



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

The French Journal on Grasslands and Forages

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Française pour la Production Fourragère

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.org



AFPF – Maison Nationale des Eleveurs – 149 rue de Bercy – 75595 Paris Cedex 12
Tel. : +33.(0)1.40.04.52.00 – Mail : contact@afpf-asso.fr

Association Française pour la Production Fourragère

Les arbres, une ressource fourragère au pâturage pour des bovins laitiers ?

J.-C. Emile¹, P. Barre², R. Delagarde³, V. Niderkorn⁴, S. Novak¹

Pourrait-on utiliser les arbres, arbustes et lianes dans les systèmes fourragers et en particulier au pâturage ? Cet article présente des dispositifs mis en place à l'Inra à Lusignan pour insérer l'agroforesterie dans un système d'élevage bovin laitier. Les premiers résultats illustrent la grande variabilité existant au sein des 27 espèces échantillonnées.

RÉSUMÉ

Les dispositifs expérimentaux mis en place permettront d'étudier différentes espèces, organisations spatiales et types de protection vis-à-vis du troupeau, ainsi que plusieurs modes d'exploitation de ces ressources ligneuses. La valeur nutritive des feuilles collectées en été sur 27 espèces ligneuses fait l'objet d'une large évaluation (valeur énergétique et azotée, teneur en fibres et en tanins condensés, digestibilité, dégradabilité théorique de l'azote). Plusieurs espèces présentent un excellent profil pour leur valeur protéique et énergétique : le mûrier blanc et le frêne, mais aussi le tilleul, l'aulne de Corse et un certain nombre de lianes et d'arbustes. D'autres espèces conviendraient également pour alimenter en été, et par le pâturage, des animaux à l'entretien ou aux besoins plus modérés que des animaux en lactation.

SUMMARY

Trees: a source of forage for grazing dairy cows?

Can forage systems exploit trees, shrubs, and lianas, particularly during summer grazing? This study discusses the approaches being used at the INRA center of Lusignan to combine agroforestry and dairy livestock farming. Researchers are examining different species, spatial organisation systems, and means of protecting herds, as well as exploring multiple ways of exploiting woody resources. The first results for nutritional quality (i.e., of leaves collected in the summer) show that a great deal of variability exists among the 27 study species. They also highlight the attractiveness of certain tree species, such as the white mulberry (*Morus alba*), the ash (*Fraxinus excelsior*), the common linden (*Tilia platyphyllos*), and the Italian alder (*Alnus cordata*), as well as of certain shrubs and lianas. Other species could also be used to feed specific types of grazing animals in the summer, namely those on maintenance diets or with more modest needs (i.e., non-lactating animals).

Vouloir conduire un troupeau en valorisant par le pâturage les ressources disponibles sur l'exploitation amène à s'interroger sur l'opportunité de considérer les ligneux comme ressource dans le système fourager, et de revisiter les atouts potentiels de l'agroforesterie en élevage. En effet, **les espèces ligneuses** (arbres, arbustes et lianes) **permettent à la fois de diversifier les ressources fourragères, d'offrir un microclimat plus favorable aux animaux** (KARKI *et al.*, 20010), mais aussi **de mieux capter le rayonnement solaire et d'utiliser les ressources en éléments minéraux et en eau des horizons profonds du sol** (DUPRAZ et LIAGRE, 2013 ;

TORRALBA *et al.*, 2016). Elles contribuent ainsi à mieux faire face à des épisodes de pénurie fourragère lors d'événements climatiques extrêmes de type sécheresse.

Cependant l'agroforesterie, et particulièrement **sa fonction fourragère, est très marginale dans les exploitations d'élevage**, en dehors de l'agriculture méditerranéenne et des estives, et encore plus réduite en élevage bovin laitier (PAPANASTASIS *et al.*, 2008 ; VANDERMEULEN *et al.*, 2016). Les principaux freins à son développement sont le temps long nécessaire à sa valorisation, les contraintes techniques de protection des jeunes arbres contre la faune sauvage et les animaux d'élevage et surtout l'absence de

AUTEURS

1 : Inra UE Fourrages Environnement Ruminants, F-86600 Lusignan ; jean-claude.emile@inra.fr

2 : Inra URP3F, F-86600 Lusignan

3 : Inra - Agrocampus Ouest PEGASE, F-35590 Saint Gilles

4 : Inra - Vetagro Sup, UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champagnelle

MOTS CLÉS : Arbre fourager, bovin laitier, composition chimique, digestibilité, espèce ligneuse, fourrage, haie, pâturage, ressources fourragères, sécurité fourragère, tanin, valeur alimentaire, valeur azotée, valeur énergétique.

