



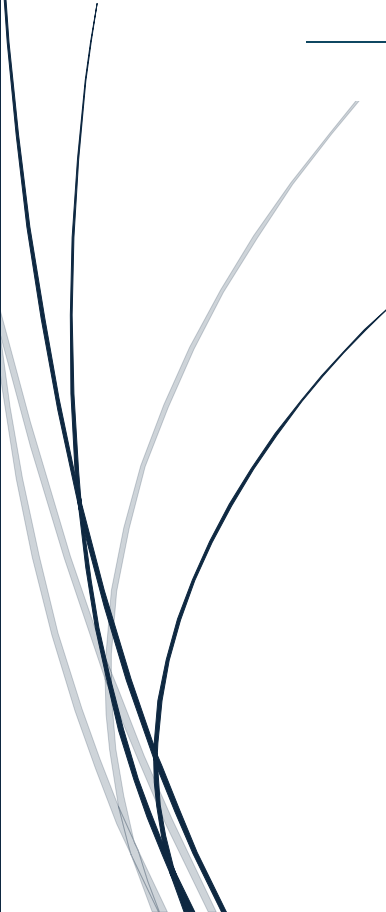
18/07/2025

Le châtaignier

Recherches bibliographiques sur
l'intérêt fourrager des feuilles et
fruits du châtaignier dans
l'alimentation des ruminants

A destination des conseillers élevage / pastoralisme/ agroforesterie /
castanéiculture

*« L'intégration de l'arbre comme ressource fourragère n'est pas une nouveauté.
Ce modèle s'inspire du système d'exploitation traditionnel d'agro-sylvo-
pastoralisme de la Corse. La réappropriation de ce modèle et son adaptation
aux exploitations actuelles est un enjeu pour la pérennité des activités
agricoles dans l'adaptation au changement climatique ».*



AUTEUR : Emmanuelle Guigues (CARC)
Contributeurs : Flavie Guerrini (CARC), Tiphaine Verdoux
(CARC), Lisa Carlotti (CARC), Patricia Soulard (CARC), Fanny
Biehlmann (CARC), Carole Anziani (ODARC).

Table des matières

Résumé	2
Caractéristiques du châtaignier	3
Partie 1 : Intérêts alimentaire et sanitaire : que dit la bibliographie ?	4
Qualités nutritives des feuilles et fruits du châtaignier	4
<i>Valeurs nutritives des feuilles</i>	4
<i>Valeurs nutritives des fruits</i>	7
Discussion sur les valeurs nutritives des feuilles et des fruits du châtaignier	8
Intérêts sanitaire et alimentaire des tanins.....	9
<i>Les Tanins Hydrolysables (TH)</i>	9
<i>Les Tanins Condensés (TC)</i>	10
<i>Changement climatique et concentration en tanin des plantes</i>	11
Discussion sur les teneurs en tanins et les bénéfices observés sur les ruminants.....	11
Partie 2 : Préconisations de taille et d'entretien des châtaigniers	13
Techniques de taille adaptées aux châtaigniers	13
<i>Taille de régénération</i>	14
<i>Taille de restructuration</i>	14
<i>Taille fruitière</i>	15
<i>Taille d'entretien</i>	15
Calendrier des périodes de taille des châtaigniers.....	15
Les besoins en matériel et en main-d'œuvre pour la taille des arbres	16
<i>Rénovation de la châtaigneraie</i>	16
<i>Taille sur des châtaigniers entretenus annuellement</i>	16
Conclusion	17

Résumé

L'objectif de cette démarche est d'identifier un modèle de complémentation de la ration alimentaire par du fourrage ligneux avec les ressources existantes sur notre territoire, dans ce cas précis le châtaignier, afin d'assurer la viabilité de nos élevages de ruminants en cas de pénurie de la ressource fourragère herbacée et/ou limiter l'achat d'aliments provenant de l'extérieur. Ces feuillages doivent être envisagés comme complément.

Un travail de recherche bibliographique sur les qualités nutritives des feuilles et du fruit du châtaignier a été réalisé afin d'envisager un modèle d'intégration dans la ration des ruminants. Cependant, du fait du manque de données et du peu d'études terrain réalisées sur la durée et les performances de la production, ces résultats semblent insuffisants pour définir un modèle concret et cohérent de ration. Néanmoins ce travail de recherche bibliographique complété par un recensement des pratiques existantes conserve son intérêt car l'intégration de l'arbre comme ressource fourragère n'est pas une nouveauté dans nos élevages et est une solution d'avenir pour améliorer leur résilience. « Ce modèle s'inspire du système d'exploitation traditionnel d'agro-sylvo-pastoralisme de la Corse. La réappropriation de ce modèle et son adaptation aux exploitations actuelles est un enjeu pour la pérennité des activités agricoles dans l'adaptation au changement climatique ». Pour permettre d'accroître les connaissances sur l'utilisation de l'arbre, notamment du châtaignier, comme ressource fourragère et quantifier son utilisation dans les exploitations, les questions prioritaires sont les suivantes : comment enregistrer et analyser les pratiques des éleveurs afin d'en extraire un modèle qui puisse être transposable à d'autres exploitations ? Comment mettre en place un réseau d'observation sur les fermes déjà utilisatrices afin d'établir un référentiel sur l'utilisation du châtaignier dans les élevages de ruminants ?

Caractéristiques du châtaignier

Caractéristiques	Châtaignier
Etage de végétation/ altitude	Mésoméditerranéen (conditions fraîches = versant Nord, vallons frais à sols profonds, replats) / Supraméditerranéen (versants Nord et fonds de vallons) (<i>fiche 9260-4</i>). Entre 400 et 1000 m dans les hauts bassins intérieurs. Entre 600 et 800 m en Castagniccia. Un peu plus haut dans le Sud-Ouest (<i>Peter.J. Perry, 1984</i>).
Eclairement	Mi-ombre/Lumière
Feuillage	Caduc, Marcescent
Hauteur finale	>15 m
Sensibilité / maladies arbre	Cynips (ravageur) / Chancre (maladie) /très sensible à la maladie de l'encre
pH du sol	< 4,5 - Très acide à 6 - Faiblement acide
Type de sol préférentiel	Préférence terrains en pente, humides, bien drainés, et orientés Nord. Schistes acides et friables du Nord Est de la Corse sont favorables. (<i>Peter.J. Perry, 1984</i>).
Hygrométrie	Minimum 700 mm par an, un printemps et une fin d'été humide
Humidité du sol	Assez frais à Frais
Arbres légumineux	Non
Digestibilité feuilles	Moyenne
Période fructification	Automne (ouverture et chute des fruits de mi-octobre à fin novembre) (<i>Source : GRPTCMC</i>)
Période chute des feuilles	Hiver (décembre) (<i>Source : GRPTCMC</i>)
Période de floraison	2 ^{ème} quinzaine de juin pour les plus précoces et mi-juillet pour les plus tardifs (<i>Source : GRPTCMC</i>)
Croissance	Rapide à moyenne

