage

Les ovins au Québec sont principalement alimentés par différents types de fourrage comme de l'ensilage et du foin. C'est toutefois l'ensilage qui est la principale source d'infection, particulièrement ceux de mauvaises qualités. On pourrait donc être tenté de se dire qu'il serait alors préférable de nourrir les animaux seulement à l'aide de foin pour éviter la maladie. Par contre, ce type de fourrage nécessite beaucoup plus de ressources (main-d'œuvre, temps, etc.) et génère beaucoup de pertes à la récolte à comparer de l'ensilage d'herbe (Amyot, 2006). Avant de poursuivre, il est important de comprendre ce qu'est un ensilage et comment en déterminer sa qualité. Ce type d'aliment est issu après la fermentation de la matière végétale diminuant le pH lors de son entreposage (Lefebvre,

2015). Comme nous l'avons constaté dans la section 2, *Listeria monocytogenes* a une grande capacité d'adaptation qui lui permet de résister à différents environnements. Un de ces paramètres est l'acidité du milieu, soit le pH. C'est donc sur ce paramètre qu'il sera possible de contrôler le développement de la bactérie dans les ensilages. Ce n'est toutefois pas si simple. Il y a de nombreux facteurs qui influencent la descente du pH lors de la fermentation de l'herbe. C'est donc sur ce paramètre qu'est jugé la qualité de l'ensilage. Ces facteurs influencent aussi la capacité de *Listeria monocytogenes* à se développer dans ce milieu. Par ailleurs, certaines pratiques culturales peuvent influencer la contamination des fourrages par *Listeria monocytogènes*. Dans cette section, il sera question d'une description des différents types d'ensilages, des paramètres influençant une bonne fermentation, les composés produits, les risques d'une mauvaise fermentation, des structures d'entreposage et des pratiques au champ.

5.1.1. Les types d'ensilage

Les ensilages d'herbe peuvent avoir des taux d'humidité de 40 à 70 % (Savoie et Tremblay, 1998). La quantité d'humidité présente dans l'ensilage influence sa conservation (Savoie et Tremblay, 1998). Certains barèmes sont donc établis pour permettre une optimisation de la qualité de l'ensilage selon la teneur en matière sèche. Il y a donc trois catégories d'ensilage qui ont été mises en place, soit : l'ensilage humide, l'ensilage préfané et l'ensilage demi-sec (Amyot, 2006). L'ensilage humide possède la plus grande valeur de taux d'humidité, soit de 70 % et plus. L'ensilage préfané a un taux de 60 à 70 %. Pour l'ensilage demi-sec, c'est à un taux entre 40 et 60 % qu'il est classifié dans cette catégorie. Les taux d'humidité plus élevés peuvent encourager la prolifération des bactéries et des levures à se développer, autant les pathogènes que les bénéfiques, c'est pourquoi il est visé d'avoir un pH bas (Lefebvre, 2015). En ayant une plus grande acidité, il est donc possible de limiter la croissance de différents organismes qui nuiraient à sa qualité. Par ailleurs, grâce à une teneur en humidité plus basse, la multiplication des microorganismes est restreinte, ce qui signifie que le pH n'a pas à chuter autant qu'un ensilage plus humide (Amyot, 2006). Il est possible de voir les valeurs visées de pH et de matière sèche au tableau 1 pour optimiser la qualité. Par contre, pour la bactérie *Listeria monocytogenes*, il est important que peu importe le type d'ensilage, le pH descende le plus bas possible.

Idéalement, à un pH d'une valeur inférieure à 5 permettrait de limiter sa croissance (Wilkinson et Chamberlain, 2016). Afin de comprendre comment il est possible d'atteindre ces valeurs, il est important de comprendre ce que les microorganismes produisent lors de la fermentation de l'ensilage.

Tableau 1. Les niveaux de matière sèche et les pH visés pour chaque type d'ensilage

Humide		Préfané		Demi-sec	
pH	Matière sèche (%MS)	pH	Matière sèche (%MS)	pH	Matière sèche (%MS)
< 4,0	< 30	< 4,5	30 - 40	-	40 - 60

Adapté de Amyot (2006), Lefebvre (2015) et Savoie et Tremblay (1998)

5.1.2. Composés produits par les microorganismes et leur effet sur le pH

Au début de l'entreposage, l'herbe continue de respirer, épuisant l'oxygène présent. La respiration des cellules végétales utilise les sucres présents, il n'est donc pas désirable qu'elle dure sur une longue période. En effet, l'utilisation des sucres par ces cellules végétales diminue la quantité de sucre disponible aux bactéries fermentescibles, ce qui peut affecter leur développement, et donc, la qualité de l'ensilage. Plusieurs variétés de microorganismes sont présentes dans les ensilages. Ceci peut s'expliquer par leur présence naturelle, une contamination, ou leur ajout de façon volontaire dans l'ensilage pour en améliorer la qualité.

