

REVUE DE LITTÉRATURE

L'UTILISATION DE TANINS DANS L'ALIMENTATION
OVINE POUR PRÉVENIR LE PARASITISME



Andréane Martin, agronome, MAPAQ-DRM

Avec la collaboration de :

Andrée-Anne Potvin, étudiante

Anne Leboeuf, vétérinaire

Chantale Lemieux, agronome

Stéphanie Landry, agronome

Septembre 2015

Dépôt légal 2015

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

ISBN 978-2-550-74664-5 (PDF)

© **Gouvernement du Québec, 2015**

La reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée à la condition que la source soit mentionnée.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures.....	IV
Liste des tableaux.....	V
Les parasites.....	2
Infestation parasitaire chez le mouton.....	2
Dépistage des parasites dans nos troupeaux.....	2
Méthodes de lutte antiparasitaire.....	4
Vermifugation.....	4
Résistance.....	5
Traitement suivi d'un déplacement.....	5
Traitement sélectif des animaux.....	6
La notion de refuge.....	6
Autres méthodes.....	7
Les tanins.....	7
Concentration en TC de la ration.....	10
Les sources de TC.....	10
Plantes à retenir.....	13
Dalée violette.....	13
Lotier corniculé.....	14
Sainfoin ou esparcette.....	15
Lotier pédonculé.....	16
Coronille bigarrée.....	17
Quebracho ou aspidosperma.....	18
Chicorée.....	19
Sericea lespedeza.....	19
Sulla.....	20
Sorgho.....	21
Saule.....	21
Autres source de tanins.....	21
Discussion générale.....	23
Annexe.....	24
Références bibliographiques.....	26

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Stratégie de traitement-déplacement vers un pâturage sain. Adapté de Peregrine et al, 2010 avec la permission des auteurs.....	6
Figure 2 : Réduction des OPG avec l'utilisation de différentes espèces fourragères, selon différentes études. Tiré de Min et Hart, 2003 avec la permission des auteurs.	12
Figure 3 : Vaches broutant la dalée violette. Photo prise par Alan Iwaasa à Swift current, Sask.....	13
Figure 4 : Dalée violette. Image libre de droit, tirée de Flickr.....	13
Figure 5 : Lotier corniculé. Image libre de droit, tirée de pixgood.	14
Figure 6 : Moutons pâturant du sainfoin. Tiré de Cotswold Grass Seeds Direct, 2015.....	15
Figure 7 : Sainfoin. Image libre de droit, tirée de common.wikimedia.....	15
Figure 8 : Lotier pédonculé. Image libre de droit, tirée de pl.wikipedia.org.	16
Figure 9 : Coronille bigarrée. Image libre de droit, tirée de commons.wikimedia.org.	17
Figure 10 : Quebracho. Image tirée de commons.wikimedia.org.	18
Figure 11 : Chicorée. Image libre de droit, tirée de en.wikipedia.org.	19
Figure 12 : Sericea lespedeza. Image libre de droit, tirée de en.wikipedia.org.....	19
Figure 13 : Sulla. Image libre de droit, tirée de flickr.	20
Figure 14 : Sorgho. Image libre de droit, tirée de commons.wikimedia.org.....	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Charge d'œufs fécaux par gramme de fèces (OPG). Tiré de Bélanger D. et al., 2007 avec la permission des auteurs.	4
Tableau 2 : Principaux anthelminthiques contre les strongyloses digestives. Tiré de Bamouh , 2008 avec la permission de l'auteur.....	5
Tableau 3 : Variation des concentrations minimales et maximales en tanins de différentes espèces que l'on trouve dans l'Ouest canadien. Tiré de Berard et al., 2011.	11
Tableau 4 : La concentration en TC diffère entre le stade végétatif et le stade mature des plantes. Tiré de Berard et al., 2011.	12
Tableau 5 : Teneur en tanins condensés de différents fourrages. Tiré de Coffey et al, 2007.....	13
Tableau 6 : Concentration en tanins condensés de différents fourrages en fonction de la région de production, de la méthode d'analyse et des parties des plantes utilisées. Tiré de Berard et al., 2011..	25
Tableau 7 : Teneur en tanins condensés selon différentes espèces fourragères. Tiré de Terril et al., 1992.	26
Tableau 8 : Teneur en tanins condensés pour différentes céréales. Tiré de Terrill et al., 1992.....	26

INTRODUCTION

L'utilisation des pâturages en production ovine est une alternative économique, car elle diminue les concentrés servis et élimine les frais de récolte et d'épandage de fumier. Toutefois, deux problématiques majeures y sont associées, soit la prédation et le parasitisme. Le parasitisme, plus particulièrement, entraîne une diminution du gain moyen quotidien chez les agneaux. De plus, la productivité des animaux matures peut également en être affectée.

Bien que les infestations puissent être traitées par l'utilisation d'anthelminthiques, on observe des cas de résistance des parasites aux traitements. Concernés par cette problématique, les intervenants et les producteurs favorisent une approche de mesures préventives et des traitements naturels pour diminuer la présence de parasites internes, en vue de la réduire à des niveaux n'ayant plus d'impact négatif sur l'hôte. Certains aliments présentent des concentrations variables en tanins naturels et ont démontré une efficacité pour diminuer la charge parasitaire. Dans la présente revue de littérature, on abordera l'utilisation des tanins naturels dans l'alimentation des moutons en tant que traitement. On verra aussi, succinctement, en plus de la description des effets des tanins sur les parasites, les plantes et sous-produits contenant des quantités intéressantes de tanins. Ce travail pourra servir de base pour de futurs projets en production ovine québécoise.

LES PARASITES

On trouve plusieurs espèces de parasites dans les troupeaux ovins; celles-ci varient en importance et engendrent différentes maladies. Les principaux dommages se situent au niveau de la caillette, de l'intestin et du foie, mais également au niveau des voies respiratoires. On peut les distinguer selon leurs familles, telles que les Trichostrongyloïdes (p. ex., *Ostertagia*, *Cooperia*, *Trichostrongylus*, *Nematodirus* et *Haemonchus*), les ascarides, les strongles pulmonaires et les protozoaires (p. ex., les coccidies telles que *Eimeria*) (Arsenault et Bélanger, 2000). Dans les provinces centrales du Canada, on trouve en majorité les parasites *Teladorsagia circumcincta*, *Trichostrongylus sp.* et *Haemonchus contortus* (Peregrine al, 2010). De plus, on a signalé la présence de *Nematodirus battus* en Nouvelle-Écosse, en Ontario et au Québec. On trouve également d'autres parasites au Québec tels que *Trichuris*, *Strongyloïdes*, *Capillaria* et *Moniezia* (Arsenault et Bélanger, 2000).

Infestation parasitaire chez le mouton

L'infestation débute lorsque les animaux broutent près du sol où ils ingèrent une quantité de parasites larvaires L₃. Ceux-ci se développent en larves L₄, L₅ et, finalement, en adultes. Les adultes pondent, à l'intérieur de l'animal, des œufs qui sont excrétés dans les fèces, puis qui éclosent et se développent en larves (L₁-L₂-L₃), et ce, en deux à trois semaines durant la belle saison (15 à 20 °C). Enfin, les larves (L₃), qui restent au sol en période de temps sec, grimpent jusqu'à 5 centimètres sur les herbes par temps chaud et humide) et sont ingérées à nouveau (stade L₃ à L₄), complétant ainsi le cycle de vie d'un nématode gastro-intestinal chez l'ovine (Wallace, 2012). Les brebis peuvent abriter plusieurs espèces de parasites en même temps et contaminer perpétuellement le pâturage ainsi que les jeunes agneaux présents.

Certains parasites causent des dommages à la muqueuse de l'estomac ou de l'intestin, ce qui entraîne une série de problèmes métaboliques comme la diarrhée, la perte de poids importante des agneaux, une baisse de performance reproductive des brebis, voire la mort. D'autres types de parasites comme *Haemonchus* ingèrent le sang de l'animal, provoquant une anémie et l'affaiblissement de celui-ci. Les brebis en fin de gestation et les jeunes agneaux sont les plus touchés par l'infestation.

Dépistage des parasites dans nos troupeaux

La principale technique non invasive pour établir le statut du troupeau ou de certains animaux du troupeau demeure la coprologie, par le décompte d'œufs par gramme (OPG) de fèces. Idéalement, la coprologie sera effectuée lorsque les animaux sont les plus susceptibles d'être infestés et d'en être fortement affectés. Les périodes visées sont entre 4 et 6 semaines à la suite de la mise au pâturage ou entre 4 et 6 semaines après la mise bas. Les prélèvements peuvent se faire directement dans le rectum ou en contraignant les moutons dans un coin propre, pour ensuite y ramasser les échantillons fécaux frais. La production d'œufs varie énormément d'un animal à l'autre, d'où l'importance d'avoir un échantillonnage représentatif, et ce, de façon aléatoire, afin de représenter correctement l'ensemble du troupeau. L'échantillon devra être conservé au froid et acheminé rapidement au laboratoire (Peregrine et al, 2010). Le tableau 1 présente une interprétation individuelle de l'OPG selon les niveaux d'excrétion.