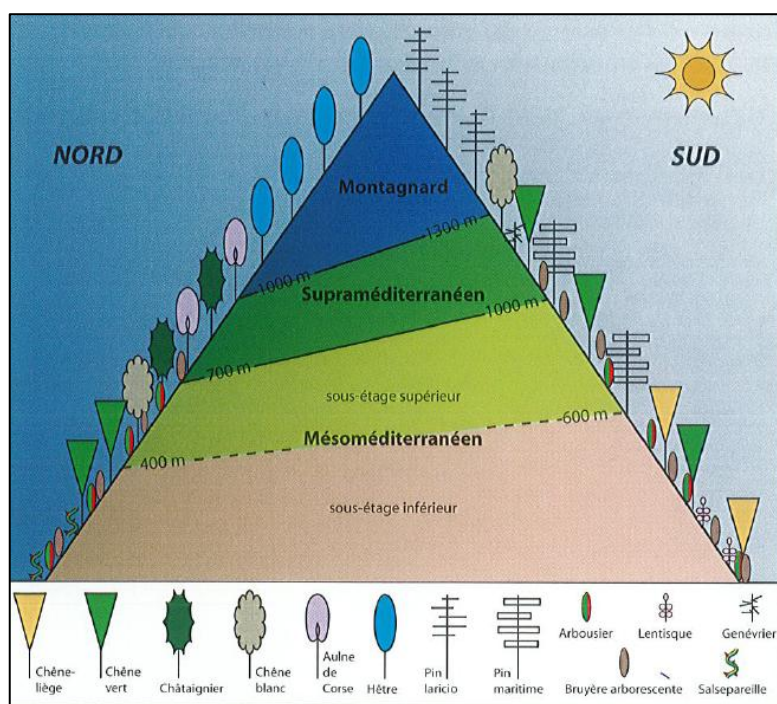


Figure 1 : Représentation simplifiée des étages de végétation en Castagniccia d'après Gamisans J.

Partie 1 : Intérêts alimentaire et sanitaire : que dit la bibliographie ?

Qualités nutritives des feuilles et fruits du châtaignier

Valeurs nutritives des feuilles

Il existe peu de références sur lesquelles s'appuyer pour déterminer la qualité nutritive des feuilles de châtaigniers. Une étude publiée en 2020 réalisée sur différentes feuilles de ligneux et espèces herbacées dans différentes régions de France semble la plus complète.

Tableau 1 : Composition chimique (en % de MS) et digestibilité enzymatique *in vitro* des feuilles d'arbres collectées en août de 2014 à 2017 (valeurs médianes par espèces) en France (d'après S. Novak et al, 2020)

Espèces	n	Teneur en Matière Sèche (TMS) en % MB	Matière Minérale (MM)	Matière Azotée Totale (MAT)	Concentrations en fibres			Teneurs en tanin condensés (TANc)	Digestibilité enzymatique <i>in vitro</i> de la MS (DIGz)
					NDF	ADF	ADL		
			% MS						
Châtaignier	9	41,3	4,8	13,6	40,5	24	7,8	0,3	64,3
Mûrier blanc	17	36,5	14,4 ¹	15,3	27,4	13,2	3,7	0,2	83,6

n : nombre de prélèvements pour cette espèce, NDF : fibres insolubles dans les détergents neutres, ADF : fibres insolubles dans les détergents acides, ADL : lignines insolubles dans les détergents acides

Nous avons fait le choix de comparer uniquement les feuilles de châtaignier avec celles du Murier blanc (arbre dont l'intérêt fourrager est largement reconnu de nos jours).

La Matière Azotée Totale (MAT) représente l'ensemble des constituants azotés des aliments végétaux. Pour simplifier, elle correspond aux protéines qui sont ingérées par l'animal. Dans cette étude, les feuilles de châtaignier ont une teneur en Matière Azotée Totale (MAT) plus faible que celles du mûrier blanc, ce qui nous conduit à le classer en valeur moyenne. Cependant, cette interprétation est à nuancer. Une teneur en MAT de 13,6 % reste une valeur correcte, elle est inférieure à la MAT d'un foin de légumineuse de type luzerne (entre 16 et 20%) mais est plus élevée que celle d'un foin de graminée moyen (entre 6 et 12%)

La concentration en fibres représente la fraction de l'aliment la plus difficile à digérer. Un aliment contenant trop de fibres est plus long à digérer, encombre le rumen et diminue l'ingestion totale de la matière sèche. Les teneurs en NDF correspondent à la quantité totale de fibre (cellulose, l'hémicellulose et la lignine). ADF isole principalement la cellulose et la lignine. ADL (lignine) représente la fraction totalement indigeste. D'après cette étude, les feuilles de châtaigniers auraient des concentrations élevées en lignine ce qui pourrait expliquer la digestibilité enzymatique moyenne dans ce même tableau, car la lignine est totalement indigeste. Plus il y a de fibres dans l'aliment moins il est digestible.

¹ Sur le Murier blanc, la teneur en Matière Minérale en % de MS est élevée dans cette étude du fait d'un rapport Ca/P déséquilibré (richesse des feuilles en Ca). Cela n'implique pas de risque pour le troupeau et le mûrier blanc reste intéressant pour l'affouragement des femelles en lactation ou allaitante. Cependant, les aliments riches en Calcium étant à proscrire en fin de gestation pour éviter la fièvre de lait, la distribution de feuille de mûrier à ce stade physiologique n'est donc pas recommandée.

Tableau 2 : Composition en minéraux des **feuilles** d'arbres collectées en août de 2014 à 2017 (valeurs médianes par espèces) (d'après S. Novak et al, 2020)

Espèces	n	Macro-éléments					Micro-éléments			
		P	Ca	Mg	Na	K	Cu	Fe	Mn	Zn
		g/kg MS					mg/kg MS			
Châtaignier	6	1,85	6,11	2,28	0,16	12	7,9	61,1	275,5	29,4
Mûrier blanc	14	2,42	31,35	2,99	0,1	23,7	4,5	65,8	27,5	22,7

n : nombre de prélèvements pour cette espèce, P : phosphore, Ca : calcium, Mg : magnésium, K : potassium, Na : sodium, Cu : cuivre, Fe : fer, Mn : manganèse, Zn : zinc

Toujours d'après l'étude de Novak et « al », les feuilles de châtaignier auraient une teneur en manganèse très élevée (275,5 mg/kg MS).

Tableau 3 : Concentrations moyennes ($\pm$ écart-type) en minéraux **foliaires** pour les châtaigniers (*Castanea Sativa*) des sites 3 et 4 au mois de juin et septembre (D'après Kendall et « al », 2021) au Royaume-Uni.