Il y a d'abord, les bactéries lactiques. Elles consomment les sucres fermentescibles et rejettent principalement de l'acide lactique qui a un bon pouvoir acidifiant, ce qui permet d'abaisser le pH (Savoie et Tremblay, 1998). Ces bactéries présentes naturellement dans l'herbe et les fourrages sont actives lorsqu'il n'y a plus d'oxygène (Savoie et Tremblay, 1998). Considérant que ces bactéries font descendre le pH et qu'un pH bas permet de limiter le développement de la bactérie *Listeria monocytogenes*, les bactéries lactiques sont favorables à avoir dans l'ensilage. Dans le tableau 2, il est possible de voir les valeurs recherchées pour chaque type d'ensilage. Il faut donc rechercher entre 2 et 8 % d'acide lactique sur une base de matière sèche. De cette façon, il est possible d'atteindre le pH de

la stabilité anaérobique, soit le moment où tous les microorganismes ne peuvent croître ou sont éliminés (Lefebvre, 2015). C'est donc important d'atteindre cette stabilité le plus rapidement possible pour inhiber le développement d'autres microorganismes qui nuiront à la qualité et à la conservation de l'ensilage. Nous verrons quelques méthodes dans une section ultérieure.

Ensuite, il y a les bactéries butyriques, les *Clostridium*, qui peuvent se développer. Elles sont des bactéries anaérobiques indicatrices d'une mauvaise fermentation qui voient leur développement ralentir lors d'une diminution de pH (Savoie, 1998). Plus le niveau de matière sèche est élevé, plus elles sont sensibles à l'acidité du milieu (Lefebvre, 2015). La prolifération de ces bactéries doit être inhibée au maximum pour plusieurs raisons. En fait, ces bactéries fermentent des sucres résiduels et de l'acide lactique pour produire de l'acide butyrique. En utilisant les sucres, les bactéries causent une perte de rendement par la perte d'énergie et de matière sèche des fourrages (Lefebvre, 2015). De plus, une odeur de putréfaction est produite, ce qui diminue la consommation volontaire de matière sèche par les animaux (Lefebvre, 2015). L'utilisation de l'acide lactique par les bactéries butyriques et le fait que cet acide soit plus basique que l'acide des bactéries lactique ne permet pas une diminution optimale du pH de l'ensilage. Comme il est visé de descendre au plus possible le pH pour limiter au maximum la prolifération de *Listeria monocytogenes*, il est aussi important de limiter le développement des bactéries butyriques. Dans le tableau 2, il est possible de voir que la limite pour un ensilage de qualité est à 0,5% d'acide butyrique sur une base de matière sèche.

Tout comme les bactéries butyriques, les entérobactéries proviennent de la contamination par des particules de sol et de fumiers (Lefebvre, 2015). Bien que moins dommageable que les *Clostridium*, leur présence à long terme n'est pas recherchée (Lefebvre, 2015). Ces bactéries anaérobies facultatives produisent, entre autres, de l'acide acétique et du CO₂ (Lefebvre, 2015). Le dioxyde de carbone indique une perte de rendement. Par ailleurs, une trop grande production d'acide acétique peut diminuer l'appétence du fourrage (Lefebvre, 2015). Par ailleurs, le pouvoir acidifiant de l'acide acétique est moins grand que celui de l'acide lactique, ce qui, en grande quantité, peut limiter l'atteinte du pH cible. Dans le but de limiter la présence de la listériose dans un troupeau, la grande présence d'entérobactéries

n'est donc pas recherchée. Dans le tableau 2, il est possible de voir qu'il est recommandé de ne pas dépasser entre 1 et 2 % de la matière sèche en acide acétique. Il est intéressant de savoir que ce sont des bactéries ne résistent pas à des pH inférieurs à 4,5. Il est donc important que la baisse de pH se fasse rapidement pour limiter leur développement.