KEY-WORDS : Chemical composition, dairy cattle, digestibility, energy value, feeding value, forage, forage resource, forage security, forage tree, grazing, hedgerow, nitrogen value, tannin, woody species.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Emile J.C., Barre P., Delagarde R., Niderkorn V., Novak S. (2017) : «Les arbres, une ressource fourragère au pâturage pour des bovins laitiers ?», *Fourrages*, 230, 155-160.

données quantitatives et qualitatives sur la capacité de ces ressources ligneuses à intégrer la ration des ruminants (HERMANSEN *et al.*, 2015).

Nous avons entrepris d'intégrer l'agroforesterie dans l'élaboration du système fourrager d'une exploitation bovine laitière, sur le site de l'Inra-Ferlus à Lusignan (Vienne), pour étudier comment et quels ligneux pourraient être utilisés au pâturage. Nous présentons dans ce texte les dispositifs et modalités pratiques mises en œuvre ainsi que nos premiers résultats relatifs à l'évaluation de la valeur alimentaire des feuilles d'arbres récoltées sur ce site et aux alentours.

1. Les dispositifs mis en place

Le système fourrager mis en place à Lusignan sur l'expérimentation système en bovin lait OasYs (NOVAK *et al.*, 2016a) intègre **les ligneux au pâturage** sous plusieurs formes (NOVAK *et al.*, 2016b) et vise à en préciser les conditions d'utilisation. Le tableau 1 en détaille les principales caractéristiques.

■ Des lignes agroforestières

Ces lignes ont été **implantées à l'intérieur de parcelles en rotation prairies - cultures**. Pour être exploitables directement au pâturage par l'animal elles seront conduites soit en têtard bas (coupés à 1 m de haut à l'âge de 6 à 8 ans), soit en taillis (après recépage à l'âge de 4 à 5 ans). Par la suite, l'exploitation de ces arbres ou lianes sera exclusivement assurée par les animaux.

Dans chacune des parcelles, les individus sont regroupés en modules expérimentaux, répétés et disposés en 2 blocs distincts, de façon à pouvoir effectuer le temps venu des observations relatives, selon les cas, à la productivité des espèces, au comportement alimentaire des animaux d'élevage, à l'ingestibilité et à la valeur fourragère, au type de protection contre les animaux ou au mode de palissage (vigne) et enfin à leur capacité à supporter le pâturage.

Au total, une dizaine d'espèces d'arbres (800 plants) ainsi que de la vigne (1 200 pieds) ont été implantées depuis 2014 sur 9 ha et seront exploitables d'ici 2020 (tableau 1). L'ensemble de ces ligneux implantés en lignes agroforestières permettra à l'avenir de préciser les modalités possibles de l'insertion des arbres dans les systèmes fourragers, sans négliger les aspects opérationnels (efficacité, coût, travail).

■ Des haies, un bois et un bosquet

Les haies existantes sur la ferme ont été **intégrées dans les parcelles pâturées et rendues ainsi accessibles aux animaux** soit en totalité, soit uniquement sur une face. Le comportement des animaux ainsi que le devenir de ces haies bocagères soumises au broutage seront suivis régulièrement.

De nouvelles haies ont également été installées pour étudier le comportement et la valeur fourragère de près de 70 espèces, choisies pour leur adaptation au changement climatique (micocoulier, frêne oxyphylle, érable de Montpellier, chêne pubescent...), leur aptitude à utiliser l'azote

	Nature et implantation	Thématique	Espèces
Lignes agroforestières			
Arbres têtards	3 ha, 200 arbres inter-rangs : 20 m intra-rangs : 3 m février 2014	pâturage de têtards diversité spécifique mode d'exploitation valeur alimentaire fertilité du sol	aulne de Corse, chêne vert, frêne commun, mûrier blanc, orme Lutèce
Vignes fourragères	3 ha, 1 160 pieds inter-rangs : 17 m lignes doubles 4 m 1 pied au m linéaire février 2014	pâturage de lianes diversité spécifique type de palissage mode d'exploitation valeur alimentaire	vignes porte-greffes Paulsen 1103 et Gravessac
Arbres multifonctions	3 ha, 600 arbres, 200 pieds inter-rangs : 20 m intra-rangs : 1,3 à 3 m lignes de 2 à 10 m large février 2015	diversité d'usage pâturage de têtards diversité spécifique organisation spatiale type de protection valeur alimentaire	aulne blanc, aulne de Corse, chêne vert, cormier, févier, frêne commun, mûrier blanc, orme champêtre, poirier, robinier faux acacia, saule marsault, vignes
Haies, bois et bosquets			
Haies anciennes	3 400 m linéaire 2 à 5 m large	pâturage de haies diversité spécifique intensité d'exploitation valeur alimentaire	aubépine, prunelier, ronce, églantine, lierre, troène, chêne pédonculé... et autres
Haies récentes	1 040 m linéaire 510 arbres	diversité spécifique valeur alimentaire	collections de 70 espèces arbres, arbustes et lianes
Bois ancien	3 × 0,35 ha taillis sous futaie	intensité d'exploitation valeur alimentaire bien-être animal	châtaignier, robinier, noisetier, ronce, lierre...
Bosquet récent	0,3 ha	bien-être animal fourniture de fruits type de protection diversité spécifique mode d'exploitation	chênes vert, liège, pubescent et chevelu, châtaignier, pommier, poirier, cerisier Ste Lucie, prunier