Châtaignier	Macro-éléments					Micro-éléments		
	P	Ca	Mg	Na	K	Cu	Fe	Mn
	g/kg MS					mg/kg MS		
Juin	2,1 $\pm$ 0,14	7,2 $\pm$ 0,84	2,8 $\pm$ 0,23	0,17 $\pm$ 0,028	10,2 $\pm$ 0,65	11,1 $\pm$ 0,28	110 $\pm$ 12	632 $\pm$ 91,9
Septembre	2,3 $\pm$ 0,32	10,1 $\pm$ 1,57	3,2 $\pm$ 0,39	0,67 $\pm$ 0,156	11,3 $\pm$ 2,73	5,4 $\pm$ 0,16	98 $\pm$ 21,2	938 $\pm$ 128,6

P : phosphore, Ca : calcium, Mg : magnésium, K : potassium, Na : sodium, Cu : cuivre, Fe : fer, Mn : manganèse

Cette étude de 2021, réalisée au Royaume-Uni, nous informe sur les concentrations en minéraux retrouvées dans les feuilles de châtaignier. Nous n'avons pas d'indication sur le nombre d'échantillons prélevés. Dans la méthode, il est mentionné que des branches d'un diamètre de 10 mm ont été sélectionnées selon quatre orientations (nord, est, sud, ouest) autour de la couronne de l'arbre et coupées à l'aide de sécateurs. Environ 600 g de biomasse verte ont été collectés en détachant les feuilles et les pétioles des branches coupées à la main (avec des gants). Cela a été réalisé sur 2 sites de prélèvements différents et à différentes périodes (juin et septembre).

Le symbole $\pm$ représente l'écart-type, c'est-à-dire, la dispersion des valeurs obtenues autour de la moyenne. Plus l'écart type est faible plus les valeurs sont regroupées autour de la moyenne. Parmi les éléments analysés, ce sont les teneurs en manganèse (Mn) qui ont les plus fortes variations. De plus, les concentrations en Mn sont extrêmement élevées (632 $\pm$ 91,9 mg/kg MS au mois de juin et 938 $\pm$ 128,6 mg/kg MS au mois de septembre). En comparaison avec l'étude de Novak et al 2020, on retrouve des concentrations élevées en manganèse mais dans une moindre mesure (275,5 mg/kg MS).

On retrouve des variations significatives autour de la moyenne pour le Fer. En comparaison avec l'étude de Novak et « al », les teneurs en Fer dans les échantillons du Royaume-Uni sont plus élevées.

Pour les autres minéraux (P, Ca, Mg, Na, K, Cu) les variations autour de la moyenne sont faibles. Les résultats obtenus dans cette étude sont proches de ceux observés dans l'étude de Novak et « al ».

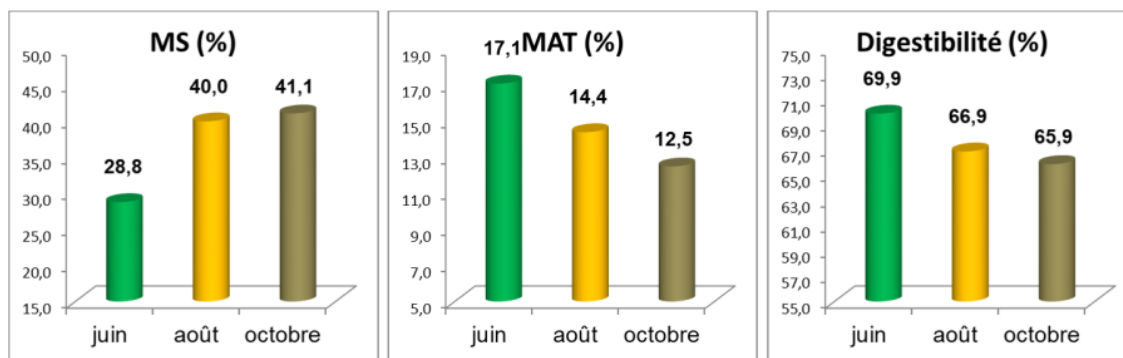


Figure 2 : Effets de la date de récolte (3 dates) sur MS, MAT, et digestibilité de feuilles de ligneux- 35 comparaisons en 2016 – 16 espèces -258 échantillons (Emile et al, 2018, Séminaire ARBELE)

Cette étude porte sur un panel de 16 espèces de ligneux, tous confondus. Au cours de l'année (juin – août – octobre), il est constaté :

- Une augmentation de la Matière Sèche,
- Une diminution de la Matière Azotée Totale (MAT),
- La digestibilité est meilleure au printemps puis reste stable entre été et automne.

Le mois d'août semble un bon compromis pour conserver de bonnes teneurs en MAT. **Il n'est pas précisé dans cette étude si le châtaignier est représenté.**

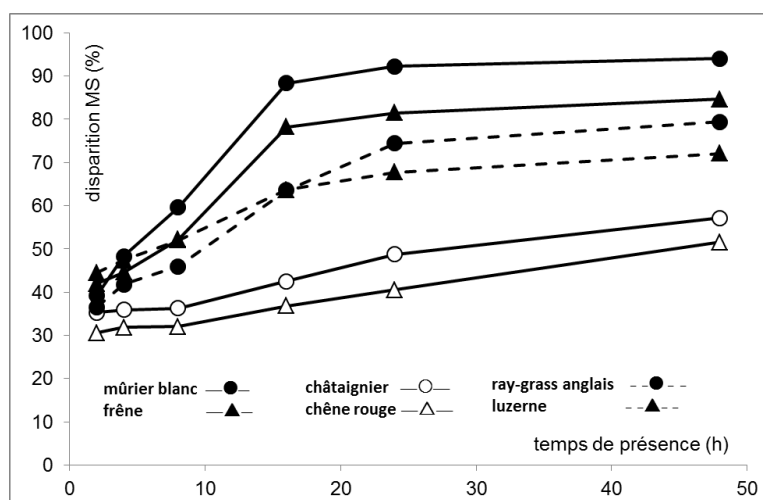
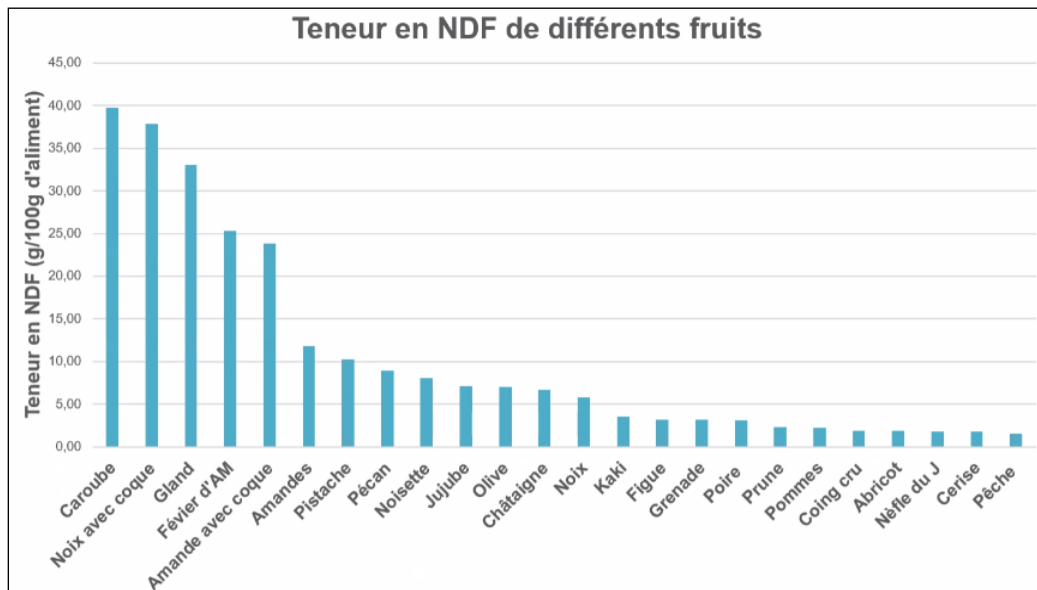


Figure 3: Cinétique de dégradation dans le rumen de feuilles de murier blanc, frêne, châtaignier et chêne rouge par rapport à du ray-grass anglais et de la luzerne (été 2015) (Emile et al, 2018, Séminaire ARBELE). Essais avec des vaches canulées.