Tout comme *Listeria monocytogenes*, nous avons vu que les bactéries butyriques et les entérobactéries proviennent tous d'une contamination des fourrages par de la terre ou du fumier. Dans l'analyse des ensilages, ce sont les cendres qui permettent une meilleure évaluation de la contamination des fourrages par la terre (Lefebvre, 2015). Dans le tableau 2, il est possible de voir que c'est un maximum de 10% de cendres sur une base de matière sèche qui est visé pour avoir un ensilage de qualité (Lefebvre, 2015). Ainsi, plus le taux de cendres est élevé, plus il y a risque que de la terre ait été incorporée et plus il y a de chance que les bactéries responsables de la listériose soient présentes et plus les risques sont grands d'avoir un ensilage instable par la présence des bactéries butyriques et des entérobactéries (Lefebvre, 2015). Donc, plus le taux de cendres est bas, plus la qualité de l'ensilage sera meilleure et moins les risques de contaminer l'ensilage avec *Listeria monocytogenes* seront grands.

Finalement, d'autres organismes vivants comme les levures et les moisissures, qui sont des microorganismes aérobies, peuvent se développer en présence d'oxygène. Si la structure d'entreposage n'est pas étanche ou qu'il n'y a pas eu un bon compactage, de l'air reste en contact avec les fourrages et les levures et moisissures peuvent s'y développer. Elles ont différents effets négatifs comme le chauffage et la production de toxines (Savoie et Tremblay, 1998). Les moisissures et levures sont des indicateurs de la présence d'O₂. Comme nous avons déjà parlé, les bactéries lactiques sont anaérobies. Alors, si des valeurs supérieures à 100 000 unités formant des colonies (UFC) par gramme d'ensilage (voir le tableau 2), il peut être possible de supposer une entrée d'air dans la structure. Comme de l'oxygène est présente, les bactéries lactiques n'ont probablement pas pu se développer en quantité suffisante et faire descendre assez le pH. En utilisant ce paramètre avec les valeurs de pH et la quantité d'acide lactique, il est ainsi possible de déterminer s'il y avait de l'oxygène dans la structure d'entreposage. Dans le cas de *Listeria monocytogenes*, la

présence de moisissures n'est pas favorable par sa limitation à faire diminuer le pH de l'ensilage.

Tableau 2. Valeurs visées des acides, des cendres et des moisissures pour tous les types d'ensilage

Paramètre fermentaire	Acide lactique (%MS)	Acide butyrique (%MS)	Acide acétique (%MS)	Cendres (%MS)	Levures et moisissures (UFC/g d'ensilage)
Valeur d'un bon ensilage	2 à 8	< 0,5	1 à 2	10	<100 000

Adapté de Lefebvre (2015)

5.1.3. *Recommendations*

Nous avons vu les principales caractéristiques d'un bon ensilage. Il est maintenant intéressant de se pencher sur différentes méthodes qui vont permettre d'avoir un bon ensilage. Le processus de fermentation menant à une bonne qualité d'ensilage est influencé par plusieurs paramètres, soit : le taux de matière sèche, le taux de sucre fermentescible et le pouvoir tampon (Lefebvre, 2015). Au niveau de l'humidité, elle doit descendre avant d'être récoltée et entreposée. Nous avons vu qu'il y a différents types d'ensilage. Ils sont utilisés selon la structure dans laquelle le fourrage est entreposé. Dans le tableau 3, il est possible de voir le pourcentage d'humidité visé pour la récolte. Selon le niveau d'humidité visé, le fourrage doit sécher un certain temps, de 4 à 30 heures (Savoie et Tremblay, 1998). Le temps de séchage doit être le plus court possible pour éviter le développement des entérobactéries ainsi que la respiration cellulaire qui entraîne une perte de rendement (de 1 à 2 % par jour (Savoie et Tremblay, 1998)) et une baisse du niveau de sucre des plantes (Lefebvre, 2015). Pour diminuer le temps de séchage, il est possible de faire des andains plus larges pour augmenter la surface de contact avec l'air pour ensuite regrouper les andains (Lefebvre, 2015 ; Savoie et Tremblay, 1998).

