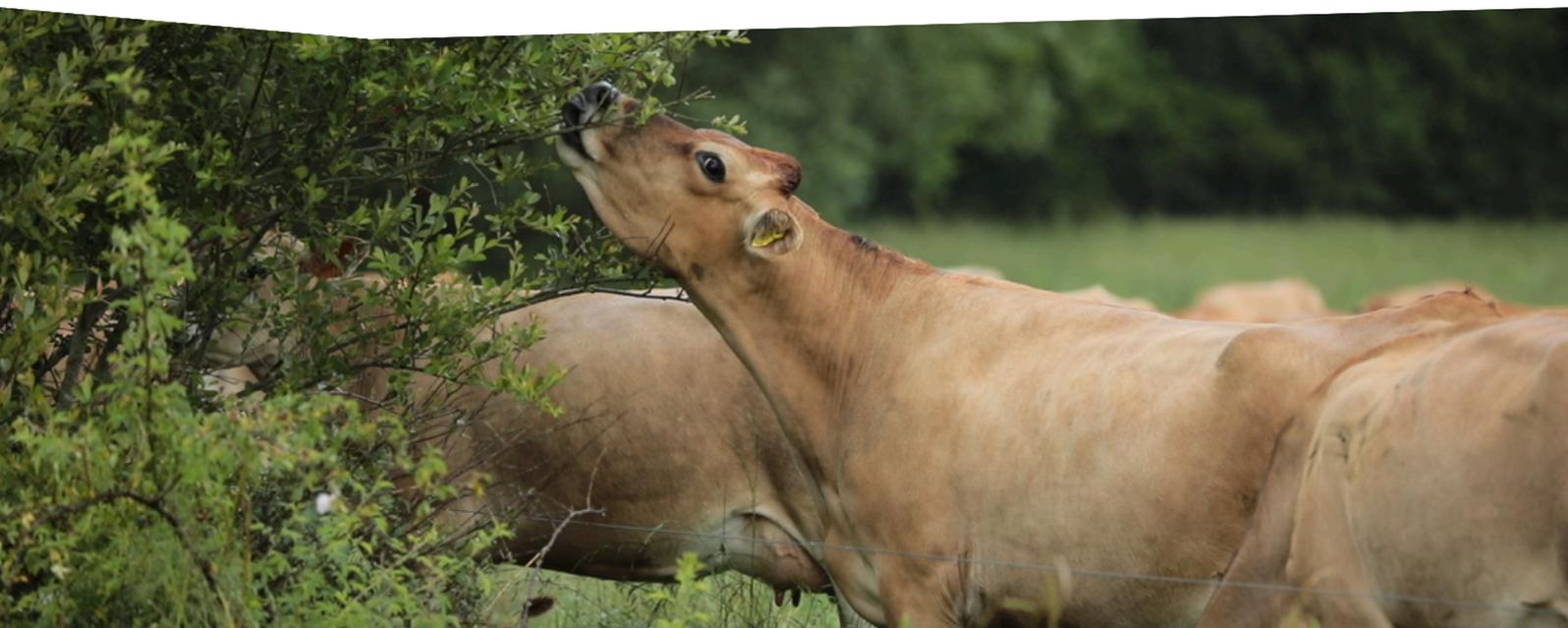


**PROJET
SARBIVOR
(SOL, ARBRES
HERBIVORE)**

JUIN 2024

**SYNTHÈSE DE DONNÉES SUR
LES FOURRAGES
LIGNEUX**



UNE PRATIQUE TRADITIONNELLE...

Depuis le Néolithique, les agriculteurs utilisent les arbres comme source de fourrage pour leurs animaux. Au XVI^e siècle, Olivier de Serres recommandait déjà le feuillage frais des arbres pour l'alimentation du bétail. Cette pratique empirique était particulièrement courante dans les régions où le fourrage était rare en été. Au fil des siècles, les agronomes ont approfondi cette pratique.

La plantation d'arbres en lignes est préconisée par l'agronome Leclerc-Thouin pour une utilisation en « haie à fourrage »