Cet essai sur des vaches canulées permet de comparer la vitesse de disparition en pourcentage de Matière Sèches de fourrages ligneux par rapport à de la luzerne et du ray-grass. Le mûrier blanc est le fourrage le plus rapidement dégradé : environ 85% de la MS est digéré au bout de 15h et on atteint les 90% au bout de 25h. Il est suivi de près par le frêne. On observe 3 groupes qui se démarquent. Le mûrier blanc et le frêne ont la meilleure cinétique de dégradation. Ensuite, le ray-grass anglais et la luzerne. Et enfin le châtaignier et le chêne rouge. Au bout de 15 h, la disparition des feuilles de châtaignier atteint seulement 40 % de dégradation de la MS dans le rumen et environ 55% après 50 heures.

Valeurs nutritives des fruits



Source : Graphique Agroof Scop

Plus la teneur en NDF est élevée, plus l'aliment est fibreux. Sur le graphique en barre ci-dessus, on constate que la teneur en fibre totale de la châtaigne est relativement faible en comparaison avec le gland et la caroube.

L'intérêt alimentaire = composition espèce *Sativa* et quelques hybrides *C. sativa* x *C. crenata*)
La châtaigne fraîche épluchée contient à la récolte : de l'eau, des glucides, des protéides et très peu de lipides mais de bonne qualité. Elle contient également des minéraux et des vitamines.

Composition des glucides :

- Amidon 51%
- Glucides pariétaux 39% (surtout hemicellulose et aussi un peu de lignine)
- Saccharose 8%
- Glucose 2%

Les protéides :

- Déficitaire en acides aminés souffrés
- L'acide gamma-aminobutyrique (GABA) est présent en quantité relativement importante

Minéraux :

- surtout potassium, phosphore, calcium et magnésium

Oligo-éléments :

- Fer, cuivre et manganèse sont bien représentés

Vitamines :

- Quantité importante de vitamine C (60 à 80 mg/100g de châtaigne fraîche)

La châtaigne fraîche épluchée est donc fortement glucidique et très énergétique. 100 g de châtaigne fraîche épluchée apporte en moyenne 200 kcal ou 837 kJ. La digestibilité glucidique est très bonne. La présence relativement importante de l'acide gama-aminobutyrique (GABA) en fait un aliment particulièrement intéressant. Discussion sur les valeurs nutritives des feuilles et des fruits du châtaignier dans la bibliographie

Discussion sur les valeurs nutritives des feuilles et des fruits du châtaignier

En conclusion de ces recherches bibliographiques sur la qualité nutritive des feuilles de châtaignier, notons que les études sus-citées ont le mérite d'exister. L'appréciation de la qualité nutritive du châtaignier doit s'évaluer en comparaison avec d'autres fourrages ligneux. La meilleure référence étant celle du mûrier blanc, la feuille de châtaignier peut être considérée comme un fourrage de qualité moyenne (MAT, ADF, digestibilité). Néanmoins, le nombre d'études et d'échantillons étant très faibles, il faut nuancer cette interprétation.

Dans l'étude de *Novak et « al. »* et celle de *Kendall et « al. »*, les analyses sont uniquement sur les feuilles de ligneux, or dans la réalité ce sont des feuilles avec des brindilles lignifiées qui sont, soient distribuées, soient directement consommées sur l'arbre par les animaux.

Compte tenu des résultats en manganèse dans les feuilles de châtaigniers, il faut tenir compte des risques de toxicité chronique à la suite d'une ingestion répétée.

Notons également que la composition chimique des feuilles d'arbres varie en fonction de la saison de récolte, de la taille des arbres et de la zone géographique (conditions pédoclimatiques).

Concernant les valeurs nutritives du fruit, les sources d'informations sont nombreuses du fait de la consommation de cet aliment par l'homme. Cependant les résultats portent sur le fruit frais épluché, ce qui biaise notre interprétation car les animaux consomment également l'enveloppe de la châtaigne : la coque brune rigide ainsi que la fine pellicule adhérente au fruit. Il n'en demeure cependant, que la châtaigne est un aliment fortement énergétique, intéressant pour l'alimentation des troupeaux.

Intérêts sanitaire et alimentaire des tanins

On retrouve les 2 catégories de tanins dans les **feuilles** de châtaigniers.

Les Tanins Hydrolysables (TH) :

De manière générale, on le trouve dans les jeunes feuilles d'arbre. En excès, ils sont hydrolysés dans l'intestin libérant des toxines pour le foie et les reins. « Sa toxicité diminue grandement avec la maturité de la feuille » (A. Martin, 2015). Pour diminuer le risque avec ces tanins, les éleveurs distribuent le feuillage (en milieu tempéré, sans précision sur le type d'arbre) de mi-août à fin octobre (synthèse 2024, projet SARBIVOR). Cette pratique pourrait également résulter d'une variation saisonnière de l'appétence des feuilles.

Tableau 4 : Caractéristiques des composés phénoliques (en mg/g) présents dans les extraits éthanoliques des enveloppes internes et externes de la châtaigne, la bogue et les feuilles de châtaignier *Castanea Sativa* Mill. (D'après Silva V et al, 2020).