TABLEAU 1 : Les principaux dispositifs agroforestiers mis en place sur le système laitier OasYs à Lusignan.

TABLE 1 : The main agroforestry strategies exploited by the OasYs dairy livestock experimental system at the INRA center of Lusignan.

atmosphérique (sophora, arbre de Judée, aulne glutineux, baguenaudier...), leur productivité reconnue (paulownia, alisier, érable sycomore, tremble, saules, tilleuls, ormes...) ou leur capacité à supporter une taille sévère.

Une parcelle forestière a été fortement éclaircie de façon à pouvoir servir d'abri et de ressource fourragère au troupeau avec une conduite en plusieurs strates et le semis d'une prairie adaptée à l'ombrage. Un bosquet de 0,3 ha a également été installé et les arbres y seront conduits en haut jet, têtards ou taillis.

2. Valeur nutritive des feuilles d'arbres

Les données disponibles sur la valeur alimentaire des feuilles d'arbres étant peu nombreuses et concernant principalement le domaine méditerranéen et/ou le pastoralisme (ROGOSIC *et al.*, 2006 ; www.feedipedia.org ; PAPANASTASIS *et al.*, 2008 ; LUSKE et VAN EEKERN, 2015), nous avons entrepris une large évaluation de la valeur nutritive des feuilles de ligneux à partir de ressources potentielles variées. Les espèces choisies sont celles mises en place dans notre dispositif agroforestier présenté ci-dessus (y compris les espèces présentes dans les haies et le bois) mais aussi des espèces supposées pouvoir présenter un intérêt en raison de leur adaptation au changement climatique, de leur résistance à la sécheresse, de leur productivité ou capacité de

repousse après exploitation, de leur capacité à fixer l'azote atmosphérique grâce à la présence de bactéries symbiotiques et bien sûr aussi de leur valeur nutritive supposée élevée pour des ruminants domestiques.

Les prélèvements ont été effectués de façon à représenter ce que l'animal pourrait avoir à disposition ou consommer au pâturage soit par prise directe, soit après une coupe mécanique (taille de formation ou élagage). Les feuilles (limbes et pétioles) sont prélevées sur l'ensemble du feuillage en tenant compte des sources de variation potentielle (âge de la feuille, orientation, état sanitaire). Les modalités d'échantillonnage, de conditionnement et d'analyses ont été adaptées des techniques mises en œuvre sur les fourrages classiques.

Les teneurs en fibres (méthode VAN SOEST, 1967, avec un Fibersac de Ankom Technology) et en matières azotées totales (MAT, méthode DUMAS avec un analyseur élémentaire Flash2000 de ThermoFisherScientific), et la digestibilité enzymatique (DIGz, méthode AUFRÈRE, 1982, adaptée par l'utilisation de sachets avec le Daisy Incubateur d'Ankom Technology) ont été mesurées au laboratoire d'analyse de l'Inra-P3F à Lusignan. Les cinétiques de dégradation *in sacco* dans le rumen ont été conduites à l'Inra-Pegase à la ferme de Méjusseau, sur des vaches taries alimentées au foin, avec 6 durées d'incubation (2, 4, 8, 16, 24 et 48 h ; méthode MICHALET-DOREAU *et al.*, 1987). Ces deux types de