Tableau 1 : Charge d'œufs fécaux par gramme de fèces (OPG). Tiré de Bélanger et al, 2007 avec la permission des auteurs.

<i>Niveau d'excrétion</i>	<i>Interprétation individuelle</i>	<i>Interprétation pour un groupe échantillons individuels</i>
Faible	Moins de 100 OPG	Moins de 5% des individus échantillonnés ont des comptes au-dessus de 500 OPG et moins de 25% ont des comptes entre 100 et 500 OPG
Moyen	100 à 500 OPG	Entre 5 et 25% des individus ont des comptes au-dessus de 500 OPG
Fort (seuil d'alerte)	Plus de 500 OPG	Plus de 25% des individus ont des comptes au-dessus de 500 OPG

Selon le *Manuel de lutte contre les parasites internes du mouton*, les vétérinaires se fient au seuil de plus de 500 OPG pour intervenir et appliquer des programmes de lutte antiparasitaire (Peregrine et al, 2010). Les résultats de ces programmes sont très variables selon la saison, l'âge du mouton, le stade physiologique des animaux et les parasites présents. D'autres méthodes, comme les tests génétiques, sont présentement à l'étude afin d'analyser plus rapidement le développement parasitaire (Barrere et al, 2013; Barrere al, 2014).

MÉTHODES DE LUTTE ANTIPARASITAIRE

Vermifugation

Une vaste gamme de vermifuges existe afin de lutter contre les parasitoses chez l'ovin (Bamouh et Berrag, 2008). En effet, des produits de synthèse, les anthelminthiques, sont divisés en quatre grands groupes permettant de lutter contre ces parasitoses, soit :

- les benzimidazoles et probenzimidazoles
- les imidazoles et tetrahydropyrimidines
- les salicylamides
- les avermectines

Au Québec, les plus utilisés, comme l'albendazole, l'ivermectin et le fenbendazole, font partie de ces familles. Toutefois, le fenbendazole et le morantel ne sont pas homologués chez l'ovin (Arsenault et Bélanger, 2000). Les vermifuges agissent selon différents mode d'action et entraînent la mort ou la paralysie des parasites. Ces actions sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Principaux anthelminthiques contre les strongyloses digestives. Tiré de Bamouh, 2008 avec la permission de l'auteur.

Famille chimique	Nom générique	Mode d'action
Benzimidazoles	Thiabendazole	Action sur le métabolisme énergétique par inhibition de la fumarate réductase : Mort des parasites cibles par inanition
	Fenbendazole	
	Oxfendazole	
	Albendazole	
Probenzimidazoles	Fébantel	
Imidazothiazoles	Tétramisole	Cholinomimétiques : Paralysie des vers cibles
	Lévamisole	
Tetrahydropyrimidines	Morantel	
Salicylanidres et Nitrophénols	Rafoxanide	Découpleurs de la phosphorylation oxydative : Paralysie des parasites cibles
	Nitroxinil	
	Closantel	
Avermectines	Ivermectine	GABA antagoniste : Paralysie des parasites cibles
	Doramectine	

Dans tous les cas, il est important d'avoir une bonne régie préventive, en partenariat avec votre vétérinaire, afin d'assurer une utilisation adéquate des vermifuges et de prévenir ainsi la résistance. Lors des traitements, il est important de respecter les recommandations de votre vétérinaire traitant concernant les animaux à traiter, les dosages, le moment du traitement, la méthode ou technique de traitement ainsi que le délai d'attente. Le succès du traitement repose sur le respect de ces recommandations.

R é s i s t a n c e

Il existe des parasites résistants aux anthelminthiques partout dans le monde, comme c'est le cas pour *Haemonchus* et *Teladorsagia*. Un parasite est qualifié de résistant quand, à la suite d'un traitement optimal, la diminution des œufs est inférieure à 90 % comparativement à la quantité d'œufs présente avant le traitement. Cette résistance est, la plupart du temps, causée par une mutation génétique (Manolaraki, 2011). En effet, celle-ci rend difficile l'élimination des parasites, ce qui amplifie les besoins de recherches afin de trouver de nouveaux produits ou des associations de produits traitants. Il serait très intéressant de trouver des solutions de rechange pour diminuer la charge parasitaire.

T r a i t e m e n t s u i v i d ' u n d é p l a c e m e n t

Le déplacement des animaux vers un pâturage sain, à la suite du traitement, empêche que les moutons infectés n'introduisent une variété de parasites dans le pâturage. Toutefois, cette méthode n'est efficace qu'à court terme, puisque les parasites résistants continueront de se propager; à long terme, la vermifugation n'aura plus d'effet (figure 1).

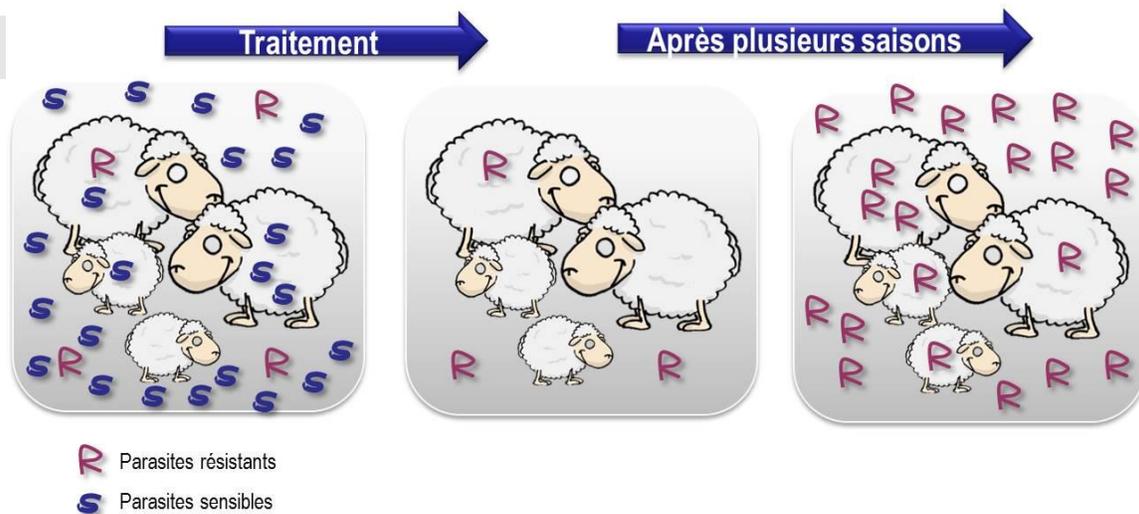


Figure 1 : Stratégie de traitement-déplacement vers un pâturage sain. Adapté de Peregrine et al, 2010 avec la permission des auteurs.

Traitement sélectif des animaux

Il est possible de ralentir l'apparition de la résistance aux produits, en traitant seulement les animaux atteints ou sensibles. On entend par animaux atteints ou sensibles les animaux présentant des signes cliniques d'infestation ou des retards de croissance, ainsi que les sujets à risque (agneaux), ce qui nécessite une bonne régie préventive par l'analyse coprologique et l'observation des signes de maladies afin de cibler les individus affectés (Peregrine et al, 2010).

La notion de refuge

La notion de refuge réfère à une population de parasites qui n'a pas été délibérément exposée aux anthelminthiques afin de la laisser survivre (Besier, 2012). Les parasites natifs sensibles permettent de diluer la population de parasites résistants. La dilution des parasites résistants avec les parasites sensibles permet de diminuer la sélection pour des parasites résistants et d'améliorer la sélectivité d'un traitement en cas d'infestation majeure (Besier, 2012). Le refuge peut être établi selon différentes méthodes. D'abord, on peut le réaliser en évitant les traitements systématiques, afin d'assurer la survie de la population sensible par un traitement pour certains individus seulement (Besier, 2012). Autrement, on peut créer un refuge à partir d'un pâturage sain (labours ou paissance par d'autres espèces) que l'on fera pâturer par des animaux non traités ayant des parasites sensibles. Des animaux traités ayant des parasites

résistants pourront ensuite être introduits afin qu'ils s'infectent de parasites sensibles, ce qui dilue la population de parasites résistants (Peregrine et al, 2010).

Autres méthodes

Il existe d'autres méthodes de lutttes antiparasitaires comme la sélection génétique, l'utilisation de champignons nématophages, la vaccination et l'utilisation de bolus d'oxyde de cuivre (Vatta et al, 2009; Peregrine et al, 2010). D'autres solutions alimentaires comme l'ail, la tanaisie, les graines de citrouille et l'absinthe ont déjà démontré un effet antiparasitaire (Wallace, 2012; Villalba et al, 2014). L'effet anthelminthique de ces produits est attribué à leur contenu en tanins. L'utilisation des tanins, réputés pour leur capacité à réduire l'émission d'œufs de parasites dans les fèces, sera approfondie à la section suivante. On étudiera d'abord leurs effets pour présenter ensuite les plantes riches en tanins ayant le meilleur potentiel pour nos conditions climatiques et d'élevage.