1842

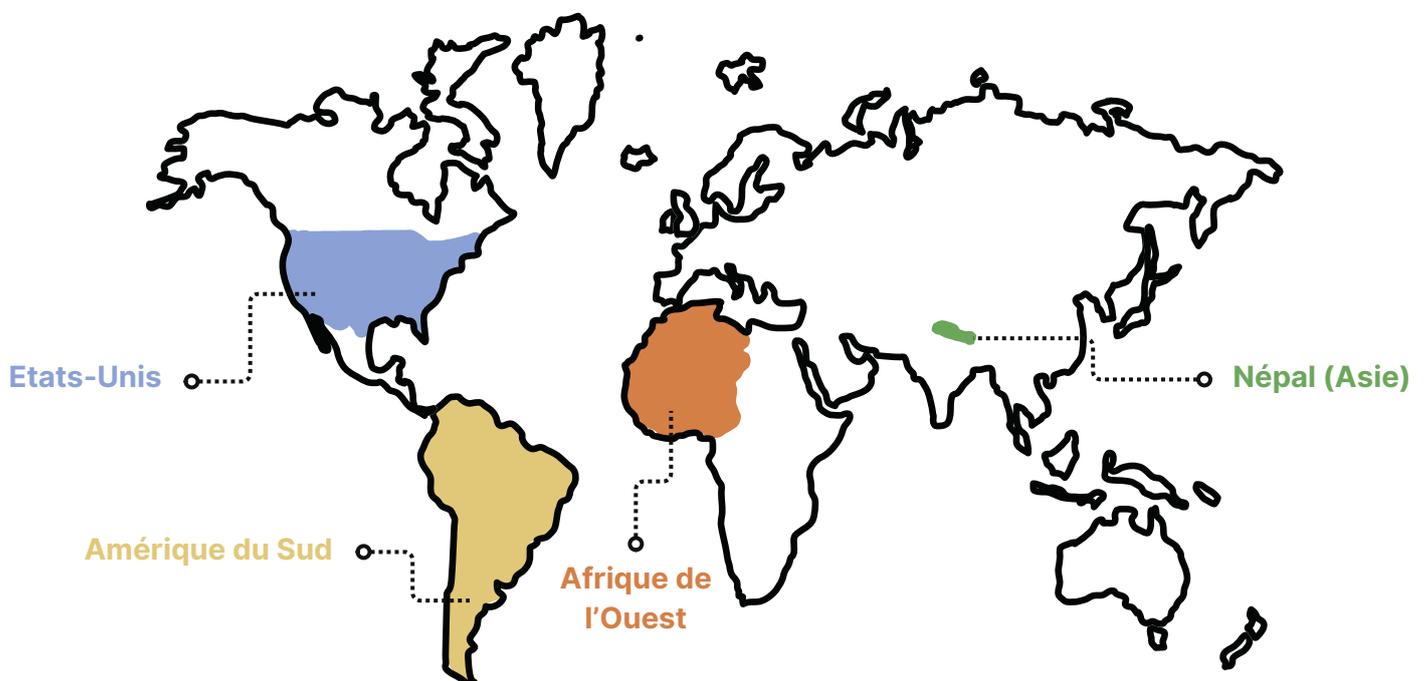
Publication des premières valeurs alimentaires de fourrages ligneux par François Girard

1893

1866

Mise en avant de l'ajonc et du genêt à balai comme plantes fourragères dans l'Ouest de la France, associées à du sarrasin ou des céréales par Alphonse Gobin

... TOUJOURS PRATIQUÉE SUR LES CINQ CONTINENTS



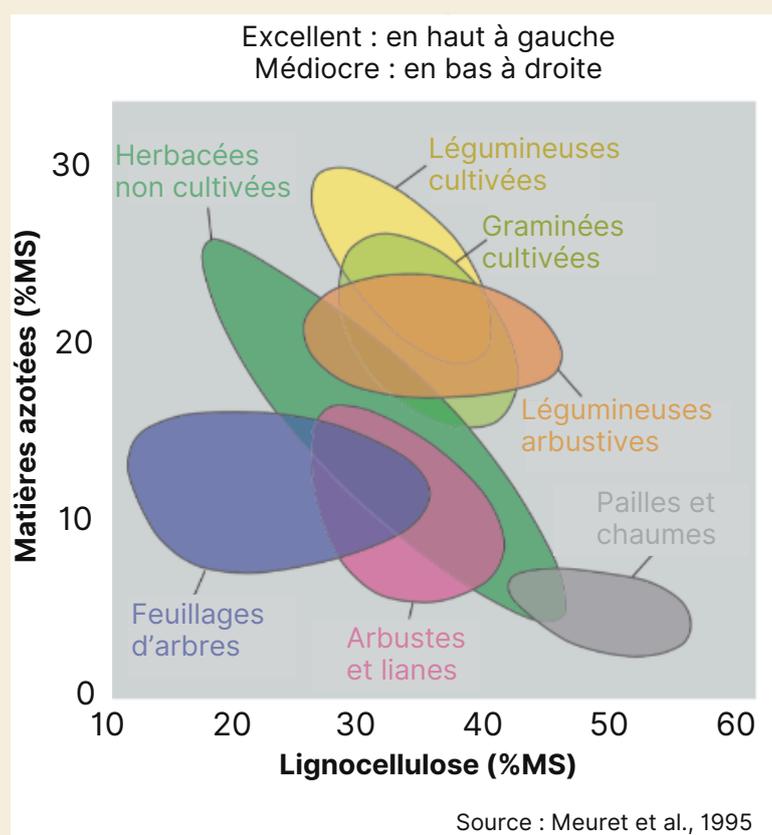
- En **Afrique de l'Ouest**, diverses méthodes de récolte sont utilisées, telles que l'émondage, l'abattage (malgré sa nature destructrice) ou la taille en parasol.
- En **Amérique du Sud**, le mûrier blanc (*Morus alba*) est étudié pour son utilisation comme fourrage, avec des plantations en lignes parallèles aux courbes de niveau.
- Aux **États-Unis**, le robinier faux acacia (*Robinia pseudoacacia*) et le févier d'Amérique (*Gleditsia triacanthos*) sont reconnus comme sources durables de protéines.
- En **Asie** notamment au **Népal**, les fourrages ligneux sont essentiels en raison des conditions climatiques variables.