Tableau 3. Pourcentage d'humidité visé à la récolte selon les structures d'entreposage

Structure d'entreposage	Silo-tour	Balles rondes	Silo presse
Humidité visée (%)	60 à 70	40 à 60	50 à 70

Adapté de Amyot (2006)

Un bon niveau d'humidité dans les différentes structures permet un bon tassage de l'ensilage et permet de limiter la prolifération des bactéries (Lefebvre, 2015). Par ailleurs, tel que mentionné précédemment, une trop grande présence d'eau ne permet pas l'atteinte d'un pH idéal (Lefebvre, 2015). Sinon, s'il est trop sec, le compactage est plus difficile à réaliser et l'ensilage est plus à risque de chauffer, surtout lors de la reprise du fourrage (Lefebvre, 2015 ; Savoie et Tremblay, 1998). Pour la réalisation d'ensilage plus sec, il est possible de hacher les brins d'herbe. De cette façon, un bon tassage est réalisé et cela permet d'expulser au maximum l'oxygène (Lefebvre, 2015 ; Savoie et Tremblay, 1998). Certains acides organiques comme l'acide propionique peut être utilisé comme inhibiteur de moisissures (Amyot, 2003). Bien qu'il n'y ait pas de moisissures, il faut de tout de même veiller à extirper tout l'air pour permettre l'activité des bactéries lactiques afin d'avoir une baisse de pH.

Au niveau des silos-tours, il est important de le remplir rapidement afin d'éviter une détérioration des fourrages et d'éviter de faire entrer de l'air dans la structure (Lefebvre, 2015). Pour les balles rondes enrobées, l'entrée d'air peut être plus à risque vu la fragilité du plastique, elles doivent être manipulées avec soin (Lefebvre, 2015). Bien que ce type d'entreposage puisse représenter de plus grands risques relativement au développement de *Listeria monocytogenes* (Wilkinson et Chamberlain, 2016), la sélection d'un plastique qui résiste bien à la perforation, à l'étirement, qui a une excellente adhérence et qui n'échange pas beaucoup d'air entre la balle et l'extérieur sont tous des critères permettant de diminuer les risques d'une mauvaise fermentation (Lefebvre, 2015). Par ailleurs, l'utilisation de filet pour attacher les balles plutôt que des cordes simples limite les risques de perforation du film plastique (Lefebvre, 2015). Idéalement, un enrobage comprenant minimalement quatre couches de plastique de 1 mil d'épaisseur doit être fait dans les quatre heures suivantes au pressage (Amyot, 2006 ; Lefebvre, 2015). Idéalement, l'application de six couches d'enrubannage serait visées (Amyot, 2006). La reprise de tout type d'ensilage doit se faire de façon constante pour éviter sa détérioration. Par exemple, pour les silos-tours, il est question d'une épaisseur de 7,5 à 10 cm qui doit être prélevée quotidiennement (Amyot, 2006). D'une autre part, un hachage assez fin (entre 5 et 15 mm) permet aux sucres d'être plus accessibles aux bactéries (Savoie et Tremblay, 1998). L'accessibilité aux sucres joue un grand rôle dans la fermentation.

Les sucres solubles doivent être accessibles et en assez grande quantité (10 % de la matière sèche (Savoie et Tremblay, 1998)), car ils sont le substrat des bactéries lactiques. Plus l'accessibilité aux sucres est grande, plus les bactéries lactiques peuvent se développer et produire une quantité d'acide lactique suffisante pour diminuer le pH afin d'atteindre la valeur cible (Savoie et Tremblay, 1998). Considérant, un but d'optimisation de la qualité de l'ensilage et une limitation de la prolifération de *Listeria monocytogenes*, il est important de s'assurer qu'une bonne quantité de sucre soit disponible. Le moment de la fauche, la maturité et la coupe influencent le niveau de sucre de la plante (Lefebvre, 2015). Pour le moment de la fauche, il est recommandé de couper l'herbe en fin de journée, car plus de sucres sont alors disponibles (Lefebvre, 2015). Par ailleurs, plus la plante à un niveau de maturité élevé, moins elle contient de sucres (Savoie et Tremblay, 1998). Pour la coupe, plus les coupes avancent dans la saison, plus le taux de sucre est élevé dans la plante (Amyot, 2006 ; Lefebvre, 2015). Par ailleurs, la quantité de sucre disponible varie entre les variétés de plantes. Les graminées contiennent plus de sucre que les légumineuses (Savoie et Tremblay, 1998). De plus, les légumineuses contiennent plus de calcium et de protéines qui jouent un pouvoir tampon limitant la baisse du pH (Cameron, 2009 ; Savoie et Tremblay, 1998). Il faut donc faire des mélanges qui permettent d'avoir un bon taux de sucre, ou encore, il est possible d'ajouter différents additifs pour optimiser la production d'acide lactique.