LES TANINS

Les tanins sont des polymères phénoliques complexes solubles dans l'eau, qui ont la capacité de précipiter les protéines (Jarrige et al, 1995). Leur masse moléculaire peut aller jusqu'à 20 000 daltons et leur structure biochimique est composée d'au moins un noyau aromatique et d'un ou de plusieurs polyphénols (Manolaraki, 2011). Selon leur structure et leur voie de synthèse, les tanins sont catégorisés en deux groupes, soit les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Makkar, 2003).

Tanin hydrolysable

Les tanins hydrolysables ont un poids moléculaire plus faible (de 500 à 3 000 Da). En trop grande quantité, les tanins hydrolysables sont hydrolysés dans l'intestin, libérant des toxines pour le foie et les reins dans la circulation sanguine (McLeod, 1974). L'animal est donc sujet à une importante intoxication. On trouve ce tanin principalement chez certaines dicotylédones et dans les jeunes feuilles d'arbre. Sa toxicité diminue grandement avec la maturité de la feuille (Jarrige et al, 1995; Manolaraki, 2011).

Tanin condensé

Les tanins condensés (TC) sont moins toxiques puisqu'ils ne traversent pas la barrière intestinale. Ce sont les tanins plus répandus chez les plantes. On les trouve chez des familles botaniques distinctes telles que les angiospermes et les gymnospermes. On les trouve également chez certaines plantes ligneuses, comme le noisetier, le chêne et le châtaignier, chez des plantes fourragères et dans certains sous-produits alimentaires (Waghorn, 2008). Peu de TC sont détectables chez les trèfles, la luzerne et les graminées, notamment l'ivraie (ray-grass).

Du côté végétal, les TC agissent à titre défensif envers les insectes prédateurs de la plante. Toutefois, lorsqu'ils sont ingérés, les TC, en plus d'avoir un effet antiparasitaire, améliorent la digestibilité de la protéine. D'une part, les complexes formés par l'association avec des protéines protègent ces dernières contre la dégradation ruminale et se dissocient dans l'abomasum, libérant les protéines prêtes à l'absorption (Rahmann et Seip, 2007). On a observé, chez les agneaux nourris à base de sainfoin ou de lotier corniculé, des gains de poids de l'ordre de 8 % à 24 %, comparativement aux agneaux alimentés sans tanins, c'est-à-dire, dans le cas étudié, nourris avec un mélange d'ivraie (ray-grass) et de trèfle (Paolini et al,

2002). D'autre part, selon Rahmann, les TC interagissent avec les protéines de surface des parasites, ce qui perturbe leurs fonctions physiologiques (Rahmann et Seip, 2007). Lors de leur ingestion, les tanins ont été associés à une réduction d'œufs de nématodes dans l'excrétion fécale (OPG). Ce résultat est occasionné par la baisse de la fertilité des vers femelles, ce qui est imputable à l'effet tanifère. Le fait de réduire la fertilité affecte la capacité de ponte des adultes, ce qui entraîne une diminution du nombre d'œufs excrétés. Ces répercussions minimiseraient donc la dynamique des cycles d'infestations du pâturage. D'autres études ont démontré que les tanins perturbaient l'installation des larves chez le mouton et la chèvre et qu'ils avaient un impact direct sur le développement des œufs en larves infectieuses dans les fèces (Aas, 2003).

Les TC peuvent également être potentiellement toxiques pour les animaux et affecter la reproduction, d'où l'importance de bien les comprendre. Certains, à des doses précises et au moment où l'animal est exposé, peuvent toutefois stimuler les fonctions reproductives. Par exemple, une supplémentation en peuplier accroît le taux de reproduction chez la brebis et la chèvre, mais la rouille des feuilles du peuplier inhibe cet effet (Blache, Maloney et al., 2008). Des doses, de faibles à modérées, de tanins peuvent avoir un effet positif sur la reproduction, en diminuant la dégradation des protéines ruminales et en augmentant l'apport en acides aminés dans l'intestin grêle. Selon une étude, un pâturage contenant du lotier corniculé entraîne une augmentation de l'ordre de 5 % à 33 % du taux d'ovulation, une augmentation de l'ordre de 6 % à 39 % du taux d'agnelage et une amélioration, de l'ordre de 14 % à 26 %, du sevrage des agneaux (Manolaraki, 2011). D'autres effets sont également possibles, comme la diminution d'ammoniac dans le rumen, dans le plasma et dans l'urée, ou l'amélioration de l'environnement de l'oviducte et de l'utérus, ce qui contribue à la conception, l'implantation et le développement du fœtus. Si la concentration en TC est trop élevée, on mentionne que la supplémentation en polyéthylène glycol aide à l'ovulation. Toutefois, la littérature ne comprend pas beaucoup d'information sur l'effet toxique des composés secondaires sur la reproduction, d'où l'intérêt d'axer la recherche sur ce sujet.

Ces composés de plantes ont donc des effets anthelminthiques, ce qui démontre qu'ils seraient une alternative valable pour contrôler écologiquement le parasitisme. Toutefois, l'effet des TC peut varier selon sa concentration et l'espèce qui les consomme (Athanasidou et Kyriazakis, 2004; Peregrine et al, 2010). Une quantité ingérée de plantes ayant une teneur en TC de faible à modérée (< 4-5 % de MS) a des effets favorables, tandis qu'une trop grande

quantité est néfaste. Le principal impact néfaste d'un excès est un effet astringent, ce qui diminue l'appétence de l'aliment et la digestibilité (Manolaraki, 2011).

Voici quelques avantages et inconvénients des TC (Paolini et al, 2002).

Avantages

- Efficacité pour lutter contre le parasitisme gastro-intestinal (strongyloses gastro-intestinales);
- Réduction des œufs de parasites dans les fèces, pâturages moins contaminés et, donc, moins susceptibles d'infester les ruminants;
- Meilleure croissance des agneaux;
- Meilleur gain de poids;
- Amélioration de l'utilisation de l'azote chez les ruminants;
- Produit naturel offrant une large gamme de plantes facilement exploitables;
- Produit qui correspond aux critères de l'agriculture biologique;
- Réduction des ballonnements;
- Augmentation de la production de laine;
- Maintien plus facile du niveau de production malgré la présence du parasitisme;
- Diminution de l'utilisation des anthelminthiques.

Inconvénients

- Effet des tanins sur les animaux laitiers à étudier;
- Dose optimale d'utilisation en élevage à déterminer;
- Lorsque la concentration en TC est supérieure à 55 g CT / kg de MS dans le fourrage, la digestibilité est réduite en raison d'une baisse de la dégradation de la fibre, ce qui limite l'absorption d'énergie;
- Effets néfastes lorsqu'ils sont ingérés en excès;
- Le choix de l'espèce végétale est encore mal défini :
 - selon l'appétence;
 - selon l'animal à qui elle est destinée;
 - selon les conditions de croissance au Québec.

Concentration en TC de la ration

La littérature fait état de différents niveaux de concentration en TC afin d'obtenir un effet antiparasitaire. On relève toutefois des écarts importants d'une étude à l'autre.

- Selon Min, la concentration idéale en TC se situerait entre 20 et 45 g de TC/ kg de matière sèche de la plante. D'après cette étude, une teneur supérieure à 55 g de TC/ kg MS a provoqué des effets négatifs, comme la diminution de l'apport alimentaire, de la digestibilité et de la croissance de la laine chez des ruminants au pâturage (Min et al, 2003; Min et Hart, 2003; Min et al, 2004).
- Nguyen mentionne que la concentration idéale en TC se situe entre 20-40 g TC/ kg de MS dans les légumineuses fourragères (Nguyen et al, 2005).
- Quant à Rahmann, il est d'avis que la concentration permettant d'entraîner des effets bénéfiques se situe entre 45 et 55 g/kg de MS des plantes appliquées (Rahmann et Seip, 2007).
- Enfin, Blache mentionne qu'à une concentration de plus de 50 g/kg de MS, les tanins des plantes telles que le saule, l'acacia, le peuplier et le lotier diminuent l'apport alimentaire (Blache et al, 2008).

Les sources de TC

Il existe une multitude d'aliments contenant des TC; on doit privilégier ceux qui, dans nos conditions d'élevage, s'implantent bien et donnent de bons rendements. La principale difficulté est de s'y retrouver devant l'immense variété de plantes pouvant être utilisées à des fins anthelminthiques. La littérature fait état de concentrations en TC variables d'une plante à l'autre, mais aussi d'une étude à l'autre.