Peak	Rt (min)	λ_{max} (nm)	[M - H] ⁻ (m/z)	Main MS ² Fragments (m/z)	Tentative Identification	Inner Shell	Outer Shell	Bur	Leaves	t-Students Test p-Value
1	4.01	270	169	125(100)	Gallic acid	nd	8.3 ± 0.2	nd	nd	-
2	14.39	276	937	767(5), 637(18), 467(100), 301(5)	Trigalloyl-HHDP-glucose	nd	nd	1.80 ± 0.02	18.0 ± 0.5	<0.001
3	15.4	352	479	317(100)	Myricetin-3-O-glucoside	0.522 ± 0.002	nd	nd	nd	-
4	17.64	355	609	301(100)	Quercetin-3-O-rutinoside	nd	nd	0.474 ± 0.001	1.845 ± 0.004	<0.001
5	17.74	351	463	317(100)	Myricetin-O-deoxyhexoside	0.505 ± 0.001	nd	nd	nd	-
6	18.02	354	477	301(100)	Quercetin-O-deoxyhexoside	nd	nd	nd	1.08 ± 0.02	-
7	18.8	354	463	301(100)	Quercetin-3-O-glucoside	nd	nd	0.521 ± 0.002	2.33 ± 0.08	<0.001
8	19.42	362	301	256(10), 185(5)	Ellagic acid	0.289 ± 0.001	nd	nd	nd	-
9	21.04	347	539	285(100)	Kaempferol-3-O-rutinoside	nd	nd	0.493 ± 0.001	0.94 ± 0.03	<0.001
10	22.03	350	623	315(100)	Isorhamnetin-3-O-rutinoside	nd	nd	0.669 ± 0.002	0.69 ± 0.02	0.002
11	22.25	351	447	301(100)	Quercetin-3-O-rhamnoside	nd	nd	0.516 ± 0.003	1.138 ± 0.003	<0.001
12	22.58	314	739	593(17), 285(100)	Kaempferol-O-(p-coumaroyl)-rutinoside	nd	nd	nd	0.486 ± 0.006	-
13	23.09	353	447	315(100)	Isorhamnetin-O-pentoside	nd	nd	nd	1.97 ± 0.03	-
14	23.67	352	507	345(100)	Syringetin-O-hexoside	0.568 ± 0.001	1.112 ± 0.004	nd	nd	<0.001
Total Phenolic compounds						1.883 ± 0.003 ^d	9.4 ± 0.2 ^b	4.48 ± 0.01 ^c	28.5 ± 0.6 ^a	-

nd—not detected; standard calibration curves: A—gallic acid ($y = 131538x + 292163$, $R^2 = 0.9969$, LOD (limit of detection) = 8.05 µg/mL and LOQ (limit of quantification) = 24.41 µg/mL, peak 1); B—ellagic acid ($y = 26719x - 317255$, $R^2 = 0.9986$, LOD = 41.20 µg/mL and LOQ = 124.84 µg/mL, peaks 2 and 8); C—myricetin ($y = 23287x - 581708$, $R^2 = 0.9988$, LOD = 61.21 µg/mL and LOQ = 185.49 µg/mL, peaks 3, 5, and 14); D—quercetin-3-O-rutinoside ($y = 13343x + 76751$, $R^2 = 0.9998$, LOD = 14.71 µg/mL and LOQ = 44.59 µg/mL, peaks 4, 6, 9, 10, 11, 12, and 13); E—quercetin-3-O-glucoside ($y = 34843x - 160173$, $R^2 = 0.9998$, LOD = 17.01 µg/mL and LOD = 51.54 µg/mL, peak 7). For total phenolic compounds, an ANOVA analysis was performed, with different letters indicating significant differences ($p < 0.05$).

En comparaison avec l'enveloppe de la châtaigne et la bogue, les feuilles de châtaigniers sont la partie dont la teneur en composés phénoliques est la plus élevée, avec le trigalloyl-HHDP-glucose (18,0 ± 0,5 mg/g) comme composé principal. Il fait partie de la catégorie chimique des tanins hydrolysables (Ellagitannin). Les autres composés phénoliques retrouvés dans les feuilles sont des flavonoïdes. Ces composés ont des fonctions anti-oxydantes reconnues (ex : Quercetin-3-O-rutinoside et Quercetin-3-O-glucoside).

Concernant l'enveloppe interne et externe de la châtaigne, elles contiennent des tanins faisant partie de la catégorie chimique des tanins hydrolysables (acide gallique pour l'enveloppe externe et acide ellagique pour l'enveloppe interne) et des flavonoïdes.

Les Tanins Condensés (TC) :

Les tanins condensés ne traversent pas la barrière intestinale et sont donc moins toxiques que les hydrolysables. Ils offrent de nombreux avantages, toutefois ils peuvent avoir des effets néfastes en fonction de leur concentration dans le fourrage et de l'espèce animale qui les consomme. Dans la bibliographie, il existe des différences sur les concentrations néfastes en TC. Nous trancherons en retenant la valeur suivante : supérieure à 40 g/kg en TC de MS (4 % en TC de MS) comme nuisible pour la digestibilité des protéines et de la Matière Sèche (MS) chez les ruminants.

Une étude (Berard et al, 2011) menée sur des plantes fourragères poussant dans l'Ouest Canadien a montré que la teneur en TC augmente avec la maturité des plantes, à l'exception du sainfoin où l'effet inverse est observé.

Avantages et inconvénients des tanins condensés (liste non exhaustive) (Paolini et al. 2003 ; Martin A. 2015)

Avantages	Inconvénients
Efficacité relative pour lutter contre le parasitisme gastro-intestinal	Effets des tanins sur les animaux laitiers à étudier
Réduction des œufs de parasites dans les fèces, pâturages moins contaminés et de fait, moins de risque d'infester les ruminants	Dose optimale d'utilisation en élevage à déterminer _ Des écarts importants d'une étude à l'autre sur les concentrations dans la ration afin d'obtenir un effet antiparasitaire
Amélioration de l'utilisation de l'azote chez les ruminants (réduction des pertes d'azote sous forme d'urée) du fait de la réduction de la dégradation ruminale des protéines dans le rumen augmentant ainsi le flux de protéines vers l'intestin grêle	Le choix de l'espèce végétale comme meilleure source de tanins encore mal défini selon le type de cheptel, l'appétence et les conditions de croissance du végétal
Diminution de l'utilisation des anthelminthiques (vermifuges)	Teneur supérieure à 5 % en TC de MS dans le fourrage entraîne une réduction de la digestibilité en raison d'une baisse de la dégradation de la fibre, ce qui limite l'absorption d'énergie
Prévention de la météorisation	Effet néfaste lorsqu'ils sont ingérés en excès

« 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. » (Synthèse 2024, projet SARBIVOR), ou autrement dit des teneurs en TC entre 2% et 4,5% de MS. En revanche, même avec des taux aussi faibles que 0,17 % de la MS, les teneurs en TC peuvent prévenir la météorisation² tout en maintenant une forte productivité. Ainsi, intégrer des TC dans les rations pourrait être une stratégie efficace et naturelle pour la prévention du météorisme chez les bovins au pâturage (McMahon, 2000).

² Météorisation : Accumulation de gaz dans l'intestin se traduisant par une augmentation du volume de l'abdomen.

Changement climatique et concentration en tanin des plantes

Les concentrations en tanins dans les végétaux dépendent de plusieurs facteurs (Zimmer *et al.*, 1996) :

- Le type de plante (facteur génétique, stade phénologique, partie de la plante)
- Conditions environnementales : ensoleillement important et sol peu fertile = augmentation des concentrations en tanins. De hautes températures et un stress hydrique, augmentent également le taux de tannins des plantes (Podgorski *et al.*, 2017)
- La pression de pâturage favorise également la production de tanins

Avec le réchauffement climatique, on peut donc s'attendre à une augmentation des concentrations en tanins dans les plantes dans les années à venir. Chaleur et sécheresse combinées conduisent à doubler la concentration en tanins dans une étude portant sur l'analyse des feuilles de l'érable rouge (*Acer rubrum*) (Podgorski *et al.*, 2017).