Espèce	n*	MS*	MM	MAT	NDF	ADF	ADL	TANc	DIGz*	
Arbres										
aulne de Corse	<i>Alnus cordata</i> Loisel.	1	412	60	173	440	312	210	13	60,8
aulne glutineux	<i>Alnus glutinosa</i> L.	1	386	51	184	430	232	114	8	67,9
châtaignier	<i>Castanea sativa</i> Mill.	2	366	46	159	502	275	92	3	62,0
chêne liège	<i>Quercus suber</i> L.	1	538	35	101	550	349	166	15	53,3
chêne rouge	<i>Quercus rubra</i> L.	1	469	39	135	516	275	136	13	56,8
chêne vert	<i>Quercus ilex</i> L.	2	544	35	78	580	383	143	52	46,7
érable champêtre	<i>Acer campestre</i> L.	1	543	64	117	397	217	95	25	58,0
figuier	<i>Ficus carica</i> L.	1	315	143	188	321	204	54	2	78,5
frêne commun	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	4	433	92	147	348	218	92	2	74,6
mûrier blanc	<i>Morus alba</i> L.	2	371	140	165	300	148	50	2	83,2
noisetier	<i>Corylus avellana</i> L.	2	456	61	148	469	240	129	39	52,9
noyer commun	<i>Juglans regia</i> L.	1	335	70	141	393	243	94	11	75,6
orme Lutèce	<i>Ulmus minor X resista</i>	1	463	130	148	391	152	59	30	64,1
robinier faux acacia	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	2	369	63	206	491	289	137	169	52,8
Arbustes et lianes										
aubépine blanche	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	1	485	82	126	397	174	85	-	68,8
bignone	<i>Campsis radicans</i> L.	1	279	57	131	440	279	110	2	60,0
églantier	<i>Rosa canina</i> L.	1	455	71	117	312	153	60	-	80,3
grenadille	<i>Passiflora edulis</i> Sims.	1	600	138	152	225	141	44	4	87,4
houx	<i>Ilex aquifolium</i> L.	1	402	54	86	514	368	140	1	51,5
jasmin hiver	<i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl.	1	376	69	159	289	167	85	-	84,2
kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i> A.Chev.	1	313	139	134	416	245	98	52	70,5
lierre terrestre	<i>Hedera helix</i> L.	1	340	74	87	437	323	148	-	70,1
lilas	<i>Syringa vulgaris</i> L.	1	365	67	97	257	156	81	-	86,5
prunellier	<i>Prunus spinosa</i> L.	1	526	85	156	337	162	93	-	80,2
ronce commune	<i>Rubus fruticosus</i> L.	1	503	39	125	373	172	50	2	73,1
troène	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	1	436	45	112	261	177	121	-	84,1
vigne	<i>Vitis X</i>	9	306	56	175	364	273	191	66	67,9
Données moyennes										
arbres		15	429	73	149	438	253	112	27	63,4
arbustes et lianes		13	414	75	127	356	215	100	21	74,2
témoin luzerne		1	355	85	176	439	304	77	1	64,3

* n : nombre de prélèvements pour cette espèce

Composition chimique (g/kg MS) : MS / MM / MAT : matières sèche / minérales / azotées totales, NDF/ADF : fibres insolubles dans détergents neutres/acides, ADL : lignines insolubles dans détergents acides, TANc : tanins condensés
DIGz : digestibilité enzymatique (%)

TABLEAU 2 : Composition chimique et digestibilité enzymatique des feuillages des espèces d'arbres, arbustes et lianes collectés en août 2015.

TABLE 2 : General characteristics and enzymatic digestibility of leaves from different trees, shrubs, and lianas collected in August 2015.

mesures ont été réalisées sur des fourrages séchés en étuve à 70°C pendant 72 heures. Les teneurs en tanins condensés (TANc, méthode HCl-butanol, GRABBER *et al.*, 2013) ont été mesurées au laboratoire Inra-UMRH à Theix sur des poudres lyophilisées provenant de feuilles entières congelées dès leur collecte.

Les mesures concerneront à terme plus de 50 espèces et près de 500 échantillons prélevés sur plusieurs années et dans diverses conditions pédoclimatiques et d'exploitation. Les premiers résultats présentés ici intègrent une trentaine d'espèces, collectées en 2014 et en 2015 et exclusivement durant l'été, période durant laquelle les ligneux pourraient contribuer notablement à l'alimentation des troupeaux.

■ Composition chimique et digestibilité enzymatique

Le tableau 2 regroupe les résultats de composition chimique et de digestibilité du feuillage pour **27 espèces** (14 arbres et 13 arbustes et lianes) récoltées durant l'été 2015 (du 3 au 12 août 2015). La teneur en tanins condensés n'a été mesurée que sur 36 des 44 prélèvements. Le taxon « vigne » (9 prélèvements) regroupe des vignes cultivées (*Vitis vinifera* L.) et des porte-greffes (hybrides interspécifiques). La luzerne (témoin herbacé) a été récoltée à la même période après 6 semaines de repousse.