Dans un contexte contemporain, où **le changement climatique renforce l'intérêt pour les pratiques agricoles durables**, l'utilisation des arbres comme source de fourrage joue un rôle crucial. Les études historiques et contemporaines confirment l'importance de l'arbre fourrager, tant pour son **potentiel nutritionnel** que pour ses **multiples autres bénéfices**.

VALEURS ALIMENTAIRES DES LIGNEUX : MATIÈRE AZOTÉE TOTALE, DIGESTIBILITÉ, APPÉTENCE ET FLUCTUATIONS SAISONNIÈRES

Les arbres, souvent sous-estimés, offrent un potentiel considérable en tant que **source de fourrage pour le bétail**, même pour les animaux laitiers, lors des périodes où les fourrages traditionnels sont moins disponibles en raison de conditions climatiques défavorables (été et automne).

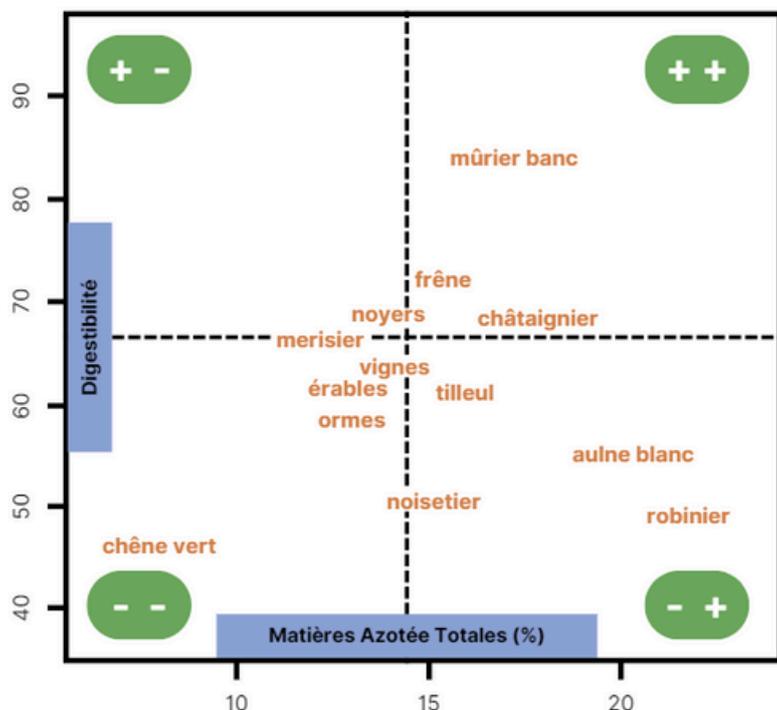
En contribuant à l'alimentation du troupeau au pâturage, ces ressources peuvent **réduire la dépendance aux fourrages stockés et aux concentrés**. Plusieurs espèces, telles que le *Morus alba* (mûrier blanc), le *Fraxinus excelsior* (frêne commun), le *Tilia* sp. (Tilleul), l'*Alnus cordata* (aulne de Corse) et l'*Alnus glutinosa* (aulne glutineux), ainsi que certaines lianes et arbustes, présentent un **profil nutritionnel remarquable en termes de valeur protéique et énergétique**.



Les feuillages de légumineuses arbustives et d'arbres, tels que le *Quercus* sp. (chêne), l'*Acer* sp. (érable) et le *Castanea sativa* (châtaignier), sont riches en matières azotées (environ 20%) et **peuvent être aussi nutritifs, voire plus, que les herbes de prairies naturelles et les graminées cultivées**. Ces feuillages ont également une **teneur moins élevée en lignocellulose** par rapport aux graminées, variant de **10% à 35%**, comparé à **30% à 40%** pour les graminées cultivées.



Pour un rationnement optimal des animaux, deux critères sont primordiaux : **la valeur azotée** (MAT) et **la valeur énergétique** (digestibilité enzymatique). La teneur en MAT des espèces ligneuses varie mais reste très intéressante oscillant entre moins de 100 g/kg de matière sèche (MS) pour des espèces telles que le chêne vert, le houx, le lierre et le lilas, et plus de 180 g/kg de MS pour l'aulne glutineux, le figuier et le robinier faux acacia. Cette teneur est comparable à celle de la luzerne (176 g/kg de MS).



Selon les recherches menées à l'INRAE à Lusignan (Stéphane Mahieu et al.), plus de **50% des espèces ligneuses analysées en août présentent une valeur nutritive suffisamment élevée pour être utilisées comme ressource fourragère**. Parmi celles-ci, le mûrier blanc, le figuier, le sureau et le prunellier se distinguent par leurs excellentes valeurs nutritives. Il faut néanmoins garder à l'esprit que la saison de récolte, la taille des arbres et la zone géographique **influencent la valeur nutritive des feuilles**.