Pour augmenter le taux de sucre, il est possible de mettre différents produits sucrés dans l'ensilage qui vont servir de substrat pour les bactéries lactique (Amyot, 2003). À l'inverse, dans un cas où une observation de la quantité de sucre disponible est suffisante, mais qu'il n'y a pas eu une production d'acide lactique efficace, il est possible d'ajouter des inoculants (Amyot, 2003). Ils peuvent contenir des bactéries lactiques seules ou en combinaison avec des enzymes. L'ajout de bactéries lactiques permet de fournir des bactéries plus efficaces pour augmenter l'acidité du milieu (Amyot, 2003). Lorsqu'elles sont jumelées à des enzymes, cela permet de prolonger la période de fermentation (Amyot, 2003). Ici, ce ne sont seulement que quelques agents de conservation qui ont été présentés. Ce sont leurs effets plus directs sur l'efficacité des bactéries lactiques comme elles ont des conséquences directes sur le pH et qu'il s'agit du paramètre qui permet d'exercer une pression pour limiter la croissance de *Listeria monocytogenes*.

Autre les caractères reliés à la qualité du processus d'ensilage, nous avons discuté de l'incorporation de terre qui peut amener une contamination de l'ensilage, entre autres, par la bactérie responsable de la listériose. Il est donc important de limiter au maximum l'entrée de terre dans les fourrages lors de la récolte par un bon ajustement des machineries et certaines procédures. D'abord, la hauteur de fauche ne doit ni être trop haute, ni trop basse. Si elle est trop haute, il y aura une baisse de rendement, si elle est trop basse les lames de la faucheuse risquent d'entrer en contact avec le sol, en y contaminant alors le fourrage. Par ailleurs, comme les lames de la faucheuse tournent vite, elles font un mouvement d'air et qui peut ainsi relever les particules de sol et les mélanger. Ainsi, lors de la coupe de l'herbe, il faut viser une hauteur entre 8 et 10 cm par rapport au sol (Lefebvre, 2015). D'autre part, il est important de ne pas se déplacer sur les andains afin de ne pas y mettre des débris et de pousser l'andain contre le sol (Lefebvre, 2015). Par ailleurs, lors du regroupement des andains, il faut ajuster les râeaux pour qui ne frottent pas le sol (Amyot, 2006). Tous ces ajustements permettent de limiter l'entrée de substrat contaminant, dans l'ensilage.

5.2. Gestion des fumiers

Listeria monocytogenes se retrouve dans les fèces des animaux contaminés. Ces excréments se retrouvent donc dans le fumier qui est épandu par les producteurs dans ses prairies. Il faut donc suivre quelques méthodes d'application des fumiers pour limiter les risques de contamination des fourrages. D'abord, le fumier à épandre doit être bien composté (Cameron, 2009). Pour qu'il soit considéré comme bien composté, il doit y avoir, une répartition uniforme de la chaleur pendant une période recommandée d'environ 90 jours (Alegbeleye et Sant'Ana, 2022). Par ailleurs, des ajustements doivent être faits sur l'épandeur pour avoir une couche de fumier uniforme et sans amas (Cameron, 2009). Si l'épandage est inégal et présente de petits monticules de fumier, leur décomposition prend plus de temps et risque donc de se faire ramasser à la récolte (Cameron, 2009). Pour limiter l'incorporation, il est recommandé d'attendre quatre semaines après l'application de fumier avant de récolter les fourrages (Savoie et Tremblay, 1998). Ainsi, il est possible de diminuer significativement les possibilités de trouver des microorganismes, comme les bactéries butyriques, dans les fourrages récoltés (Savoie et Tremblay, 1998). En s'assurant

que moins de bactéries qui entravent une bonne fermentation se retrouvent dans les fourrages, il est possible de maximiser les chances qu'il y ait une bonne fermentation. Ainsi, que le pH descende assez pour limiter la prolifération de *Listeria monocytogenes*.