La **teneur en matière sèche (MS)** de ces feuilles récoltées début août est en moyenne de 422 ± 85 g/kg et varie d'environ 300 g/kg (bignone, vignes, kiwi, figuier) à 600 g/kg (grenadille). La teneur en minéraux (MM) est en moyenne (74 ± 34 g/kg MS) relativement faible comparativement aux graminées et légumineuses prairiales (environ 100 g/kg MS, *Tables INRA 2010*), mais dépasse 130 g/kg MS dans les feuilles de figuier, mûrier blanc, orme Lutèce, grenadille et kiwi soit des valeurs proches de celles observées dans des espèces fourragères comme la chicorée ou le plantain. La teneur en MAT est en moyenne assez élevée (139 ± 33 g/kg MS) mais présente une large gamme de

variation, de moins de 100 g/kg MS chez le chêne vert, le houx, le lierre et le lilas, jusqu'à plus de 180 g/kg MS chez l'aulne glutineux, le figuier et le robinier faux acacia, ce qui est aussi élevé que la teneur de la luzerne (176 g/kg MS).

La gamme de variation est également forte en ce qui concerne les **teneurs en fibres**, NDF, ADL et ADL. Ainsi la teneur en lignine (ADL), relativement élevée en moyenne (107 ± 43 g/kg MS), est basse chez la grenadille, le mûrier blanc, la ronce et le figuier (autour de 50 g/kg MS), mais avoisine les 200 g/kg MS chez l'aulne de Corse et la vigne. Les **tanins condensés** (TANc, moyenne : 26 ± 39 g/kg MS) sont présents à plus de 50 g/kg MS dans les feuilles de chêne vert, de kiwi et de la vigne et atteignent même 170 g/kg MS chez le robinier faux acacia. Cette forte teneur en tanins condensés pourrait réduire fortement la disponibilité des protéines pour la flore microbienne ruminale, mais aussi réduire la digestibilité réelle des protéines et l'absorption des acides aminés dans l'intestin. La teneur en TANc est en revanche faible (< 10 g/kg MS) chez 9 des 20 espèces testées. La digestibilité enzymatique (DIGz ; moyenne : $68,6 \pm 12,1$ %) varie d'environ 50 % (chêne vert, houx, robinier faux acacia, noisetier, chêne liège) à plus de 80 % chez le mûrier blanc et certaines lianes (grenadille et jasmin) et arbustes (lilas et troène). Par rapport à la moyenne des ressources ligneuses, le témoin luzerne est plus riche en minéraux et en MAT mais sa digestibilité enzymatique est plus faible. Ceci peut s'expliquer par le fait que, chez la luzerne, non seulement les feuilles mais aussi les tiges moins digestibles ont été récoltées et analysées et qu'en été le rapport feuilles / tiges de la luzerne est faible. La luzerne présente par ailleurs une très faible teneur en tanins condensés.

La **relation entre la valeur azotée (MAT) et la valeur énergétique** (digestibilité enzymatique) pour les échantillons récoltés en 2014 et 2015 (soit 59 échantillons) permet d'illustrer la diversité des ressources fourragères estivales collectées (figure 1), au moins pour ces 2 critères primordiaux pour le rationnement des animaux. Les caractéristiques relatives des



FIGURE 1 : Relation entre la teneur en MAT et la digestibilité enzymatique de feuilles de ligneux prélevées en été à Lusignan (2014 et 2015).

FIGURE 1 : Relationship between crude protein levels (MAT) and enzymatic digestibility in leaves from woody species collected in the summer at Lusignan (2014 and 2015).

Espèce		Année*	DTMS (%)	DTN (%)
aulne de Corse	<i>Alnus cordata</i> Loisel.	2014, 2015	54,4	38,4
aulne glutineux	<i>Alnus glutinosa</i> L.	2014	50,9	30,5
châtaignier	<i>Castanea sativa</i> Mill.	2014, 2015	43,8	27,8
chêne rouge	<i>Quercus rubra</i> L.	2014	37,0	13,9
chêne vert	<i>Quercus ilex</i> L.	2015	39,8	30,0
érable champêtre	<i>Acer campestre</i> L.	2014	47,3	30,4
frêne commun	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	2014, 2015	69,1	57,8
mûrier blanc	<i>Morus alba</i> L.	2014, 2015	75,3	70,6
noisetier	<i>Corylus avelana</i> L.	2014, 2015	44,8	13,9
orme Lutèce	<i>Ulmus minor X resista</i>	2014, 2015	55,4	35,5
robinier faux acacia	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	2014, 2015	43,1	27,0
tilleul	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	2014, 2015	54,6	48,5
vigne	<i>Vitis X</i>	2014, 2015	54,7	26,6
luzerne	<i>Medicago sativa</i> L.	2014, 2015	62,7	74,2
ray-grass anglais	<i>Lolium perenne</i> L.	2014, 2015	56,7	62,1

* 14 mesures en août 2014 et 12 mesures en août 2015

TABLEAU 3 : Dégradabilité de la matière sèche et de l'azote (DTMS et DTN, %) des feuillages des espèces d'arbres et lianes collectées en août 2014 et 2015.