Pour en savoir plus : [Jean-Claude Emile – valeur alimentaire du murier blanc](#)



MÉTABOLITES SECONDAIRES ET OLIGO-ÉLÉMENTS

Les tanins

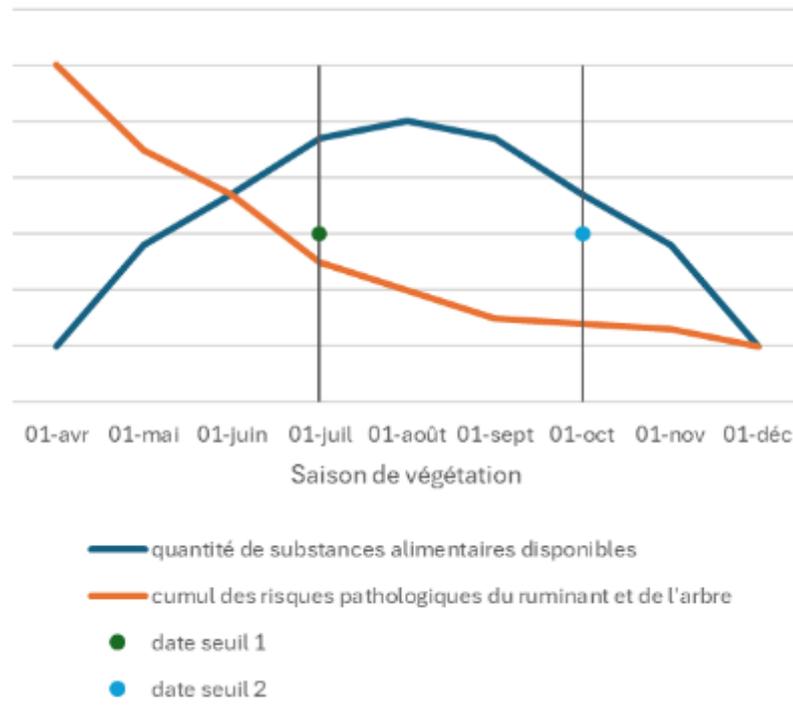
Les tanins sont des polymères phénoliques complexes, solubles dans l'eau, capables de précipiter les protéines. Selon leur structure chimique et leur voie de synthèse, ils se classent en deux grandes catégories.

Les tanins hydrolysables (ou ellagiques)

Ces tanins contiennent des noyaux phénoliques liés à des sucres et peuvent être décomposés par hydrolyse. Ils dérivent souvent d'acides phénoliques comme l'acide gallique ou l'acide ellagique.

En excès dans la ration, ils sont décomposés dans l'intestin, libérant des toxines nuisibles pour le foie et les reins, pouvant entraîner une intoxication sévère. Ces tanins se trouvent principalement chez certaines dicotylédones et dans les jeunes feuilles d'arbres, leur toxicité diminuant avec la maturité des feuilles. Pour limiter les risques liés aux tanins hydrolysables et utiliser les rameaux à leur valeur nutritionnelle maximale, de nombreux éleveurs en climat tempéré choisissent de récolter et d'affourager en frais et/ ou récolter du feuillage de mi-août à fin octobre.

Période optimale d'affouragement en fonction du cumul des risques pathologiques et de la qualité de substances alimentaires disponibles



Messéan, d'après Girard (1900) et Gautier (2007)

Les tanins condensés

Les tanins condensés (TC), présents dans diverses plantes comme le noisetier, le chêne, le châtaignier et certaines fourragères comme le plantain, sont moins toxiques que les tanins hydrolysables car ils ne traversent pas la barrière intestinale. Ils agissent comme défense contre les insectes, offrent des avantages antiparasitaires et améliorent la digestibilité des protéines chez les ruminants.

En se liant aux protéines, les TC protègent ces dernières de la dégradation ruminale, permettant leur dissociation et leur absorption dans la caillette. Des études montrent que les agneaux nourris avec des plantes riches en TC, comme le sainfoin ou le lotier corniculé, gagnent 8 % à 24 % de poids en plus comparé à ceux nourris sans tanins.

Les TC perturbent les parasites en interagissant avec leurs protéines de surface, réduisant la fertilité des vers femelles et le nombre d'œufs de nématodes excrétés. Ils empêchent également l'installation des larves et le développement des œufs en larves infectieuses, offrant une forme de contrôle parasitaire.