Notamment, l'équipe de la docteure Kim Ominski de l'Université du Manitoba s'est intéressée au manque de connaissances concernant les plantes à tanins poussant dans l'Ouest canadien. Après avoir répertorié les plantes tanifères selon leurs régions (tableau 6, en annexe), l'équipe de la docteure Ominski a étudié leur teneur en TC (tableau 3).

Tableau 3 : Variation des concentrations minimales et maximales en tanins de différentes espèces que l'on trouve dans l'Ouest canadien. Tiré de Berard et al, 2011.

Species	Number of sites ^a	Total no. of varieties	Mean (g kg ⁻¹ DM)	Standard deviation	CV (%)	Minimum (g kg ⁻¹ DM)	Maximum (g kg ⁻¹ DM)
<i>Medicago sativa</i> (alfalfa)	7	9	0.0	0.0	453.3	0.0	0.1
<i>Trifolium hybridum</i> (alsike clover)	5	1	9.6	7.4	76.9	0.0	19.5
<i>Astragalus cicer</i> (cicer milkvetch)	3	2	0.0	0.0	315.0	0.0	0.0
<i>Trifolium ambiguum</i> (kura clover)	5	1	2.4	3.1	128.6	0.0	9.6
<i>Dalea purpurea</i> (purple prairie clover)	5	1	68.7	22.6	32.9	37.9	92.9
<i>Trifolium pratense</i> (red clover)	6	1	3.3	4.4	132.3	0.0	15.3
<i>Onobrychis viciifolia</i> (sainfoin)	3	6	46.0	19.3	42.0	16.3	94.4
<i>Lotus corniculatus</i> (birdsfoot trefoil)	8	2	15.1	6.3	41.6	0.0	25.7
<i>Trifolium repens</i> (white clover)	5	1	2.3	4.6	201.5	0.0	11.9

^aTotal number of sites sampled over both years.

La dalée violette, *Dalea purpurea*, ainsi que le sainfoin, *Onobrychis viciifolia*, ont démontré, dans toutes les extractions, des teneurs considérables en TC (Berard et al, 2011). De plus, la teneur en TC augmente de façon significative lorsque les plantes atteignent leur maturité, à l'exception du sainfoin, où le contraire a été noté (tableau 4).

Tableau 4 : La concentration en TC diffère entre le stade végétatif et le stade mature des plantes. Tiré de Berard et al, 2011.

Species	<i>n</i>	Vegetative ^z (g kg ⁻¹ DM)	Mature ^z (g kg ⁻¹ DM)
<i>Trifolium hybridum</i> (alsike clover)	12	0.0 ± 4.4 _a	11.6 ± 2.0 _b
<i>Trifolium ambiguum</i> (kura clover)	12	0.1 ± 1.1 _a	4.1 ± 0.9 _b
<i>Dalea purpurea</i> (purple prairie clover)	6	N/A ^y	68.7 ± 9.2
<i>Trifolium pratense</i> (red clover)	20	0.2 ± 0.6 _a	8.1 ± 0.7 _b
<i>Onobrychis viciifolia</i> (sainfoin)	49	58.7 ± 3.0 _a	33.7 ± 3.0 _b
<i>Lotus corniculatus</i> (birdsfoot trefoil)	12	9.4 ± 2.7 _a	18.6 ± 1.2 _b
<i>Trifolium repens</i> (white clover)	7	0.0 ± 2.0	6.9 ± 2.3

^zMature: flowering/full bloom; vegetative: regrowth (after harvest).

^yN/A, not available.

a, b LS mean ± standard error of the mean. Statistical significance ($P < 0.05$) is denoted by different letters within a species.

Terrill mentionne que les valeurs de tanins pour les espèces *Lotus corniculatus* et *Coronilla varia* sont considérées comme étant appropriées pour la nutrition des ruminants, soit de 2,1 % et 3,1 % de MS, respectivement (tableau 7, en annexe) (Terrill et al, 1992). Toujours dans le cadre de cette étude, il a été démontré que le lotier pédonculé, le sainfoin, le sulla et *Sericea lespedeza* limitent la charge parasitaire chez les ovins et les caprins. Bien que l'on observe les TC principalement chez les légumineuses, la farine de coton en contient une teneur considérable, soit 1,6 % de MS (tableau 8, en annexe) (Terrill et al, 1992). Également, l'étude sommative de Min et Hart (2003) démontre que l'utilisation de sulla, de *Sericea lespedeza* et de *Lotus pedunculatus* (figure 2) entraîne une diminution des OPG de l'ordre de plus de 50 % (Terrill et al, 1992; Athanasiadou et al, 2000; Athanasiadou et al, 2001; Min et Hart, 2003).

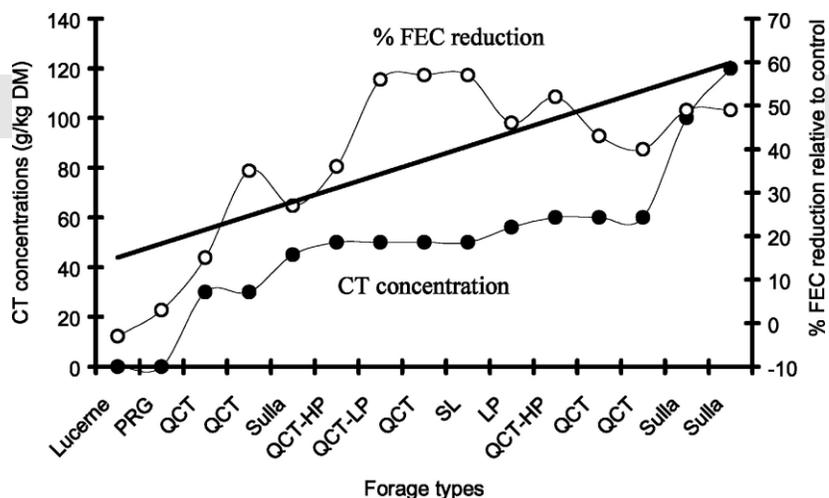


Figure 2 : Réduction des OPG avec l'utilisation de différentes espèces fourragères, selon différentes études. Tiré de Min et Hart, 2003 avec la permission des auteurs.

Toujours dans la même optique, Coffey a résumé les principales teneurs en TC des espèces fourragères les plus couramment étudiées (tableau 5) (Coffey et al, 2007).

Tableau 5 : Teneur en tanins condensés de différents fourrages. Tiré de Coffey et al, 2007.

Fourrage	TC en g/kg MS
Lotier corniculé	48
Lotier des marais	77
Sainfoin	29
Sulla	51-84
Luzerne	0,5
<i>Sericea lespedeza</i>	46-152
Ivraie (ray-grass) vivace	1,8
Chicorée	3,1
Mélange digitaire & fétuque élevée	3,2

Manolaraki (2011) mentionne qu'il n'y a pas de différence sur l'effet anthelminthique selon la méthode de récolte du fourrage, soit en pâturage, en fourrage frais, en granule ou encore en extraits de TC. Les autres études ont principalement été effectuées avec des fourrages frais.

PLANTES À RETENIR

À la lumière de ce qui précède, on trouvera ci-après la liste des plantes les plus pertinentes, afin de distinguer les plus efficaces et de pouvoir éventuellement les employer pour de futurs projets dans nos conditions d'élevage.

Dalée violette

Dalea purpurea

La dalée violette est une légumineuse indigène que l'on trouve principalement dans l'Ouest canadien ainsi que dans le Dakota du Sud (Wang, 2011). À maturité, la plante atteint de 12 à 24 pouces de hauteur (Henry, 2002). Cette dicotylédone de la famille des *Fabaceae* est également connue sous l'appellation de « Purple Prairie Clover », bien qu'elle ne fasse pas partie de la famille des trèfles. La dalée violette est intéressante pour sa qualité fourragère. Sa protéine brute est de 15,2 %, son ADF, de 21 %, et sa NDF, de 47,3 % en début floraison (McGraw et al, 2004).



Figure 3 : Vaches broutant la dalée violette.
Photo prise par Alan Iwaasa à Swift current, Sask.



Figure 4 : Dalée violette.
Image libre de droit, tirée de Flickr.

Selon différentes études, sa concentration en TC est très élevée, soit de **37,9 à 92,2 g/kg** et de **68,69 g/kg de MS**. Sa concentration en TC est plus élevée à maturité qu'au stade végétatif (Berard et al, 2011). Cette plante a réduit efficacement la croissance d'E. coli O157:H7 dans le rumen et le gros intestin de bovins de boucherie, et ce, sans nuire à la digestion (Wang, 2011). Dans cette même étude, l'ingestion de la dalée violette a permis de réduire la charge parasitaire en plus d'améliorer l'utilisation des protéines (Wang, 2011). Toutefois, l'appétence et la consommation par les ovins n'ont pas été prouvées.

Lotier corniculé

Lotus corniculatus



Figure 5 : Lotier corniculé. Image libre de droit, tirée de pixgood.