5.3. Vaccins

Bien qu'aucun vaccin ne soit encore disponible pour prévenir cette affection, un tel développement permettrait aux producteurs d'administrer le vaccin directement aux agneaux pour éviter qu'ils puissent la contracter. En effet, ce type de mesure préventive est déjà utilisée pour plusieurs maladies présentes chez les ovins. Le développement d'un tel vaccin permettrait de diminuer les risques de contraction de la maladie par les animaux. Une telle prévention permettrait une diminution des différentes pertes économiques, ainsi que cela amènerait une plus grande sécurité au niveau de la santé publique (Meng *et al.*, 2023 ; Menzies, 2012).

Depuis plusieurs années, des scientifiques essaient de créer un vaccin qui stimulerait une réponse immunitaire pour prévenir la listériose (Kim *et al.*, 2012 ; Linde *et al.*, 1995). Sur cette base, une étude récente a montré des résultats intéressants. Il s'agit de celle de Meng *et al.*, publiée en 2023. Cette recherche présentait les résultats plutôt concluants lors d'essais qui ont été réalisés sur les moutons. Ils ont montré que ce vaccin vivant atténué protégeait à 78 % les animaux qui l'ont reçu contre la souche qui est hypervirulente et létale. Présentement, les résultats n'indiquent pas si les animaux vaccinés et atteints de la maladie sécrètent la bactérie dans son environnement par les fèces ou le lait. L'étude ne mentionne pas non plus si la bactérie est présente dans les différents tissus des animaux. Vu le taux d'efficacité, il serait très intéressant de poursuivre les recherches par rapport à ce vaccin et de déterminer si les animaux peuvent continuer de propager *Listeria monocytogenes*. Si un vaccin qui présente un bon taux d'efficacité pour réduire le taux de létalité et qui permet d'empêcher la diffusion de la bactérie dans son environnement voyait le jour, cela serait un avancement au niveau de la santé publique et au niveau économique de l'industrie agricole. Ainsi, lorsqu'un tel vaccin se trouvera disponible dans le marché québécois, il serait préférable aux producteurs de vacciner leurs animaux.

Conclusion

Pour conclure, cette maladie zoonotique est importante à étudier pour limiter ses répercussions dans les différentes sphères de l'agroalimentaire. Son haut taux de mortalité, les pertes économiques au niveau de la transformation alimentaire et les risques de contaminer les consommateurs mènent à dire qu'il est important de poursuivre les recherches au sujet de *Listeria monocytogenes*. D'ici le moment où l'on pourra éradiquer la maladie des bergeries, il est important, pour les producteurs et pour la santé publique, de faire toutes les manipulations préventives nécessaires pour diminuer au mieux la présence de la bactérie afin de limiter le développement de la maladie dans la filière ovine.

D'abord, lors de la récolte, il est important de limiter au maximum l'incorporation de terre dans les fourrages. La bactérie peut s'y retrouver, donc plus il y a de terre, plus les risques d'avoir contaminé l'ensilage de cette bactérie sont grands. Il est possible de regarder quelques indicateurs dont les cendres qui sont un indicateur de la quantité de terre présente dans l'échantillon. Pour ne pas dépasser le seuil maximal, il est important d'effectuer les bons ajustements sur les machineries. D'abord, pour l'épandage des fumiers, il est important que le fumier ait bien été composté et qu'il soit épandu en petite quantité pour qu'il n'y ait pas d'amas. D'ailleurs, il ne faut pas l'appliquer avant de faire la récolte. En ce qui concerne la récolte, il faut éviter de faucher à une hauteur inférieure à 8 cm, éviter de ramasser des débris lors du réassemblage des andains et éviter de passer sur ceux-ci. Si l'on regarde l'entreposage, il est important qu'il soit propice à faire une bonne fermentation. Pour ce faire, il faut éliminer l'oxygène de la structure d'entreposage, il faut respecter les types d'ensilage pour chaque structure et avoir des structures étanches. Finalement, la qualité du processus de fermentation des fourrages peut être amélioré par l'ajout de différents inoculants. Bien qu'il n'y ait toujours pas de vaccin, je crois qu'il est important de poursuivre les recherches à ce sujet. En effet, en limitant bien la croissance de la bactérie dans l'ensilage et en utilisant un vaccin avec un bon taux d'efficacité qui permettrait à l'animal de ne pas propager la bactérie dans l'environnement, cela permettrait un bon contrôle sur cette maladie.