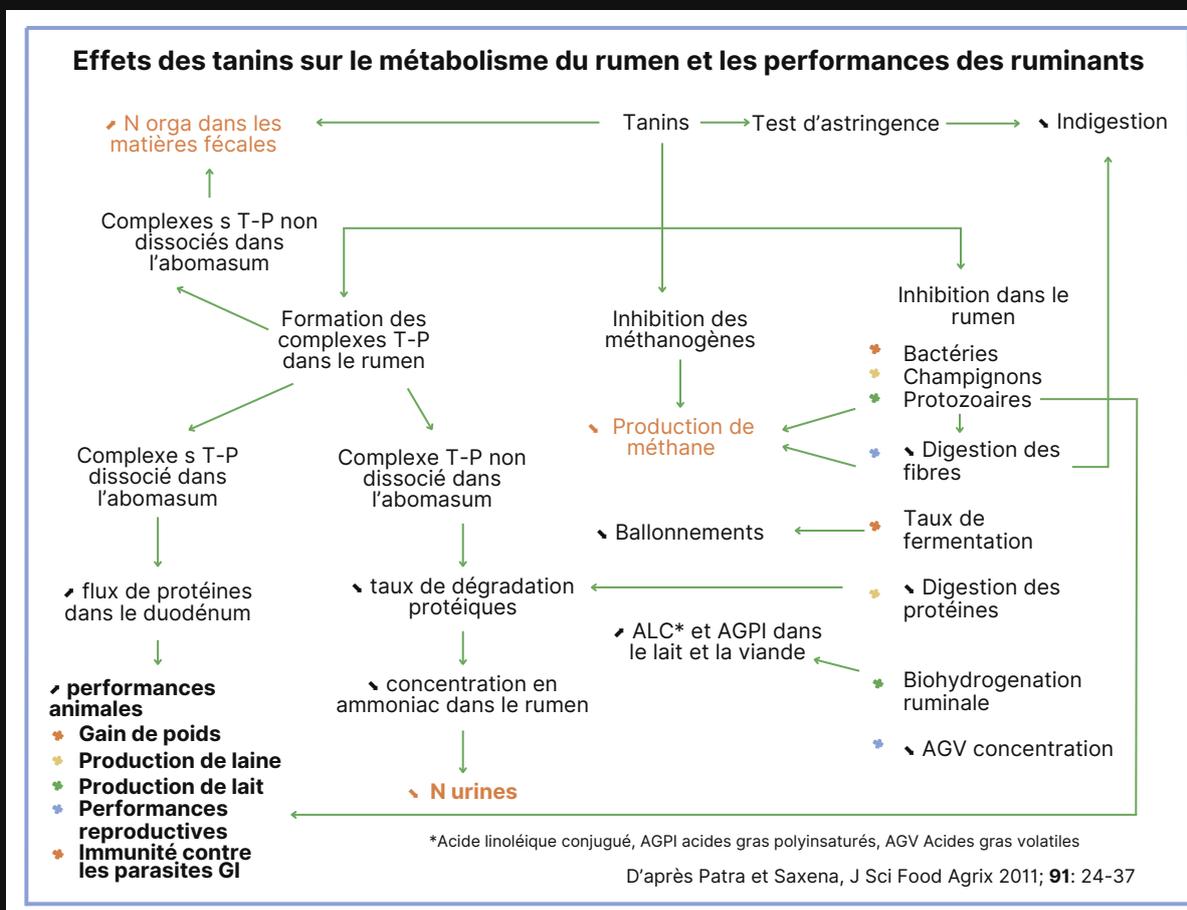
Les études montrent qu'il existe un consensus scientifique autour d'une concentration idéale en tanins condensés (TC) pour obtenir un effet antiparasitaire optimal, située entre 20 et 45 grammes de TC par kilogramme de matière sèche (MS) de la plante. Cependant, il convient de noter que les conclusions peuvent varier légèrement d'une étude à l'autre. En revanche, une teneur supérieure à 55 g de TC/kg MS peut entraîner des effets négatifs, comme la réduction de l'appétence et de la digestibilité des aliments.

Les ligneux présentent généralement une concentration moyenne en tanins condensés d'environ 26 ± 39 g/kg de matière sèche (MS). Leur présence dépasse les 50 g/kg MS dans les feuilles de chêne vert, de kiwi et de vigne, et peut même atteindre 170 g/kg MS chez le robinier faux acacia.

Espèce d'arbre	Noms latins	Tanins condensés (g/kg MS)
Aulne de Corse	Alnus cordata Loisel.	13
Aulne glutineux	Alnus glutinosa L.	8
Châtaignier	Castanea sativa Mill.	3
Chêne liège	Quercus suber L.	15
Chêne rouge	Quercus rubra L.	13
Chêne vert	Quercus ilex L.	52
Erable champêtre	Acer campestre L.	25
Figuier	Ficus carica L.	2
Frêne commun	Fraxinus excelsior L.	2
Mûrier blanc	Morus alba L.	2
Noisetier	Corylus avellana L.	39
Noyer commun	Juglans regia L.	11
Orme Lutèce	Ulmus resista L.	30
Robinier faux acacia	Robinia pseudoacacia L.	169

La digestion des tanins chez les ruminants

Les tanins condensés (TC) présentent plusieurs avantages pour le métabolisme du rumen et les performances alimentaires des animaux.



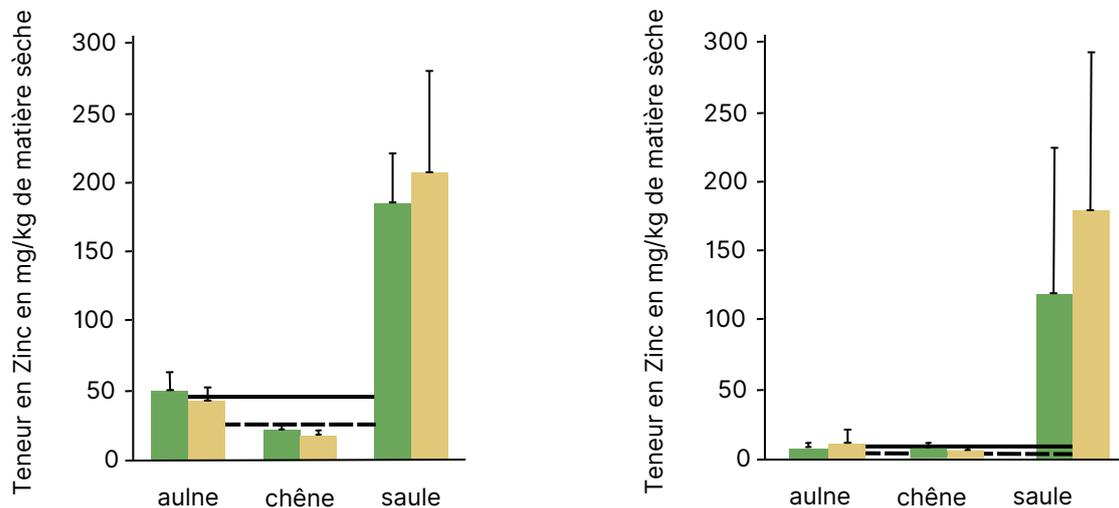
Pour en savoir plus : [Les tanins dans la digestion des ruminants – Marc-André Sélosse](#)