Le lotier corniculé est une légumineuse de la famille des *Fabaceae*, que l'on trouve couramment au Québec. L'utilisation de cette plante, tolérant un mauvais drainage et la paissance, est surtout prescrite pour des pâturages. Son établissement et sa résistance à la compétition sont plutôt faibles.

Sa concentration en TC est élevée; elle varie, d'une étude à l'autre, de **48 g/kg**, **9,4 à 18,6 g/kg** et **25,7 g/kg de MS** (Coffey et al, 2007; Berard, Wang et al, 2011; Manolaraki, 2011). D'autres études ont démontré des valeurs moyennes en TC de **15,1 g/kg MS** (Paolini et al, 2002). Cette divergence est sans doute imputable à la grande variabilité de la concentration en TC selon la partie de la plante analysée, allant de **7 g/kg MS** pour la plante entière à environ **35,6 g/kg MS** pour les feuilles (Berard et al, 2011). Tout comme la dalée violette, sa concentration en TC augmente avec la maturité de la plante.

Ses propriétés anthelminthiques contre *O. ostertagi* et *C. oncophora* ont été démontrées chez le bovin (Novobilský et al, 2011). Le lotier corniculé a aussi amélioré la santé et les performances des ruminants (Waghorn, 2008). On a observé un gain de poids de 8 % chez des agneaux alimentés avec une ration contenant du lotier corniculé, pour une moyenne de 2 à 4 % de TC de la MS dans la ration totale. Également, une ration comprenant 3 % à 4 % de TC, composée à partir de lotier corniculé a provoqué une augmentation du taux d'ovulation chez des brebis (Manolaraki, 2011).

Sainfoin ou esparcette

Onobrychis viciifolia

Le sainfoin est une légumineuse de la famille des *Fabaceae*, que l'on trouve en Europe et en Asie, et qui se démarque par sa haute valeur nutritive et son appétence. Elle tolère la sécheresse, elle est peu exigeante en phosphore et elle n'est pas invasive. Toutefois, elle ne tolère pas les sols inondés, acides, ou encore salins. Bien qu'elle soit facile à l'établissement, cette plante est peu compétitive.



Figure 6 : Moutons pâturant du sainfoin. Tiré de Cotswold Grass Seeds Direct, 2015.

Selon différents auteurs, sa concentration en TC est élevée, soit de **30 g/kg à 46 g/kg de MS** (Berard et al, 2011; Manolaraki, 2011). Celle-ci varie selon les variétés, le stade de maturité, la coupe et la partie de la plante, passant de **88 g/kg TC/MS** dans les feuilles à **37 g/kg TC/MS** dans les tiges (Paolini et al, 2002). La teneur en TC du sainfoin varierait de **16,3 à 94,4 g/kg de MS**, et ce, selon le stade de maturité (végétatif versus mature).



Figure 7 : Sainfoin. Image libre de droit, tirée de common.wikimedia.

Le sainfoin a réduit la quantité d'œufs d'*Hemonchus contortus* et *Cooperia curticei* présents dans des agneaux infectés, mieux que le lotier corniculé et la chicorée (Håring et al, 2007). Il a également été prouvé que le sainfoin a des propriétés anthelminthiques contre *O. ostertagi* et *C. oncophora* (Novobilský et al, 2011). Le sainfoin est autant utilisé pour les fourrages conservés qu'au pâturage, et ce, sans risque de ballonnement.

Une équipe de chercheurs européens a mis sur pied un site Internet portant sur la culture du sainfoin et du lotier corniculé. On y trouve plusieurs renseignements et travaux ainsi que des onglets portant spécifiquement sur leurs propriétés antiparasitaires (<http://sainfoin.eu/>).

Lotier pédonculé

Lotus pedunculatus



Figure 8 : Lotier pédonculé. Image libre de droit, tirée de pl.wikipedia.org.

Comme toutes les plantes décrites précédemment, le lotier pédonculé est une légumineuse de la famille des *Fabaceae*. Reconnu pour sa facilité d'adaptation au sol acide, peu fertile ou souffrant de mauvais drainage, le lotier pédonculé croît où d'autres légumineuses ne pousseraient pas (Sheath, 1980).

Sa concentration en TC est élevée, variant de **61 g/kg MS** à **77 g/kg MS** pour la plante et se situant à **98,5 g/kg MS** dans les feuilles seulement (Coffey et al, 2007; Berard et al, 2011; Manolaraki, 2011).

On a démontré ses propriétés anthelminthiques contre *O. ostertagi* et *C. oncophora* chez l'ovin. Le lotier pédonculé s'est également avéré efficace contre les nématodes (Novobilský et al, 2011).

La teneur élevée en tanins du lotier pédonculé a permis d'améliorer la digestibilité des protéines dans le petit intestin du mouton (McNabb et al, 1996).

Coronille bigarrée

Coronilla varia L

Originnaire d'Europe centrale, la coronille bigarrée a été introduite dans d'autres parties de l'Europe, en Asie, en Amérique du Nord et en Afrique du Sud. On trouve également cette légumineuse vivace de longue durée au Québec. On a d'ailleurs réalisé des essais au Québec entre 1970 et 1990 (Gervais, 2000).



Figure 9 : Coronille bigarrée. Image libre de droit, tirée de commons.wikimedia.org.

La coronille bigarrée est rustique et tolère bien la sécheresse; elle possède, en outre, une grande adaptation climatique (Gervais, 2000). Toutefois, elle est considérée comme une légumineuse tardive au printemps et elle cesse sa croissance rapidement à l'automne, ce qui rend sa gestion plus pénible (Gervais, 2000). Sa valeur nutritive est excellente; elle possède en effet 23,24 % d'ADF, 40,26 % de NDF et 20,51 % de protéine à 10 % de floraison en 2^e fauche (Gervais, 2000).

Cependant, cette plante est reconnue pour contenir des substances antinutritionnelles telles que l'acide beta-nitropropionique (BNPA), qui a un effet toxique chez certains monogastriques (porcins et avicoles) (Gustine et al, 1974; Shenk et al, 1976). La concentration en BNPA serait d'environ 5 % au niveau des fleurs, de 3 % dans les feuilles et de 1 % dans les tiges (Moyer et al, 1977). Il n'y aurait pas d'indication de toxicité chez les ruminants, étant donné que le BNPA est métabolisé en produits non nocifs pour les microorganismes du rumen (Gustine, 1979).

Sa concentration en TC est plutôt modérée, soit de **16 g/kg MS** pour la plante entière (Frame, 2000). L'établissement de cette plante peu compétitive est lent. Une fois implanté, un seul plant peut couvrir de 7 à 9 m² et présente une forte compétition aux mauvaises herbes (Gervais, 2000).

Quebracho ou aspidosperma

Schinopsis lorentzii

Schinopsis balansae

L'aspidosperma est un arbre originaire de l'Amérique du Sud (*Schinopsis lorentzii*) et de l'Argentine (*Schinopsis balansae*, dont l'écorce est riche en tanins. On appelle l'extrait d'écorce sous forme de poudre le quebracho.

Sa concentration en TC est élevée, à raison de **60 g/kg MS** (Waghorn, 2008). Dans les études, le quebracho est régulièrement utilisé comme source concentrée de tanins pour améliorer la digestibilité de la protéine (Athanasiadous et al, 2000; Athanasiadou et al, 2001; Beauchemin al, 2007).

L'ajout de quebracho dans la ration a entraîné une diminution des œufs par grammes de fèces et de la fécondité des vers chez le mouton. Ingéré à une dose de 50 g/kg de MS, il réduit également les OPG et, plus légèrement, la fécondité des vers chez la chèvre infectée par *T. colubriformis* et *Teladorsagia circumcincta* ou *H. contortus* (Athanasiadou et al, 2000; Hervás et al, 2003). Les agneaux ont la capacité de réguler leur consommation de tanins de quebracho et consomment entre 3,4 et 4,4 g de TC de quebracho par kg de poids vif (Villalba et al, 2010). L'ajout d'extrait de quebracho (760 g tanin/kg) peut être toxique chez l'ovin à de fortes concentrations, c'est-à-dire à des concentrations plus élevées que celle qu'un animal ingère naturellement (Hervás et al, 2003).

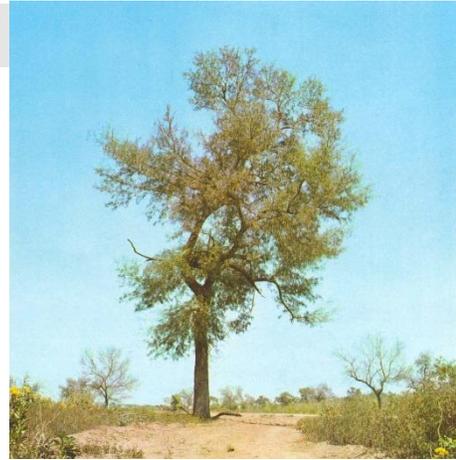


Figure 10 : Quebracho. Image tirée de commons.wikimedia.org.