Discussion sur les teneurs en tanins et les bénéfices observés sur les ruminants

Là encore, il est difficile de tirer des conclusions pertinentes sur les teneurs en tanins réellement présentes dans les feuilles et fruits du châtaignier. Dû à un faible nombre d'étude et d'échantillons, il n'est pas possible à l'heure actuelle de définir des valeurs précises à respecter permettant de profiter des avantages et/ou de limiter le risque avec les tanins de cette essence (feuille et fruit) dans l'alimentation des ruminants. En effet, il faut considérer la valeur seuil de TC de 4 - 5% de MS avec prudence, ainsi que le consensus sur les concentrations idéales pour un effet antiparasitaire. De plus, tout cela doit être pensé à l'échelle globale de la ration et de l'aliment réellement consommé (ex : châtaigne avec enveloppe et non châtaigne épluchée).

Nous n'avons pas trouvé d'études sur l'évolution des teneurs en Tanins Condensés (TC) dans les feuilles de châtaigniers (augmentation ou diminution avec la maturité de la feuille ?).

Les teneurs en TC dans l'étude de Novak *et al.* de 2020 ne peuvent pas servir de référence. En effet, parmi les éléments analysés, les teneurs en tanins présentent les plus fortes variations entre les espèces et au sein même d'une même espèce. Dans cette même étude, des comparaisons ont été faites avec des résultats d'autres études issues de la littérature. L'exemple des feuilles du chêne liège est très parlant (1,4 % de MS dans l'étude de Novak *et al.* échantillons de France contre 15,1% MS échantillons provenant d'une zone montagneuse de Tunisie).

Toutefois, certains résultats semblent concorder avec ce que les anciens pratiquaient autrefois, à savoir « A FRASCA » sur les châtaigniers après le 15 août (témoignage d'un exploitant sur ce que les anciens disaient : « les feuilles étaient meilleures pour les animaux après le 15 août ») et les dires de la bibliographie qui mentionnent une diminution des tanins hydrolysables avec la maturité de la feuille. L'idéal serait de pouvoir réaliser des analyses de végétaux à l'échelle local

avec des échantillons (feuilles et fruit avec enveloppe) provenant de diverses zones pédoclimatiques en Corse.

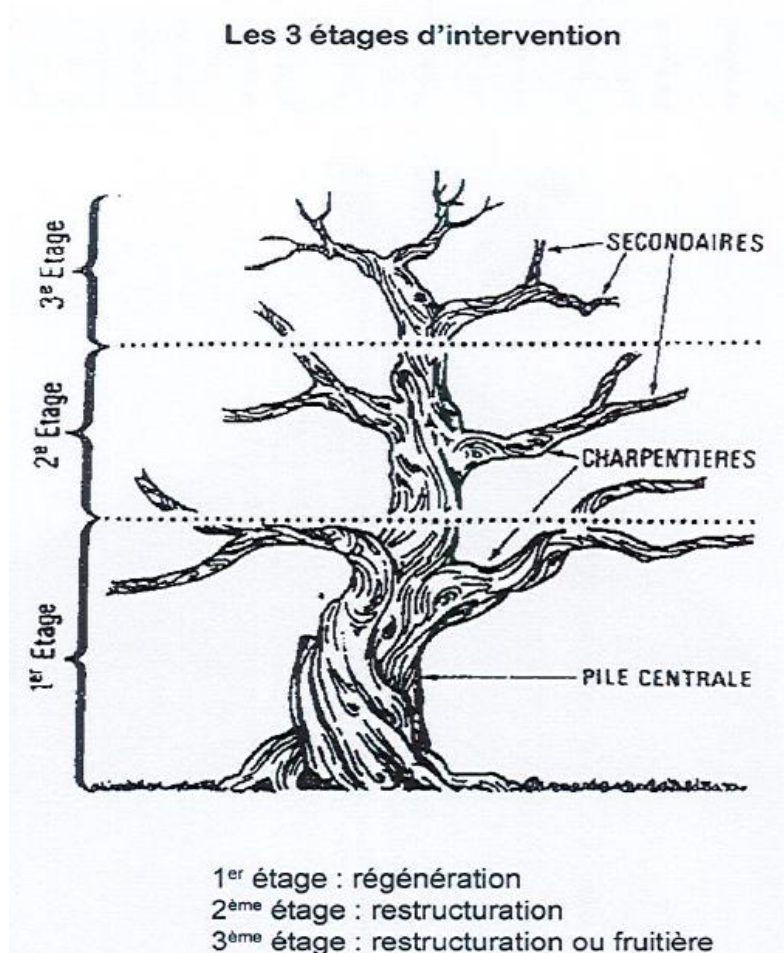
D'après la bibliographie, les herbivores adaptés à une alimentation riche en tanins ont su développer des mécanismes de protection, en particulier la synthèse de protéines salivaires riches en proline « neutralisant » les tanins ingérés (*N. Zimmer et al., 1996*). Tous les tanins ne sont pas concernés, par exemple chez le cerf mullet, les tanins condensés et les tanins galliques (faisant partie des Tanins Hydrolysable) sont neutralisés mais pas les tanins ellagiques (TH) (*Résultat d'étude cité dans N. Zimmer et al, 1996*). Il serait intéressant de pouvoir étudier sur nos élevages si cette protéine salivaire est bien présente et sur quels types de tanins elles agissent en fonction des animaux.

D'autres paramètres doivent être pris en compte dans la globalité de cette démarche afin d'identifier les leviers et freins de la réappropriation du système agro-sylvo-pastoral. Et l'un des points à ne pas négliger est bien entendu la taille des arbres et l'entretien.

Partie 2 : Préconisations de taille et d'entretien des châtaigniers

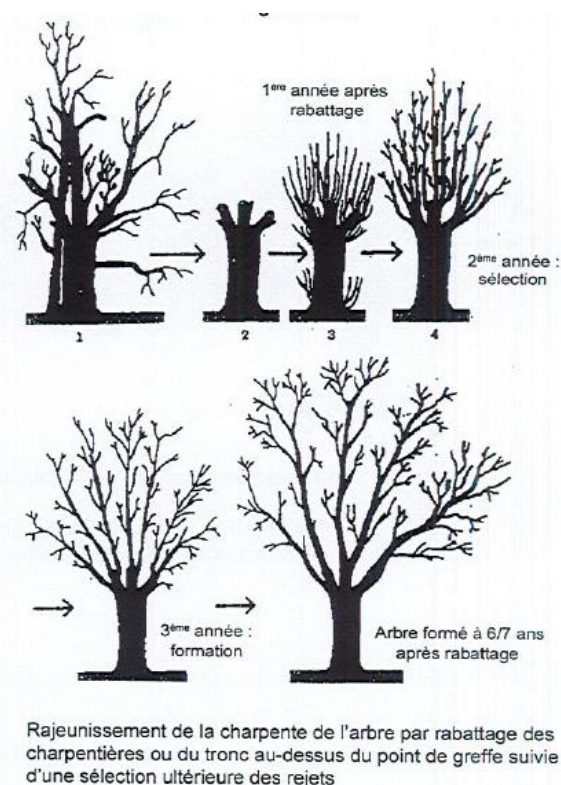
Techniques de taille adaptées aux châtaigniers

L'intégralité des références ci-dessous sont extraites du guide de « la rénovation des châtaigniers, taille et précautions d'usages », CDA2A, 2009.