Les oligo-éléments

Une vingtaine d'oligo-éléments essentiels jouent un rôle crucial dans la nutrition des ruminants. Les régimes trop riches ou trop pauvres en oligo-éléments, ainsi que les interactions limitant leur biodisponibilité, sont à surveiller. En particulier, il est crucial de contrôler les apports en magnésium, calcium, cobalt (surtout pour les agneaux), sélénium, iode, cuivre et zinc.

A titre d'exemple (graphiques ci-dessous), les niveaux de zinc et de cobalt dans le feuillage, collecté en juin (vert) et en septembre (jaune), fournissent un apport significatif par rapport aux besoins des brebis (lignes noire) (Kendall et al., 2019).



Les métabolites secondaires aux propriétés médicinales

La capacité des animaux à s'auto-soigner en consommant spontanément des rameaux ligneux d'espèces variées est une observation fréquente chez les éleveurs. Quant à une éventuelle toxicité, les animaux s'auto-régulent naturellement et ne consomment pas de quantité pouvant leur être néfaste. Il y a un risque en période de sécheresse où, contraints, ils peuvent être amenés à consommer des quantités excessives de ligneux fourragers, faute de fourrage habituel.

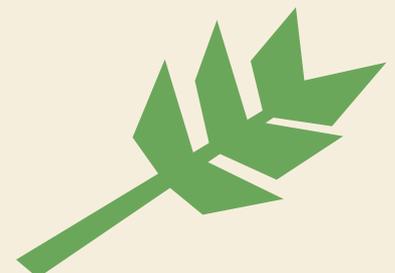
Leur exposition précoce et régulière aux plantes leur permet de développer des mécanismes de gestion des toxines, notamment par l'activation des voies métaboliques des reins et du foie. Un pilotage optimal de la prairie est donc **essentiel en période de sécheresse**.

Cette capacité d'autogestion s'appuie également sur l'apprentissage intergénérationnel au sein du troupeau, où les jeunes apprennent des aînés les plantes à consommer en fonction des besoins de leur organisme.

Voici quelques essences étudiées par Florence Lardet, herbaliste et formatrice :

- **Le noyer (*Juglans regia*)** présente des feuilles **riches en tanins ellagiques** et possède des **vertus antiseptiques, antioxydantes, anti-diarrhéiques et cicatrisantes**. Les feuilles peuvent être consommées par les animaux pour soigner divers maux, tels que les **infections** ou les **diarrhées**. Cependant, il convient de surveiller attentivement la consommation, car la **toxicité** de la juglone, présente en plus grande quantité dans les noyers matures (généralement de plus de 8 ans), peut entraîner des **problèmes de santé**. Avant cet âge, le risque d'intoxication par la juglone est moindre.
- **Le noisetier (*Corylus avellana*)** contient principalement des **tanins condensés**, offrant des **bienfaits pour la circulation sanguine, la cicatrisation et la réduction des inflammations**. Ses feuilles sont également **astringentes**, absorbant l'excès de liquide dans l'intestin et réduisant la fréquence des selles en cas de diarrhée.