Chicorée

Cichorium intybus

Originnaire de l'Eurasie, cette vivace à racine pivotante fait partie de la famille des astéracées. Sa teneur nutritive est similaire à la luzerne, ce qui la rend appréciée des animaux et intéressante au pâturage (Vasseur et al, 2012).

Sa concentration en TC est plutôt faible, soit de **1,4 à 3,1 g/kg de MS** (Coffey et al, 2007). La paissance de la chicorée n'a pas permis de diminuer le décompte d'OPG comparativement au pâturage d'ivraie (ray-grass)/trèfle blanc. Toutefois, à l'autopsie, les animaux ayant brouté de la chicorée avaient significativement moins de parasites internes (Marley et al, 2003).



Figure 11 : Chicorée. Image libre de droit, tirée de en.wikipedia.org.

Sericea lespedeza

Lespedeza cuneata

Sericea lespedeza est une légumineuse que l'on trouve principalement dans le sud des États-Unis (Chafton, 2006). Elle tolère bien la sécheresse, a une teneur élevée en protéines et peut être utilisée en fourrage conservé et en pâturage pour le contrôle de l'érosion. Elle est surtout connue aux États-Unis comme étant une plante invasive.



Figure 12 : Sericea lespedeza. Image libre de droit, tirée de en.wikipedia.org.

Sa concentration en TC est élevée, soit de **45,8 g/kg MS** tanins (Min et al, 2004). Sericea lespedeza a démontré une diminution du nombre d'œufs par gramme, de l'ordre de 67 % à 98 %, lorsqu'il est consommé chez l'ovin (Min et al, 2004; Lange et al, 2006).

Sulla

Hedysarum coronarium

Aussi connue sous le nom de sainfoin d'Espagne, cette légumineuse est reconnue pour protéger le sol de l'érosion, en plus de lui apporter de l'azote organique et d'être compétitive avec les adventices (Bouajila et al, 2013).

Sa concentration en TC est très variable selon les études, variant de **33 g/kg MS** à **35 g/kg MS** et jusqu'à **51** ou **84 g/kg MS** pour la plante entière et se situant à **37,7 g/kg MS** pour les feuilles seulement (Coffey et al, 2007; Berard et al, 2011; Manolaraki, 2011).



Figure 13 : Sulla. Image libre de droit, tirée de flickr.

Le sulla a démontré des effets antiparasitaires dans le tractus gastro-intestinal, en plus d'avoir une haute valeur nutritive (Waghorn, 2008). L'étude de Waghorn mentionne également que l'ajout en TC de 72 g/kg de MS pendant 17 jours n'a pas réduit le gain de poids des agneaux étudiés.

Sorgho



Figure 14 : Sorgho. Image libre de droit, tirée de commons.wikimedia.org.

La concentration en TC du sorgho est variable selon les variétés, passant de 5,34 % pour les plus concentrées comme *Sandalbar* à moins de 0,02 % pour les plus faibles telles que le sorgho blanc (Mahmood, et al, 2014).

Saule

Salix sp

La concentration en TC du saule est modérée, soit **27 g/kg de MS** pour les feuilles seulement (Moore et al, 2003). On a observé une augmentation du gain de poids des bovins alimentés avec des feuilles de saule (Brunet, 2008).

Autres source de tanins

Vu l'immense variété de plantes contenant des tanins, voici une liste pouvant servir de base pour mener de plus amples recherches dans ce domaine :

- *Artemisia vulgaris*;
- Thé du labrador (*Ledum groenlandicum*);
- Papaye;
- Saponine;
- Aigremoine eupatoire;
- *Emblia officinalis*;
- Divers types d'absinthe (*Artemisia spp.*);
- Eucalyptus;
- Graines de citrouille;
- Huile de Neem;
- Glands de chênes;
- Tanaisie (plantes aromatiques);
- *Fumaria parviflora*;
- Marc de raisin.

Il existe une multitude d'autres arbres et arbustes contenant des TC, dont le noisetier, le chêne, le châtaignier, le peuplier, le pin et *lacacia cyanophylla*, un arbuste à forte teneur en tanins (Lawrence et al, 1983; Athanasiadou et Kyriazakis, 2004; Ibarra-Jiménez et al, 2011). Il faut être prudent lorsqu'on les utilise, car plusieurs de ces plantes sont toxiques lorsqu'elles sont ingérées à différentes densités. On trouve aussi des familles de plantes riches en TC comme les éricacées et les rosacées. Au Québec, il est possible d'effectuer des analyses chimiques de la concentration en TC au laboratoire d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, à Lennoxville.

DISCUSSION GÉNÉRALE

L'apport des tanins condensés en alimentation animale pourrait représenter un grand pas pour les producteurs et intervenants, en proposant une alternative au problème de parasitisme des pâturages. Connaissant les doses de chaque source de tanins et sachant l'idéal à atteindre en tanins condensés, il devient intéressant d'avoir des cultures comme la dalée violette, le lotier ou le sainfoin au Québec et de les ajouter dans la ration des animaux, et ce, dans nos conditions d'élevage. Ils peuvent améliorer l'assimilation des protéines et briser le cycle parasitaire. D'autres produits, comme le marc de raisin, semblent être concentrés en tanins et méritent de faire l'objet de plus amples recherches pour s'assurer de leurs propriétés antiparasitaires. De ce fait, l'ajout de tanins concentrés à partir de fourrage dans la ration pourrait faire partie des pratiques courantes des producteurs à l'avenir. Des études plus poussées sont nécessaires afin de déterminer les doses exactes des sources de tanins et de valoriser les sous-produits, ce qui ferait diminuer les coûts d'alimentation.

ANNEXE

Tableau 6 : Concentration en tanins condensés de différents fourrages en fonction de la région de production, de la méthode d'analyse et des parties des plantes utilisées. Tiré de Berard et al, 2011.

Forages	CT concentration (g kg ⁻¹ of DM)	Region grown	Analytical method	Plant part used for CT analysis	CT measured	Reference
<i>Legumes (temperate)</i>						
<i>Onobrychis viciifolia</i> (sainfoin)	38.5	Canada	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	McMahon et al. (1999)
<i>Lotus corniculatus</i> (birdsfoot trefoil)	7.0	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)
	35.8	New Zealand	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	Jackson et al. (1996)
	35.4	New Zealand	Butanol-HCl	Leaves	Total CT ^a	Schreurs et al. (2007)
<i>Lotus pedunculatus</i> (big trefoil)	61.0	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)
	98.5	New Zealand	Butanol-HCl	Leaves	Total CT	Schreurs et al. (2007)
<i>Lotus tenuis</i> (narrow leaf birdsfoot trefoil)	2.0	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)
<i>Trifolium pratense</i> (red clover)	0.4	New Zealand	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	Jackson et al. (1996)
<i>Trifolium repens</i> (white clover)	1.3	New Zealand	Butanol-HCl	Leaves	Total CT	Schreurs et al. (2007)
<i>Hedysarum coronarium</i> (sulla)	33.0	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)
	37.7	New Zealand	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	Jackson et al. (1996)
<i>Medicago sativa</i> (lucerne)	0.0	New Zealand	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	Jackson et al. (1996)
<i>Coronilla varia</i> (crownvetch)	16.0	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)
<i>Ornithopus sativus</i> (serradella)	4.0	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)
<i>Lupinus polyphyllus</i> (perennial lupin)	1.1	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)
<i>Astragalus cicer</i> (cicer milkvetch)	0.4	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)
<i>Legumes (tropical)</i>						
<i>Acacia angustissima</i>	33.0	Zimbabwe	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	Hove et al. (2001)
<i>Desmodium ovalifolium</i>	94.0	Columbia	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	Barahona et al. (1997)
<i>Flemingia macrophylla</i>	90.0	Columbia	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	Barahona et al. (1997)
<i>Calliandra calothyrsus</i>	196.0	Zimbabwe	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	Hove et al. (2001)
<i>Leucaena leucocephala</i>	134.0	Zimbabwe	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	Hove et al. (2001)
<i>Grasses (temperate)</i>						
<i>Lolium perenne</i> (perennial ryegrass)	1.1	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)
	0.5	New Zealand	Butanol-HCl	Leaves	Total CT	Schreurs et al. (2007)
<i>Herbs (temperate)</i>						
<i>Chichorium intybus</i> (chicory)	1.4	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)
	1.0	New Zealand	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	Jackson et al. (1996)
<i>Holcus lanatus</i> (Yorkshire fog)	1.4	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)
	2.3	New Zealand	Butanol-HCl	Leaves	Extractable	Jackson et al. (1996)
<i>Sanguisorba minor</i> (sheeps burnet)	1.0	New Zealand	Butanol-HCl	Whole plant	Extractable	Terrill et al. (1992)

^aTotal CT = extractable + fibre and protein bound.

Tableau 7 : Teneur en tanins condensés selon différentes espèces fourragères. Tiré de Terrill et al, 1992 avec la permission des auteurs.