TABLE 3 : Dry matter and protein degradability (DTMS et DTN, %) for leaves from different trees and lianas collected in August 2014 and 2015.

espèces sont cohérentes avec les travaux de MEURET et AGREIL (2007) sur les arbustes et broussailles et de PAPA-CHRISTOU et PAPANASTASIS (1994) en zone méditerranéenne.

■ La dégradabilité de la matière sèche et de l'azote dans le rumen

La cinétique de dégradation de la matière sèche de ces fourrages dans le rumen a été évaluée sur des récoltes estivales en 2014 (12 essences ligneuses et 2 espèces prairiales utilisées comme témoin, la luzerne et le ray-grass anglais) et en 2015 (10 essences ligneuses, une luzerne et un ray-grass anglais). Le tableau 3 regroupe les valeurs de dégradabilité de la matière sèche (DTMS) et de l'azote (DTN), calculées à partir des cinétiques de disparition dans le rumen pour ces deux campagnes de mesure (9 des 12 espèces étant communes aux deux années).

On observe une variabilité importante au sein des ressources ligneuses, avec des espèces qui se dégradent aussi vite, voire plus vite, que les témoins prairiaux et d'autres dont la dégradation est beaucoup plus lente. Ceci est illustré par la figure 2 qui regroupe les cinétiques obtenues pour les feuilles des espèces récoltées en 2014 et présentant les valeurs de dégradabilité théorique de la matière sèche (DTMS) les plus élevées (mûrier blanc et frêne) ou les plus basses (châtaignier et chêne rouge) ainsi que celles des 2 témoins herbacés (EMILE *et al.*, 2016).

La gamme de variation de la **dégradabilité théorique de l'azote** (DTN) apparaît encore plus large que celle de la DTMS. Les valeurs les plus élevées de DTN sont observées chez le mûrier blanc et dans une moindre mesure chez le frêne et le tilleul. Ces valeurs correspondent aux valeurs classiquement mesurées sur les espèces fourragères prairiales au stade végétatif (Tables INRA, AGABRIEL, 2010), montrant une bonne disponibilité de l'azote pour les microbes du rumen. En revanche, de nombreuses espèces

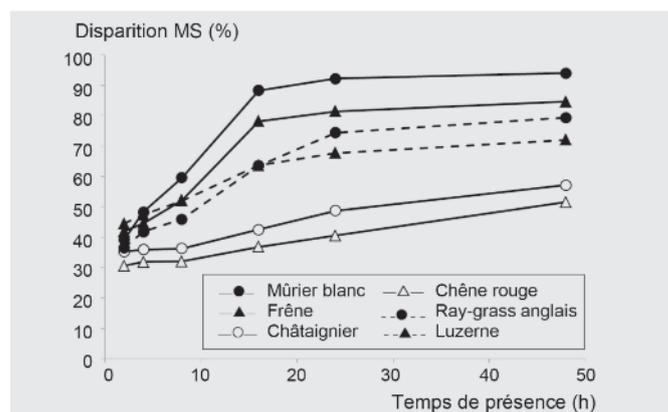


FIGURE 2 : Cinétique de la dégradation ruminale de la MS de feuilles récoltées en août 2014 (EMILE *et al.*, 2016).

FIGURE 2 : Ruminal degradability dynamics of dry matter in leaves collected in August 2014 (EMILE *et al.*, 2016).

ligneuses (et plus particulièrement le noisetier, le chêne rouge, la vigne, le robinier et le châtaignier) présentent des DTN très faibles au regard des fourrages classiques et au regard de leur teneur parfois élevée en MAT.

La présence de **tanins condensés** (TANc) à des teneurs relativement élevées dans les feuilles de vigne, de chêne vert et surtout du robinier faux acacia pourrait expliquer leurs faibles valeurs de DTN (figure 3, récoltes 2015, EMILE *et al.*, 2017). Cependant le châtaignier et le noisetier, dont la DTN est médiocre, présentent une faible teneur en TANc, indiquant que d'autres causes que l'activité des TANc peuvent limiter la DTN.