- Les fruits (cynorrhodons) de l'**églantier (*Rosa canina*)**, également connus sous le nom de « gratte-culs », sont remarquablement **riches en vitamines (B1, B2, C, PP et K)** ainsi qu'en **minéraux** tels que le **calcium, le potassium et le phosphore**. Ils contiennent également des **provitamines A**, qui se transforment en vitamine A lorsqu'elles sont absorbées, contribuant ainsi au **maintien d'un système immunitaire sain**. Ces fruits renferment également des **tanins ellagiques**, qui confèrent des propriétés **antiseptiques, anti-oxydantes, cicatrisantes et astringentes**. En outre, les akènes contenus dans les cynorrhodons, riches en huiles principalement composées d'**omégas 3 et 6**, offrent des bienfaits pour la santé. Ainsi, les cynorrhodons sont utilisés pour traiter une variété de problèmes de santé chez les animaux, notamment les **affections ORL, les troubles respiratoires, les fièvres et les œdèmes des membres inférieurs**.
- **Le sureau (*Sambucus nigra*)** présente des fleurs et des fruits **riches en flavonoïdes**, dont la quercétine, qui possèdent des **actions anti-inflammatoires et anti-oxydantes**. Elles renferment également des phénols aux propriétés **antimicrobiennes**, des mucilages qui forment un **gel apaisant pour les irritations et inflammations**, ainsi que des tanins et des composés aromatiques volatiles. Les fruits du sureau sont particulièrement **riches en potassium (300 mg/100 g)** et en **vitamines B2, B9 et C**. Les fleurs de sureau **augmentent les sécrétions bronchiques, favorisent la transpiration et ont des propriétés diurétiques, aidant ainsi à éliminer les toxines par les urines**. Elles sont également **anti-inflammatoires et fébrifuges**. Les fruits, quant à eux, sont **légèrement laxatifs, sudorifiques, antirhumatismaux, anti-inflammatoires et stimulent le système immunitaire**. Les différentes parties du sureau sont utilisées dans le **traitement des troubles ORL, respiratoires, urinaires, des fièvres et des œdèmes des membres inférieurs**.
- **Le frêne (*Fraxinus excelsior*)** est reconnu pour ses **propriétés diurétiques, anti-rhumatismales et expectorantes**, bénéfiques pour le système **ostéo-articulaire**. Il est particulièrement **appétant** pour les animaux et contribue à **drainer leur organisme**.
- **Le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*)** contient des pinènes aux **propriétés antiseptiques, expectorantes et anti-inflammatoires**, utiles en cas de problèmes respiratoires. Ses bourgeons favorisent également la **régénération des tissus durs**, comme les os et les cartilages.
- **L'acacia (*Robinia pseudoacacia*)** est recherché par les animaux malgré la présence de la robine, un principe **toxique**. Ses fleurs sont réputées pour leurs **propriétés calmantes, antispasmodiques et vermifuges**.
- **L'aubépine (*Crataegus monogyna ou laevigata*)** offre des **bienfaits pour le cœur**, grâce à ses flavonoïdes et acides terpéniques. Ses fleurs sont utilisées pour **traiter les troubles cardiaques légers et l'anxiété**.
- **Le figuier (*Ficus carica*)** présente des **parties laxatives et diurétiques**, bénéfiques pour le système digestif et nerveux des animaux. Ses bourgeons sont réputés pour leurs **propriétés apaisantes**.



INTÉGRER LES FOURRAGES LIGNEUX À LA RATION

Consommation naturelle

Une étude conduite en Wallonie (Vandermeulen, 2012) montre que l'accès aux arbres et arbustes influence le comportement alimentaire des génisses laitières, réduisant naturellement leur pâturage de prairie et augmentant le broutage des haies de 3,72 %.

L'agriculteur et botaniste, Adrien Messéan, note que ce pâturage spontané des haies permet un complément de ration important avec un minimum de main d'œuvre, bien que la coupe (pour un affouragement complémentaire) de houppiers d'arbres têtards nécessite du travail.

Adaptation et apprentissage

L'ingestion et la digestion des fourrages ligneux semble nécessiter une adaptation du système enzymatique et de la dentition des animaux. Une étude par Moore et al. (2003) en Nouvelle-Zélande montre que les bovins ont besoin d'un temps d'**adaptation d'au moins 120 jours à un nouveau fourrage** comme le saule, avec une augmentation progressive de la consommation au fil du temps. L'agriculteur, Adrien Messéan, suggère une **adaptation plus rapide**.

Évaluation du nombre d'arbres pour compléter l'alimentation des vaches laitières

La productivité en biomasse foliaire des jeunes arbres est significative au cours de leurs premières années de croissance, avec une **production annuelle d'environ 20 kg de matière fraîche (MF)**, **équivalent à 10 kg de matière sèche (MS)** pour les espèces les plus dynamiques. Une relation entre biomasse foliaire et diamètre du tronc est basée sur des données mesurées sur 27 espèces ligneuses européennes (Forrester et al., 2017). Par exemple, pour un frêne de 20 ans (DHP de 20 cm), la production moyenne de feuilles est estimée à 10 kg de MF par an. Avec la maturité, la croissance des parties aériennes s'intensifie, et les espèces les plus productives peuvent atteindre jusqu'à 60 kg de MF par arbre et par an après 40 ans, avec une moyenne d'environ 40 kg de MF pour le frêne. Pour compléter la ration d'un troupeau de 60 vaches laitières avec une consommation journalière de 16 kg de MS par vache pendant 40 jours, pour **augmenter le taux protéique de 1%**, il est nécessaire que la biomasse foliaire des ligneux représente **10% de cette ration**. Le nombre d'arbres requis dépend de l'âge des arbres et de leur rendement en feuilles. Par exemple, avec les rendements du frêne, il faudrait 1 000 arbres avec un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) de 20 cm (\pm 20 ans) sur une surface de 6,7 ha, avec une densité de plantation de 150 arbres / ha, ou seulement 225 arbres avec un DHP de 40 cm (\pm 40 ans) pour atteindre cet objectif, comme suggéré dans les données publiées pour le frêne en Europe (Forrester et al., 2017).



Estimation suivant le type de bétail

La quantité de fourrage ligneux nécessaire pour compléter la ration alimentaire de vaches laitières et de bovins allaitants pendant 40 jours de carence est **déterminée en fonction de différentes proportions de la ration quotidienne**.