Pour des précisions et un accompagnement, contacter les conseillers castanéicoles de la chambre d'agriculture de région Corse : Patricia SOULLARD : 06 11 39 49 56 / Jean-Marcel VINCENTI : 06 11 39 47 35

Taille de régénération



Uniquement si l'arbre ne présente plus que des **cimes desséchées et des branches charpentières atteintes par le chancre.**

Rabattage qui s'effectue au « tire-sève » par la méthode d'étêtage

Ou

En biseau, si absence de « tire-sève³ ».

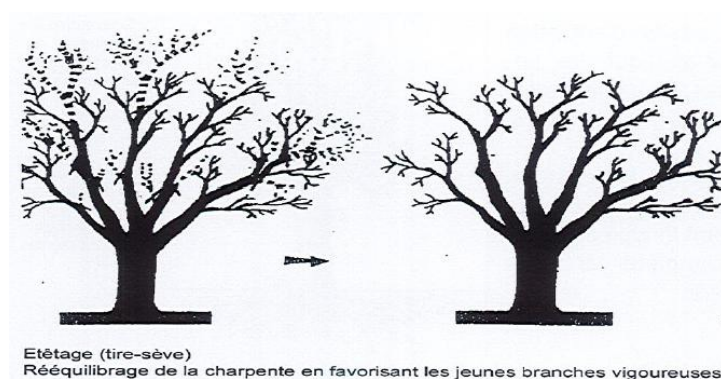
Sélection des rejets après rabattage en 3 ans.

Ne pas sélectionner trop tôt, il faut pouvoir distinguer les rejets dominants. Ces derniers seront isolés pour recréer une charpente ouverte et équilibrée.

La sélection doit permettre également d'éviter les frottements entre les branches qui favorisent les attaques de chancre.

Travail qui demande du temps sur plusieurs années.

Taille de restructuration



Restructuration autour de la charpente

Suppression des parties malades

Etêtage des cimes

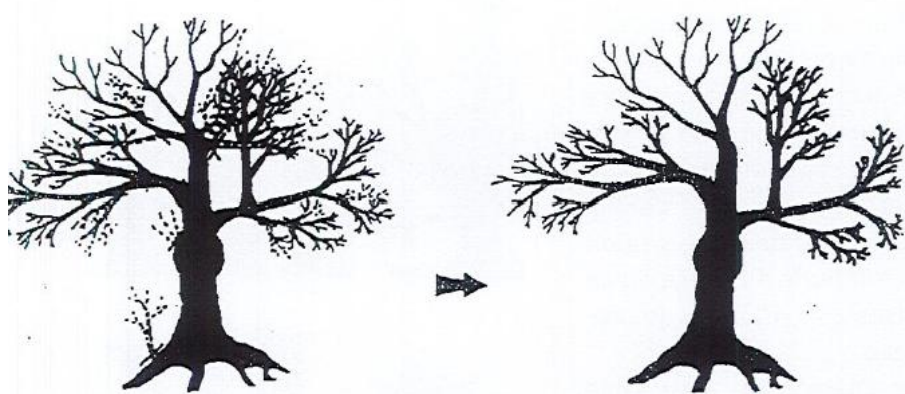
Favoriser les rejets vigoureux et sains de 15 à 20 cm de diamètre.

Après la taille de restructuration, d'autres étapes de coupe interviennent lors de la repousse

(rejets autour des anciennes coupes à l'intérieur de l'arbre, bois mort et chicots, branches mal orientées ou malades)

³ Tire-sève : rameau dont le diamètre doit être supérieur au tiers du diamètre de la branche porteuse sectionnée.

Taille fruitière



- Suppression des branches collées ou frottantes, mal orientées, intérieures et malades.
- Eclaircie des charpentières superposées en favorisant les rejets vigoureux.
- Suppression des gourmands, du bois mort et des rejets de pied.

Favoriser les jeunes branches à écorce lisse

Suppression des rejets de pieds et ceux inférieurs au point de greffe.

Après une taille fruitière, d'autres étapes de coupe interviennent lors de la repousse (rejets autour des anciennes coupes à l'intérieur de l'arbre, bois mort et chicots, branches mal orientées ou malades)

Taille d'entretien



Taille les années suivant les tailles précédentes :

- 1 Suppression des gourmands
- 2 Suppression des branches mortes ou chicots
- 3 Suppression des branches trop proches du tronc et des branches malades
- 4 Suppression des branches mal orientées ou gênantes
- 5 Suppression des drageons

Calendrier des périodes de taille des châtaigniers

- Pour les gros travaux : de fin novembre, début décembre (**après la chute des feuilles et des fruits**) jusqu'à mi-avril (**avant le débourrement⁴ de printemps**).
- Uniquement la taille d'entretien peut être effectuée « en vert » à partir de la fin août. Le problème des rémanents (déchets de branches) se pose. Ils devront être évacués et non brûlés du fait de la période d'interdiction d'emploi du feu.

⁴ Débourrement : moment de l'année où les bourgeons végétatifs et floraux des arbres se développent pour laisser apparaître leur bourre (terme désignant le duvet et les jeunes feuilles et fleurs enfouies dans les bourgeons de nombreux arbres) Source : wikipédia

Les besoins en matériel et en main-d'œuvre pour la taille des arbres

Rénovation de la châtaigneraie

Le cas d'une rénovation de châtaigneraie serait trop complexe à décrire dans ce document en fonction de l'état et de la localisation de la châtaigneraie. De plus, l'une des difficultés techniques majeures dans le cas d'une rénovation est la grande quantité de bois (résidus de coupe) à évacuer. Pour les individus ayant des problèmes sanitaires, notamment le chancre de l'écorce, l'objectif est de sortir le bois de coupe le plus rapidement possible pour éviter la propagation sur les châtaigniers sains. Il doit être évacué avant le printemps. Si la parcelle est difficile d'accès (absence de piste, piste étroite...), l'évacuation des rémanents peut être difficile et représenter un blocage technique important. De manière générale, le bois de châtaignier est brûlé.

Vigilance sur l'écobuage des rémanents : brûler trop prêt des branches de châtaigner provoque des blessures aux arbres, augmentant ainsi le risque d'attaque du chancre. Notons également que les racines des châtaigniers sont traçantes, donc en surface. Plusieurs châtaigneraies ont été détruites ainsi juste après des rénovations. Une des racines prend feu et se propage à l'arbre et aux autres racines (des arbres à côté).

Dans le cas d'une rénovation, il est préférable de faire appel à un professionnel de l'élagage. A ce jour, le financement pour la rénovation de châtaigneraies par l'ODARC est ouvert seulement aux éleveurs porcins et aux castanéiculteurs en AOP.