Liste des ouvrages cités

- Addis, M. F., Cubeddu, T., Pilicchi, Y., Rocca, S. et Piccinini, R. (2019). Chronic intramammary infection by *Listeria monocytogenes* in a clinically healthy goat – a case report. *BMC Veterinary Research*, 15(1), 229. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1989-3>
- Alegbeleye, O. et Sant'Ana, A. S. (2022). Impact of temperature, soil type and compost amendment on survival, growth and persistence of *Listeria monocytogenes* of non environmental (food-source associated) origin in soil. *Science of The Total Environment*, 843, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157033>
- Amyot, A. (2006). *Les systèmes de récolte des fourrages et d'alimentation en production ovine*. https://www.agrireseau.net/ovins/documents/Amyot_Andre.pdf
- Brugère-Picoux, J. (2008). Ovine listeriosis. *Small Ruminant Research*, 76, 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.12.022>
- Buchanan, R. L., Gorris, L. G. M., Hayman, M. M., Jackson, T. C. et Whiting, R. C. (2017). A review of *Listeria monocytogenes*: An update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control*, 75, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.12.016>
- Cameron, J. (2009). *Levons le voile sur la listériose et listeria monocytogenes, question de réduire le risque...* <https://www.agrireseau.net/ovins/documents/a09-levons%20le%20voile%20sur%20la%20list%C3%A9riose%20et%20list%C3%A9ria%20monocytogenes.pdf>

- Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H. et Grünberg, W. (Éds.). (2017). 14—Diseases of the Nervous System. In *Veterinary Medicine (Eleventh Edition)* (p. 1155-1370). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-5246-0.00014-0>
- Driehuis, F. (2013). Silage and the safety and quality of dairy foods : A review. *Agricultural and Food Science*, 22(1), Article 1. <https://doi.org/10.23986/afsci.6699>
- Driehuis, F., Wilkinson, J. M., Jiang, Y., Ogunade, I. et Adesogan, A. T. (2018). Silage review : Animal and human health risks from silage. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4093-4110. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13836>
- Dunière, L., Sindou, J., Chaucheyras-Durand, F., Chevallier, I. et Thévenot-Sergentet, D. (2013). Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. *Animal Feed Science and Technology*, 182(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.04.006>
- Fentahun, T. et Fresebehat, A. (2012). Listeriosis in Small Ruminants : A Review. *Advances in Biological Research*, 6(6), 202-209. <https://doi.org/10.5829/idosi.abr.2012.6.6.66159>
- Goulet, V., King, L. A., Vaillant, V. et de Valk, H. (2013). What is the incubation period for listeriosis? *BMC Infectious Diseases*, 13(1), 11. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-13-11>
- Gouvernement du Québec. (2023, 23 avril). *Élevage ovin (agneau)*. <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/agriculture/industrie-agricole-au-quebec/productions-agricoles/elevage-ovin-agneau>
- Jiang, S., Cai, L., Lv, L. et Li, L. (2021). *Pediococcus pentosaceus*, a future additive or probiotic candidate. *Microbial Cell Factories*, 20(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s12934-021-01537-y>

- Jordan, K. et McAuliffe, O. (2018). *Listeria monocytogenes* in Foods. In D. Rodríguez-Lázaro (Éd.), *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 86, p. 181-213). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.02.006>
- Kathariou, S. (2002). *Listeria monocytogenes* Virulence and Pathogenicity, a Food Safety Perspective. *Journal of Food Protection*, 65(11), 1811-1829. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-65.11.1811>
- Kim, S., Zuiani, A., Carrero, J. A. et Hansen, T. H. (2012). Single chain MHC I trimer-based DNA vaccines for protection against *Listeria monocytogenes* infection. *Vaccine*, 30(12), 2178-2186. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2012.01.012>
- Lee, J. H., Choi, C.-W., Lee, T., Kim, S. I., Lee, J.-C. et Shin, J.-H. (2013). Transcription Factor σ B Plays an Important Role in the Production of Extracellular Membrane-Derived Vesicles in *Listeria monocytogenes*. *PLOS ONE*, 8(8), e73196.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073196>
- Lefebvre, G. (2015). *La conservation des ensilages : Nouvelles réalités, nouveaux outils*. Agri-Réseau. Consulté 24 mars 2024, à l'adresse
<https://www.agrireseau.net/documents/91978/la-conservation-des-ensilages-nouvelles-realites-nouveaux-outils>
- Linde, K., Fthenakis, G. C., Lippmann, R., Kinne, J. et Abraham, A. (1995). The efficacy of a live *Listeria monocytogenes* combined serotype 12a and serotype 4b vaccine. *Vaccine*, 13(10), 923-926. [https://doi.org/10.1016/0264-410X\(95\)00010-X](https://doi.org/10.1016/0264-410X(95)00010-X)
- Maple Leaf. (2009). *Pensons Aliments Maple Leaf*. https://www.mapleleaffoods.com/wp-content/uploads/2014/07/MLF08_AR_FRONT_BM-FRE.pdf