3. Conclusions et perspectives

Le dispositif agroforestier récemment mis en place à Lusignan permettra de fournir d'ici quelques années des indications précieuses sur les conditions optimales de protection et d'exploitation de nombreuses espèces de ligneux

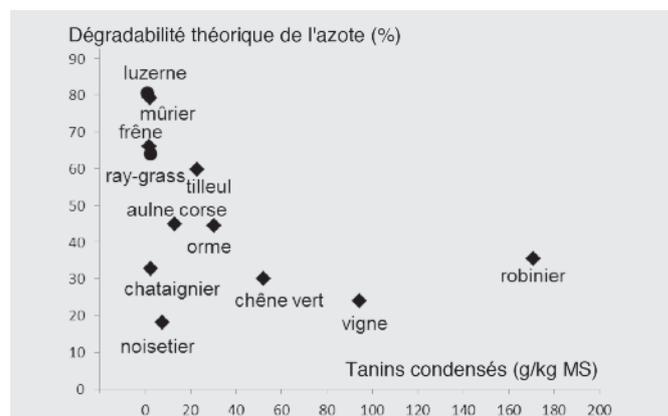


FIGURE 3 : Relation entre la teneur en tanins condensés et la dégradabilité théorique de l'azote mesurée in sacco chez 12 espèces récoltées en été 2015 (EMILE *et al.* 2017).

FIGURE 3 : Relationship between levels of condensed tannins and the theoretical degradability of protein measured in sacco for 12 species collected in the summer (2015, EMILE *et al.* 2017).

au pâturage, afin d'utiliser au mieux cette ressource pérenne sans trop compliquer le travail de l'éleveur. Les références acquises sur la productivité et la valeur nutritive de ces espèces permettront d'identifier les espèces adaptées à l'élevage laitier en climat océanique.

Ces premiers résultats sur la valeur alimentaire des feuilles d'arbre montrent déjà l'existence d'une forte variabilité au sein des échantillons étudiés. **Plusieurs espèces présentent un excellent profil** tant pour leur valeur protéique que pour leur valeur énergétique. C'est le **cas du mûrier blanc et du frêne commun**, deux espèces traditionnellement utilisées respectivement en zones méditerranéennes et continentales. C'est aussi le cas pour le tilleul, l'aulne de Corse et l'aulne glutineux et pour un certain nombre de lianes et d'arbustes. **D'autres espèces conviendraient également pour alimenter en été, et par le pâturage, des animaux à l'entretien** ou aux besoins plus modérés que des animaux en lactation.

Les données présentées dans cet article ne sont encore que fragmentaires et demandent à être confrontées à de nouvelles mesures. Celles-ci devront non seulement être élargies à une gamme plus importante d'espèces, mais aussi à davantage de modalités de récolte comme la temporalité (printemps, été, automne et même hiver pour les espèces à feuillage persistant) ou le mode d'exploitation de l'arbre (conduite en têtard, recépage...). L'objectif est de pouvoir constituer à terme des bases de données, jusqu'à peu nombreuses sous climat océanique, sur la valeur fourragère des espèces ligneuses. Il restera également aussi à préciser par des expérimentations *in vivo* adaptées ou par l'observation de pratiques en élevage, l'utilisation par l'animal de ces ressources : appétibilité, accessibilité, quantité ingérée, part des ligneux dans la ration estivale, etc.

Il ressort de notre étude que **la valeur fourragère de certaines de ces ressources dites ligneuses pourrait approcher celle de nombreuses espèces fourragères prairiales**. Ces espèces constituent donc potentiellement une ressource fourragère mobilisable et intéressante même pour des animaux laitiers lorsque les fourrages traditionnellement pâturés sont moins disponibles en raison de conditions climatiques défavorables (été, automne). En contribuant à l'alimentation du troupeau au pâturage, elles pourraient ainsi limiter le besoin en fourrages stockés et en concentrés.

Affiche scientifique présentée aux Journées de l'A.F.P.F., «Le pâturage au cœur des systèmes d'élevage de demain», les 21 et 22 mars 2017

Remerciements : Tous nos remerciements à Fabien Liagre (Agrooof, 30140 Anduze) et Samuel Fichet (Prom'Haies, 79190 Montalembert) pour leurs contributions. Remerciements également aux techniciens des unités INRA Ferlus, P3F, Herbivores et Pegase (dont IEPL Méjusse) pour l'acquisition des données et les analyses chimiques. Travaux effectués avec le soutien de la fondation Liséa Biodiversité et de l'Union Européenne (programme AgForward FP7 613520).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGABRIEL J. (coord) (2010) : *Besoins des animaux – Valeurs des aliments – Tables Inra 2010*, édition remaniée, éd. Quae, 312 p.