Forage		Condensed tannin (% DM)				Total N (% DM)	Tannin: protein ratio	In-vitro DM digestibility (%)
		Extractable	Protein bound	Fibre bound	Total			
<i>Legumes</i>								
Hairy canary clover	<i>Dorycnium hirsutum</i>	12.1	6.5	0.1	18.7	2.60	1.15	73.0
Prostrate canary clover	<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	10.0	2.3	0.3	12.6	3.57	0.56	79.7
Canary clover	<i>Dorycnium rectum</i>	8.3	5.4	0.6	14.3	3.25	0.70	73.7
Big trefoil	<i>Lotus pedunculatus</i>	6.1	1.4	0.1	7.7	4.82	0.26	75.7
Sulla	<i>Hedysarum coronarium</i>	3.3	0.9	0.3	4.5	3.69	0.20	84.8
Crownvetch	<i>Coronilla varia</i>	1.6	1.3	0.2	3.0	4.68	0.10	85.8
Serradella	<i>Ornithopus sativus</i>	0.4	2.0	< 0.1	2.4	2.86	0.13	74.5
Birdsfoot trefoil	<i>Lotus corniculatus</i>	0.7	1.3	0.1	2.1	4.34	0.08	80.3
Narrow leaf birdsfoot trefoil	<i>Lotus tenuis</i>	0.2	0.3	0.1	0.6	4.57	0.02	83.6
Perennial lupin	<i>Lupinus polyphyllus</i>	0.11	0.03	0.03	0.17	4.01	0.008	83.2
Cicer milkvetch	<i>Astragalus cicer</i>	0.04	0.06	0.06	0.16	5.00	0.005	84.7
<i>Herbs</i>								
Sheep's burnet	<i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>muricata</i>	0.10	0.14	0.10	0.34	2.92	0.019	84.3
Chicory	<i>Chichorium intybus</i>	0.14	0.26	0.02	0.42	2.44	0.028	86.8
<i>Grasses</i>								
Perennial ryegrass	<i>Lolium perenne</i>	0.11	0	0	0.11	5.21	0.003	87.2
Yorkshire fog	<i>Holcus lanatus</i>	0.14	0.01	0.01	0.16	ND	ND	ND
Yorkshire fog (wild ecotype)	<i>Holcus lanatus</i>	0.11	0.03	0.04	0.18	3.26	0.008	72.0

ND: not determined.

Tableau 8 : Teneur en tanins condensés pour différentes céréales. Tiré de Terrill et al, 1992 avec la permission des auteurs.

	Condensed tannin (% DM)				Total N (% DM)	Tannin: protein ratio
	Extractable	Protein bound	Fibre bound	Total		
<i>Grains</i>						
Sorghum:						
low tannin	0.08	0	0.06	0.14	1.71	0.013
high tannin	0.44	0.66	0.08	1.18	2.02	0.093
Brewers' grains	0.07	0.05	0.02	0.14	4.65	0.005
Barley	0.11	0	0	0.11	1.95	0.009
Triticale	0.09	0	0	0.09	2.50	0.006
<i>Protein concentrate meals</i>						
Cottonseed	0.21	1.00	0.39	1.60	7.38	0.035
Rapeseed	0.07	0.37	0.15	0.59	6.34	0.015
Copra	0.06	0.28	0.14	0.48	3.60	0.021
Soya bean	0.10	0	0	0.10	8.40	0.002

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AAS, E. (2003). « A practitioners perspectives: Traditional tannin-treatment against Intestinal Parasites in Sheep and Cattle », *Ethnobotany Research and Applications*, vol. 1, p. 31-37.
- ARSENAULT, J. et D. BÉLANGER. (2000). « Stratégies de contrôle des parasites gastro-intestinaux », [en ligne]. [<http://www.agrireseau.qc.ca/ovins/Documents/parasites.pdf>] (2014)
- ATHANASIADOU, S. et I. KYRIAZAKIS (2004). « Plant secondary metabolites: antiparasitic effects and their role in ruminant production systems », *Proc Nutr Soc*, vol. 63, n° 4, p. 631-639.
- ATHANASIADOU, S., I. KYRIAZAKIS, F. JACKSON et R. L. COOP (2000). « Consequences of long-term feeding with condensed tannins on sheep parasitised with *Trichostrongylus colubriformis* », *International Journal for Parasitology*, vol. 30, n° 9, p. 1025-1033.
- ATHANASIADOU, S., I. KYRIAZAKIS, F. JACKSON et R. L. COOP (2001). « Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. », *Veterinary Parasitology*, vol. 99, n° 3, p. 205-219.
- BAMOUIH, A. et B. BERRAG (2008). « La résistance aux anthelminthiques chez les ruminants: situation actuelle et mesures de contrôle » *Transfert de technologie en agriculture*, Ministère de l'agriculture et de la pêche maritimes du Maroc, Sommaire n° 168.
- BARRERE, V., K. KELLER, G. VON SAMSON-HIMMELSTJERNA et R. K. PRICHARD (2013). « Efficiency of a genetic test to detect benzimidazole resistant *Haemonchus contortus* nematodes in sheep farms in Quebec, Canada. », *Parasitol Int*, vol. 62, n° 5, p. 464-470.
- BARRERE, V., L. C. FALZON, K. P. SHAKYA, P. I. MENZIES, A. S. PEREGRINE et R. K. PRICHARD (2013). « Assessment of benzimidazole resistance in *Haemonchus contortus* in sheep flocks in Ontario, Canada: comparison of detection methods for drug resistance. » *Veterinary Parasitology*, vol. 198, n° 1-2, p. 159-165.
- BARRERE, V., R. N. BEECH, C. L. CHARVET et R. K. PRICHARD (2014). « Novel assay for the detection and monitoring of levamisole resistance in *Haemonchus contortus*. » *Int J Parasitol*, vol. 44, n° 3-4, p. 235-241.
- BEAUCHEMIN, K. A., S. M. MCGINN, T. F. MARTINEZ et T. A. MCALLISTER (2007). « Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. », *Journal of Animal Science*, vol. 85, n° 8, p. 1990-1996.
- BERARD, N. C., Y. WANG, K. M. WITTENBERG, D. O. KRAUSE, B. E. COULMAN, T. A. MCALLISTER et K. H. OMINSKI (2011). « Condensed tannin concentrations found in vegetative and mature forage legumes grown in western Canada », *Canadian Journal of Plant Science*, vol. 91, n° 4, p. 669-675.
- BESIER, R. B. (2012). « Refugia-based strategies for sustainable worm control: Factors affecting the acceptability to sheep and goat owners. », *Veterinary Parasitology*, vol. 186, n° 1-2, p. 2-9.
- BLACHE, D., S. K. MALONEY et D. K. REVELL (2008). « Use and limitations of alternative feed resources to sustain and improve reproductive performance in sheep and goats », *Animal Feed Science and Technology*, vol. 147, n° 1-3, p. 140-157.

- BOUAJILA, K., F. B. JEDDI and M. SANAA (2013). « Valorisation des terres en pentes par le sulla du nord (*Hedysarum coronarium L.*) en condition de semis direct et conventionnel », *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, vol. 107, n° 1, p. 33-43.
- BRUNET, S. (2008). *Analyse des mécanismes d'action antiparasitaire de plantes riches en substances polyphénoliques sur les nématodes du tube digestif des ruminants* (thèse de doctorat), Université de Toulouse.
- CHAFTON, L. A. (2006). *The Effect of a Condensed Tannin Containing Forage, Sericea lespedeza, on Existing and Challenge Infections of Haemonchus contortus in Sheep* (thèse de maîtrise, Louisiana State University).
- COFFEY, L., M. HALE, T. TERRILL, J. MODJLDIS, J. MILLER et J. BURKE (2007). « Tools for Managing Internal Parasites in Small Ruminants: Sericea Lespedeza », ATTRA Sustainable Agriculture.
- FRAME, J. (2000). « *Securigera varia* (L.) Lassen », [en ligne].
[<http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/gbase/DATA/secvar.htm>]
- GERVAIS, P., Québec: Regroupement CPAQ-CPVQ-Groupe Géagri (2000). *L'astragale pois chiche, la coronille bigarrée et le sainfoin*, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, 190 p.
- GUSTINE, D. L. (1979). « Aliphatic Nitro Compounds in Crownvetch: A Review », *Crop Science Society of America*, vol. 19, n° 2, p. 197-203.
- GUSTINE, D. L., J. S. SHENK, B. G. MOYER et R. F. BARNES (1974). « Isolation of β -Nitropropionic Acid from Crownvetch », *Agronomy Journal*, vol. 66, n° 5, p. 636-639.
- HÄRING, D. A., A. SCHARENBERG, F. HECKENDORN, F. DOHME, A. LÜSCHER, V. MAURER, D. SUTER et H. HERTZBERG (2007). « Tanniferous forage plants: Agronomic performance, palatability and efficacy against parasitic nematodes in sheep », *Renewable Agriculture and Food Systems*, vol. 23, n° 1, p. 19-29.
- HENRY, J (2002). « Plant Fact Sheet : Violet Prairie Clover », *United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service*, p. 2.
- HERVÁS, G., V. PÉREZ, F. J. GIRÁLDEZ, A. R. MANTECÓN, M. M. ALMAR et P. FRUTOS (2003). « Intoxication of Sheep with Quebracho Tannin Extract. », *Journal of Comparative Pathology*, vol. 129, n° 1, p. 44-54.
- IBARRA-JIMÉNEZ, L., R. H. LIRA-SALDIVAR, L. A. VALDEZ-AGUILAR et J. LOZANO-DEL RIO (2011). « Colored plastic mulches affect soil temperature and tuber production of potato », *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science*, vol. 61, n° 4, p. 365-371.
- JARRIGE, R., Y. RUCKEBUSCH, C. DEMARQUILLY, M. H. FARCE et M. JOURNET (1995). « Nutrition des ruminants domestique: ingestion et digestion », *Éditions INRA*, 925 p.
- LANGE, K. C., D. D. OLCOTT, J. E. MILLER, J. A. MOSJIDIS, T. H. TERRILL, J. M. BURKE et M. T. KEARNEY (2006). « Effect of sericea lespedeza (*Lespedeza cuneata*) fed as hay, on natural and experimental *Haemonchus contortus* infections in lambs », *Veterinary Parasitology*, vol. 141, n° 3-4, p. 273-278.
- LAWRENCE, A., F. HAMMOUDA, Y. GAOUAS, S. ABADA, T. BENAÏK et B. OUCHAI (1983). « Valeur alimentaire des marcs de raisin. II- Effet d'un traitement à la soude sur la valeur alimentaire chez le