- McEniry, J., Forristal, P. D. et O’Kiely, P. (2011). Factors influencing the conservation characteristics of baled and precision-chop grass silages. *Irish journal of agricultural and food research*, 50(2), 175-188.
- Meng, F., Zhu, T., Chen, C., Yao, H., Zhang, R., Li, J., Chen, X., Huang, J., Pan, Z., Jiao, X. et Yin, Y. (2023). A live attenuated DIVA vaccine affords protection against *Listeria monocytogenes* challenge in sheep. *Microbial pathogenesis*, 181, 106204. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.106204>
- Menzies, P. I. (2012). Vaccination programs for reproductive disorders of small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 130(3), 162-172. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.010>
- Ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation du Québec. (2019). *Portrait-diagnostic sectoriel de l’industrie ovine au Québec*. <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/MonographieovineWEB.pdf>
- Ministère de l’Agriculture du Canada. (1973). *Les maladies du mouton au Canada*. (Publication n°1481). https://publications.gc.ca/collections/collection_2015/aac-aafc/A63-1481-1973-fra.pdf
- Morand, S., McIntyre, K. M. et Baylis, M. (2014). Domesticated animals and human infectious diseases of zoonotic origins: Domestication time matters. *Infection, Genetics and Evolution*, 24, 76-81. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2014.02.013>
- Paumelle, V. (2021). Interest of the NOLISIL silage additives premixture on the improvement of acidification and aerobic stability of silages. *Fourrages*, 248, 29-34.

- Rahman, M. T., Sobur, M. A., Islam, M. S., Ievy, S., Hossain, M. J., El Zowalaty, M. E., Rahman, A. T. et Ashour, H. M. (2020). Zoonotic Diseases : Etiology, Impact, and Control. *Microorganisms*, 8(9), 1-34. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091405>
- Savoie, P. (1998). *Entreposage des ensilages*.
https://www.agrireseau.net/grandescultures/documents/savoie_philippe.pdf
- Savoie, P. et Tremblay, G. F. (1998). *La conservation des aliments ensilés et leur effet sur les ruminants*. https://www.agrireseau.net/bovinsboucherie/Documents/bb314.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR1V_MybjRuYgVKzde-f7V_AbND08uVkiI7eCB0aejTq8FIQdQs1HWi30vUg_aem_AVdhNsWc4IvASDZ5ysAo-LWEG0vaoywP7NmyesLV8FIrWmS-kb1RytgOrSxcNk9tfkoNuyNKgjjOh2NWyan2ThWN
- Schoder, D., Pelz, A. et Paulsen, P. (2023). Transmission Scenarios of *Listeria monocytogenes* on Small Ruminant On-Farm Dairies. *FOODS*, 12(2), 265. <https://doi.org/10.3390/foods12020265>
- Scott, P. R. (2013). Clinical diagnosis of ovine listeriosis. *Small Ruminant Research*, 110(2), 138-141. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.11.002>
- Swaminathan, B. et Gerner-Smidt, P. (2007). The epidemiology of human listeriosis. *Microbes and Infection*, 9(10), 1236-1243. <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2007.05.011>
- Thomas, M. K., Vriezen, R., Farber, J. M., Currie, A., Schlech, W. et Fazil, A. (2015). Economic Cost of a *Listeria monocytogenes* Outbreak in Canada, 2008. *Foodborne Pathogens and Disease*, 12(12), 966-971. <https://doi.org/10.1089/fpd.2015.1965>
- Tufarelli, V. (2019). *Quality and Production of Forage*. MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/books978-3-03921-675-8>

Valenti, M., Ranganathan, N., Moore, L. S. et Hughes, S. (2021). *Listeria monocytogenes* infections : Presentation, diagnosis and treatment. *British Journal of Hospital Medicine*, 82(10), 1-6. <https://doi.org/10.12968/hmed.2021.0107>

Wilkinson, J. et Chamberlain, A. (2016). Silage and livestock health. *Livestock*, 21(4), 230-235. <https://doi.org/10.12968/live.2016.21.4.230>