Pour 60 vaches laitières, **une ration moyenne de 16 kg de matière sèche (MS) par jour** nécessite environ **4 tonnes de fourrage ligneux sec** pour compléter la ration à hauteur de **10%**. Ceci correspond à environ **1 000 arbres produisant 10 kg de matière fraîche (MF) / arbre / an**.

Pour les bovins allaitants, une **ration moyenne de 11 kg de MS /jour** nécessite environ **2,75 tonnes de fourrage ligneux sec** pour compléter la ration à hauteur de **10%**. Cela correspond à environ **687 arbres, chacun produisant 10 kg de MF / an**.

Si les arbres sont âgés de **40 ans**, seulement **155 arbres** sont nécessaires pour les bovins allaitants et **225** pour les vaches laitières pour atteindre cette quantité.

Les rendements en biomasse pâturable peuvent être faibles au début de la vie d'un arbre, mais augmentent avec l'âge, jusqu'à tripler en 40 ans pour certaines espèces.

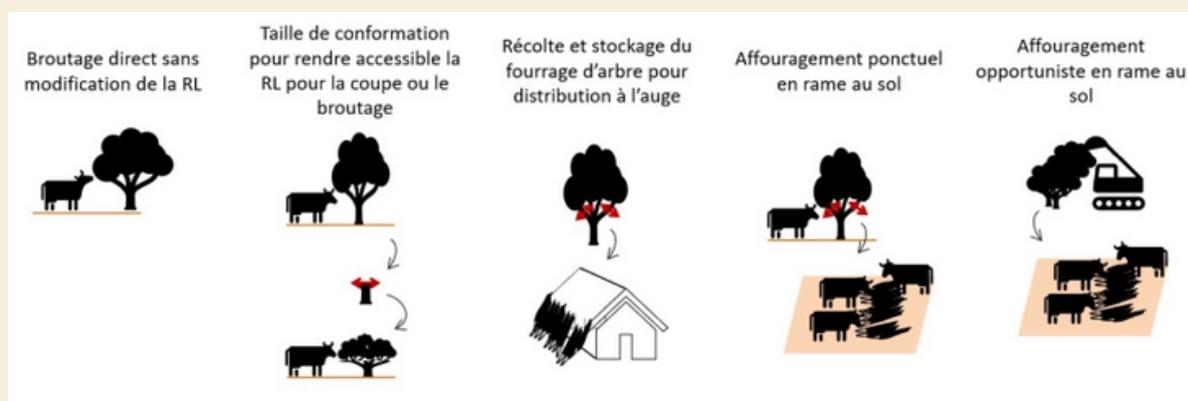
Les ovins et les caprins peuvent bénéficier plus rapidement de ce système, étant de petite taille par rapport aux bovins.

LA GESTION DES ARBRES

On recense 4 principales méthodes d'affouragement⁴:

- **Le broutage direct**, où les animaux consomment le feuillage sur l'arbre ou l'arbuste, avec ou sans taille de formation
- **La rame au sol**, où les branches sont coupées et disposées sur le sol pour être consommées par les animaux,
- **L'affouragement en vert à l'auge**, où les branches fraîchement coupées sont apportées aux animaux en stabulation,
- **L'affouragement en foin d'arbre**, où des stocks de branchages sont constitués en fagots et laissés à sécher pour un usage ultérieur.

Ces pratiques d'affouragement impliquent différents itinéraires techniques.



Idéalement, l'exploitation des ressources ligneuses devrait **commencer pendant la période de sève descendante**, généralement **entre fin août et novembre** selon les essences. Cette planification dès le début d'août permet également de minimiser les perturbations sur la faune, notamment les oiseaux qui se reproduisent dans les haies et de **respecter la réglementation, interdisant les interventions mécaniques d'entretien des haies du 16 mars au 15 août**.

LA CONDUITE EN TROGNE

Trois méthodes de conduite des arbres sont étroitement liées à la façon dont le fourrage est distribué :

- **L'étêtage**, également connu sous le nom de « pollarding » en anglais, vise à former une trogne en coupant les branches principales de l'arbre.
- **Le recépage**, une pratique répandue en Europe, consiste à couper l'arbre à la base pour valoriser ses rejets, bien que son objectif ne soit pas exclusivement l'alimentation du bétail.
- **Le bloc fourrager**, également appelé "**table fourragère**", est conçu pour fournir des feuilles à portée des animaux pour qu'ils puissent les brouter directement.

Ces trois méthodes de gestion diffèrent dans la hauteur de coupe, mais **reposent toutes sur la capacité de l'arbre à réitérer à partir de bourgeons dormants.**

Cependant, si l'arbre est trop vieux, il peut perdre cette capacité de régénération et se décompose naturellement, laissant place à sa descendance issue de graines. Si la réitération se produit en hauteur, de quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres du sol, cela engendre une cépée aérienne, appelée « trogne ». Cette méthode nécessite des tailles régulières pour maintenir la productivité de l'arbre. Les cycles de taille, espacés selon les essences et les pratiques, produisent une quantité importante de bois et de rameaux, surpassant largement les rendements d'un arbre non taillé. De plus, la production de feuilles est abondante et peut être utilisée comme fourrage.

Pour en savoir plus :

- [Le Guide pratique de la trogne](#)
- [Formation : Les usages agroécologiques de la taille en trogne](#)
- [Ressources complémentaires sur la trogne](#)