- AUFRÈRE J. (1982) : «Utilisation d'enzyme cellulolytiques pour prévoir la digestibilité des fourrages», *CRZV Theix INRA*, 49, 23-25.
- DUPRAZ C., LIAGRE F. (2013) : «Agroforesterie – des arbres et des cultures», éd. La France Agricole, 417 p.
- EMILE J.C., DELAGARDE R., BARRE P., NOVAK S. (2016) : «Nutritive value and degradability of leaves from temperate woody resources for feeding ruminants in summer», *C.R. EURAF*, Montpellier, 409-412.
- EMILE J.C., DELAGARDE R., BARRE P., NIDERKORN V., NOVAK S. (2017) : «Evaluation of the feeding value of leaves of woody plants for feeding ruminants in summer», *Grassland Science in Europe*, vol. 22, 548-550.
- GRABBER J. H., ZELLER W. E., MUELLER-HARVEY I. (2013) : «Acetone enhances the direct analysis of procyanidin- and prodelphinidin-based condensed tannins in *Lotus* species by the butanol-HCl-iron assay», *J. agric. and food chemistry*, 61, 2669-2678.
- HERMANSEN J.E., KONGSTED A.G., BESTMAN M., BONDESAN V., GONZALEZ P., LUSKE B., MCADAM J., MOSQUERA-LOSADA M.R., NOVAK S., POTTIER E., SMITH J., VAN EEKEREN N., VONK M., BURGESS P.J. (2015) : «Agroforestry Innovations to be evaluated for Livestock Farmers», *Milestone 21 for EU FP7 Research Project: AGFORWARD 613520*, 10 pp ; <https://www.agforward.eu/index.php/fr/agroforestry-innovations-to-be-evaluated-for-livestock-farmers.html>
- KARKI U., GOODMAN M.S. (2010) : «Cattle distribution and behavior in southern-pine silvopasture versus open-pasture», *Agroforestry Systems*, 78, 159-168.
- LUSKE B., VAN EEKEREN N. (2015) : «Potential of fodder trees in high-output dairy systems», Van den Pol-van Dassel A., Aarts H.F.M., De Vlieghe A., Elgersma A., Reheul D., Reijneveld J.A., Verloop J., Hopkins A. (eds.), *Grassl. Sci. in Europe - Grassland and forages in high output dairy farming systems*, EGF, The Netherlands, 250-252.
- MEURET M., AGREIL C. (2007) : *Des broussailles au menu*, <http://prodinra.inra.fr/record/28091>
- MICHALET-DOREAU B., VÉRITÉ R., CHAPOUTOT P. (1987) : «Méthodologie de mesure de la dégradabilité *in sacco* de l'azote des aliments dans le rumen», *Bull. Tech. CRZV Theix INRA*, 69, 5-7.
- NOVAK S., AUDEBERT G., CHARGELEGUE F., EMILE J.C. (2016a) : « An innovative forage system to produce bioclimatic milk », *Grassl. Sci. in Europe*, vol 21, 104-106.
- NOVAK S., LIAGRE F., EMILE J.C. (2016b) : « Integrating agroforestry into an innovative mixed crop-dairy system », *C.R. EURAF*, Montpellier, 396-398.
- PAPACHRISTOU T.G., PAPANASTASIS V.P. (1994) : «Forage value of Mediterranean deciduous woody fodder species and its implication to management of silvo-pastoral systems for goats», *Agroforestry systems*, 27, 269-282.
- PAPANASTASIS V.P., YIAKOULAKI M.D., DECANDIA M., DINI-PAPANASTASIS O. (2008) : «Integrating woody species into livestock feeding in the Mediterranean areas of Europe», *Anim. Feed Sci. Technol.*, 140, 1-17.
- ROGOSIC J., PFISTER J.A., PROVENZA F.D., GRBESA D. (2006) : « Sheep and goat preference for and nutritional value of Mediterranean maquis shrubs », *Small Ruminant Res.*, 64, 169-179.
- TORRALBA M., FAGERHOLM N., BURGESS P.J., MORENO G., PLIENINGER T. (2016) : «Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis», *Agric. Ecosyst. Environ.*, 230, 150-161.
- VANDERMEULEN S., RAMÍREZ-RESTREPO C.A., MARCHE C., DECRUYENAERE V., BECKERS Y., BINDELLE J. (2016) : «Behaviour and browse species selectivity of heifers grazing in a temperate silvopastoral system», *Agroforestry Systems*, doi:10.1007/s10457-016-0041-x, 1-12.
- VAN SOEST P.J., WINE R.H. (1967) : «Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents», *J. of the A.O.A.C.*, vol. 50, 51-55.