Taille sur des châtaigniers entretenus annuellement

Matériel :

- Echelle de 4 m (hauteur variable fonction de la hauteur des arbres) = il faut pouvoir atteindre le tronc au niveau où se partagent les charpentières
- Matériel de sécurité : harnais, longues, mousquetons.... Petite tronçonneuse ou élagueuse
- Sécateur électrique
- Petite scie à main d'élagage
- Produit désinfectant pour le matériel avec de l'eau javellisée à 12% et un pinceau ou une petite brosse pour le nettoyage. A réaliser autant que possible et surtout entre chaque arbre

Temps de taille par arbre :

Très variable d'un arbre à l'autre mais si la châtaigneraie est entretenue tous les ans, on pourrait estimer ce temps à environ 15 minutes par arbre (désinfection et cicatrisant compris).

A la fin du chantier, il peut y avoir des grosses branches dont il faut prévoir l'évacuation rapidement ou bien brûler sur place loin des châtaigniers si la taille d'entretien s'effectue uniquement en hiver. En été, il est interdit de brûler.

Conclusion

La bibliographie sur la composition nutritive des feuilles et fruit du châtaignier ne permet pas de tirer des conclusions pertinentes pour l'élaboration d'un modèle de complémentation de la ration alimentaire des ruminants. L'apport fourrager permis par les arbres, notamment par le châtaignier, grâce à ses feuilles ou à ses fruits doit être considéré comme un complément ponctuel d'une ration alimentaire. La qualité fourragère des feuilles doit être interprétée de manière comparative par rapport à d'autres essences fourragères.

La solution vers laquelle se tourner et la plus pertinente est de s'orienter vers un recensement des pratiques existantes car l'intégration de l'arbre comme ressource fourragère n'est pas une nouveauté dans nos élevages. De plus, afin de pouvoir quantifier/qualifier la composition nutritionnelle des feuilles et fruit du châtaignier, des analyses devraient s'envisager directement sur notre territoire par microrégions avec un nombre suffisant d'échantillons et à la période à laquelle elle serait distribuée aux animaux.

Ces feuillages doivent être envisagés comme complément, voire comme ressource de secours en cas de sécheresse.

Les questions prioritaires sont :

Comment enregistrer et analyser les pratiques des éleveurs afin d'en extraire un modèle qui puisse être transposable à d'autres exploitations ? Comment mettre en place un réseau d'observation sur les exploitations déjà utilisatrices de cette ressource afin d'établir un référentiel sur l'utilisation du châtaignier dans les élevages de ruminants ?

Selon le Dr Maurières Mathieu (Doctorat d'agronomie, option zootechnie, expert dans le domaine de l'élevage des ruminants et des productions fourragères) :

« Il ne faut pas raisonner en valeur d'aliments pris individuellement mais en équilibre et synergie de la ration. C'est la réaction des animaux, évaluée à travers leurs performances (production de lait, taux protéique & butyreux des laits individuels, état corporel, croissance des jeunes, fécondité) qui va permettre de valider ou pas le modèle nutritionnel et de le faire évoluer avec l'objectif d'améliorer les dites performances. »

Nous devons également tenir compte d'autres éléments dans notre réflexion. Les châtaigneraies entretenues à l'heure actuelle sont celles exploitées avant tout pour la récolte de châtaigne pour l'alimentation humaine. Les anciens modèles avec du pâturage étaient basés sur la dualité castanéculteur/éleveur. L'entraide familiale était également très importante, permettant une meilleure répartition des diverses tâches et ainsi un gain de temps. D'autres part, les anciens étaient habitués à des conditions de travail difficiles sans mécanisation. On ne peut pas demander à l'heure actuelle à un éleveur et/ou castanéculteur de travailler comme le faisait les anciens. Des adaptations sont à prévoir dans les nouveaux modèles à mettre en place.

La rentabilité est également un facteur essentiel à prendre en compte. Pour l'aide aux rénovations des châtaigneraies, seuls les castanéculteurs en AOP « Farine de châtaigne corse - Farina Castanina Corsa » et les éleveurs porcins sont aidés par l'ODARC. De plus, les parcelles de châtaigneraie sont éligibles à la Politique Agricole Commune (PAC) uniquement pour les castanéculteurs et les éleveurs porcins. Ainsi, le modèle doit s'envisager, pour être rentable avec la dualité castanéculteur/éleveur.

Bibliographie :

Abi Fadel (2024), Évaluation des perspectives de l'agroforesterie dans les systèmes d'élevage de ruminants en Corse, mémoire fin d'études.

Berard N. C., Wang Y., Wittenberg V, Krause D. O., Coulman B. E., Mcallister T. A., Ominski K. H. (2011). « Condensed tannin concentrations found in vegetative and mature forage legumes grown in western Canada », Canadian Journal of Plant Science, vol. 91, no 4, p. 669-675.

Emile J.-C., Novak S. et Mahieu S. Valeur alimentaire des feuilles de ligneux pour les ruminants, Présentation pour la Journée ARBELE Rambouillet (78) le 5 juin 2018.

Guide de « la rénovation des châtaigniers, taille et précautions d'usages », (2009), CDA2A.

INPN (cahier habitat) 9260-4 - Châtaigneraies de la Corse.

Kendall, N. R., Smith, J., Whistance, L. K., Stergiadis, S. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7293-182X>, Stoate, C., Chesshire, H. and Smith, A. R. (2021) Trace element composition of tree fodder and potential nutritional use for livestock. *Livestock Science*, 250. 104560. ISSN 1871-1413.

Martin A., (2015), L'utilisation des tanins dans l'alimentation ovine pour prévenir le parasitisme, *Revue de littérature Québec*.

McMahon, L. R., McAllister, T. A., Berg, B. P., Majak, W., Acharya, S. N., Popp, J. D., Coulman, B. E., Wang, Y. and Cheng, K.-J. (1999), A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle

Moreau JC, Beral C., Hannachi Y., Lavoyer, S. Monier, ARBELE- (2020) L'arbre dans les exploitations d'élevage herbivore : des fonctions et usages multiples. *Innovations Agronomiques*, 79, pp.499-521.

Novak S. et al. (2020). Composition chimique et digestibilité in vitro des feuilles d'arbres, arbustes et lianes en été (*Fourrages* 242 : 35-47)

Paolini V., Dorchie P. et Hoste H. (2003), « Effets des tanins condensés et des plantes à tanins sur les strongyloses gastro-intestinales chez le mouton et la chèvre », *Alteragri*, p17-19.

Peter J Perry, *Annales du midi* (1984), L'arbre à pain : le châtaignier en Corse.

Podgorski L., Reynaud C., Montibus M., (2017), Etude « Blocage des tannins du chêne et du châtaignier pour une utilisation extérieure ». Institut technologique FCBA.

Silva V., Falco V., Dias M.I., Barros L., Silva A., Capita R., Alonso-Calleja C., Amaral J S, Igrejas G., Ferreira I., Poeta P. (2020), Evaluation of the Phenolic Profile of *Castanea sativa* Mill. By-Products and Their Antioxidant and Antimicrobial Activity against Multiresistant Bacteria.

Synthèse du projet SARBIVOR (Sol, Arbre, Herbivores), juin 2024, les fourrages ligneux, Association française d'Agroforesterie.

Zimmer N., Cordesse R., (1996), *INRA Production Animale*, 9 (3), p167-179.