mouton de marc de raisin épuisé à la vapeur et ensilé », *Hal Archives ouvertes*, vol. 32, n° 3, p. 371-382.

- MAHMOOD, S., H. ALI, F. AHMAD et Z. IQBAL (2014). « Estimation of Tannins in Different Sorghum Varieties and Their Effects on Nutrient Digestibility and Absorption of Some Minerals in Caged White Leghorn Layers », *International Journal of Agriculture and Biology*, vol. 16, p. 217-221.
- MAKKAR, H. P. S. (2003). « Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds », *Small Ruminant Research*, vol. 49, n° 3, p. 241-256.
- MANOLARAKI, F. (2011). *Propriétés anthelminthiques du sainfoin (Onobrychis viciifoliae) : Analyse des facteurs de variations et du rôle des composés phénoliques impliqués* (thèse de doctorat), Université de Toulouse.
- MARLEY, C. L., R. COOK, R. KEATINGE, J. BARRETT et N. H. LAMPKIN (2003). « The effect of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) and chicory (*Cichorium intybus*) on parasite intensities and performance of lambs naturally infected with helminth parasites », *Veterinary Parasitology*, vol. 112, no 1–2, p. 147-155.
- MC LEOD, M. N. (1974). « Plant tannins -Their role in forage quality », *Nutrition abstracts and reviews*, vol. 44, p. 803-812.
- MCGRAW, R. L., F. W. SHOCKLEY, J. F. THOMPSON et C. A. ROBERTS (2004). « Evaluation of Native Legume Species for Forage Yield, Quality, and Seed Production », *Native Plants Journal*, vol. 5, n° 2, p. 152-159.
- MCNABB, W. C., G. C. WAGHORN, J. S. PETERS et T. N. BARRY (1996). « The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the solubilization and degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase (EC 4.1.1.39; Rubisco) protein in the rumen and the sites of Rubisco digestion », *Br J Nutr*, vol. 76, n° 4, p. 535-549.
- MIN, B. R. et S. P. HART (2003). « Tannins for suppression of internal parasites », *Journal of Animal Science*, vol. 81, p. 102-109.
- MIN, B. R., T. N. BARRY, G. T. ATTWOOD et W. C. MCNABB (2003). « The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review », *Animal Feed Science and Technology*, vol. 106, n° 1–4, p. 3-19.
- MIN, B. R., W. E. POMROY, S. P. HART et T. SAHLU (2004). « The effect of short-term consumption of a forage containing condensed tannins on gastro-intestinal nematode parasite infections in grazing wether goats », *Small Ruminant Research*, vol. 51, no 3, p. 279-283.
- MOORE, K. M., T. N. BARRY, P. N. CAMERON, N. LOPEZ-VILLALOBOS et D. J. CAMERON (2003). « Willow (*Salix* sp.) as a supplement for grazing cattle under drought conditions », *Animal Feed Science and Technology*, vol. 104, no 1–4, p. 1-11.
- MOYER, B. G., P. E. PFEFFER, J. L. MONIOT, M. SHAMMA et D. L. GUSTINE (1977). « Corollin, Coronillin and Coronarian: Three new 3-nitropropanoyl-D-Glucopyranoses from *Coronilla varia* », *Phytochemistry*, vol. 16, n° 3, p. 375-377.

- NGUYEN, T. M., D. VAN BINH et E. R. ORSKOV (2005). « Effect of foliages containing condensed tannins and on gastrointestinal parasites », *Animal Feed Science and Technology*, vol. 121, n° 1-2, p. 77-87.
- NOVOBILSKÝ, A., I. MUELLER-HARVEY et S. M. THAMSBORG (2011). « Condensed tannins act against cattle nematodes », *Veterinary Parasitology*, vol. 182, n° 2-4, p. 213-220.
- PAOLINI, V., P. DORCHIES et H. HOSTE (2002). « Effets des tanins condensés et des plantes à tanins sur les strongyloses gastro-intestinales chez le mouton et la chèvre », *Physiopathologie des maladies infectieuses et parasitaires des ruminants*.
- PEREGRINE, A., A. JONES, L. FALZON, S. FERNANDEZ, K. SHAKYA, J. AVULA, P. MENZIES, D. KELTON, A. MEDEROS, A. GUTHRIE, B. d. WOLF, J. VANLEEUVEN, R. MARTIN, A. LEOEUF, F. CORRIVEAU et J. JANSEN (2010). *Manuel de lutte contre les parasites internes du mouton*.
- RAHMANN, G. et H. SEIP (2007). « Bioactive forage and phytotherapy tu cure and control endo-parasite diseases in sheep and goat farming systems - a review of current scientific knowledge », *Landbauforschung Volkenrode*, vol. 57, n° 3, p. 285-295.
- SHEATH, G. W. (1980). « Lotus Pedunculatus- An Agricultural Plant? », *New-Zealand Grassland Association*, p. 160-168.
- SHENK, J. S., P. J. WANGSNESS, R. M. LEACH, D. L. GUSTINE, J. L. GOBBLE et R. F. BARNES (1976). « Relationship between beta-nitropropionic acid content of crownvetch and toxicity in nonruminant animals », *Journal of Animal Science*, vol. 42, no 3, p. 616-621.
- TERRILL, T. H., A. M. ROWAN, G. B. DOUGLAS et T. N. BARRY (1992). « Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains », *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 58, n° 3, p. 321-329.
- VASSEUR, E., L. ROUSSEAU, D. LOMBARDI, R. BERTHIAUME, T. DEVRIES, D. LAFRANCE et R. BERGERON (2012). *Potentiel d'utilisation de la chicorée et du lotier comme plantes fourragères pour les vaches laitières*, University of Guelph.
- VATTA, A. F., P. J. WALLER, J. B. GITHIORI et G. F. MEDLEY (2009). « The potential to control *Haemonchus contortus* in indigenous South African goats with copper oxide wire particles », *Veterinary Parasitology*, vol. 162, n° 3-4, p. 306-313.
- VILLALBA, J. J., F. D. PROVENZA, J. O. HALL and L. D. LISONBEE (2010). « Selection of tannins by sheep in response to gastrointestinal nematode infection », *Journal of Animal Science*, vol. 88, p. 2189-2198.
- VILLALBA, J. J., J. MILLER, E. D. UNGAR, S. Y. LANDAU et J. GLENDINNING (2014). « Ruminant self-medication against gastrointestinal nematodes: evidence, mechanism, and origins », *Parasite*, vol. 21, p. 31.
- WAGHORN, G. (2008). « Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production—Progress and challenges », *Animal Feed Science and Technology*, vol. 147, n° 1-3, p. 116-139.
- WALLACE, J. (2012). « La gestion des parasites internes du mouton », [en ligne].
[http://www.organicagcentre.ca/NewspaperArticles/tcog_2012/tcog_sheep_parasites_f.asp]

WANG, Y. (2011). « Évaluation d'une nouvelle plante fourragère contenant des tanins permettant de réduire la présence d'Escherichia coli O157 :H7 chez les ruminants », [en ligne].
[<http://www.omafra.gov.on.ca/french/research/foodsafety/2010/sf6090.htm>]

