

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

Ingestion volontaire et digestibilité *in vivo* de feuilles de deux essences d'arbres, le frêne commun (*Fraxinus excelsior*) et le mûrier blanc (*Morus alba*)

M. Bernard¹, C. Ginane², V. Deiss², J. C. Emile³, S. Novak³

Différentes études portant sur des approches *in vitro* indiquent que les feuilles d'arbres pourraient être de bonnes ressources fourragères pour les ruminants. Pour confirmer ces résultats et affiner nos connaissances sur ces nouveaux fourrages, la mise en place d'études portant sur leur valeur alimentaire *in vivo* sont indispensables. Pour initier ce travail, nous avons choisi deux espèces d'arbres traditionnellement utilisées comme fourrages en période de pénurie, le frêne commun et le mûrier blanc.

RESUME

In vitro, le frêne et le mûrier présentent un potentiel fourrager intéressant, constituant une alternative crédible aux ressources herbagères en période de sécheresse estivale. Pour affiner nos connaissances sur ces deux essences, elles ont été distribuées seules et à volonté à 6 moutons adultes à l'entretien. Un troisième lot de 6 moutons a été alimenté avec du foin de prairie permanente. Durant 3 semaines, des mesures de quantités ingérées puis de digestibilité ont été réalisées. Ce travail a démontré que les feuilles étaient consommées en quantité très importante et correctement digérées par l'animal. De par leur faible teneur en parois, elles pourraient donc être utilisées pour des animaux à forts besoins qu'ils soient en production ou en croissance. Ce travail devra être étendu à de nouvelles essences pour connaître le potentiel fourrager des principales essences d'arbres présents en zone tempérée.

ABSTRACT

Voluntary intake and *in vivo* digestibility of leaves from two tree species: common ash (*Fraxinus excelsior*) and white mulberry (*Morus alba*)

Based on *in vitro* results, common ash (*Fraxinus excelsior*) and white mulberry (*Morus alba*) could serve as a useful form of alternative forage during the dry part of the summer, when grass resources are lacking. To better understand the forage potential of these two species, we formed two experimental groups of six adult sheep in their maintenance phase. Each group was offered leaves from one species *ad libitum*. A third group of six sheep was fed hay from a permanent grassland. For three weeks, we measured forage intake and digestibility. We found that the sheep consumed large quantities of the leaves, which were well digested. Thanks to their low fibre content, the leaves could be fed to animals with high resource needs, whether during the growth stage or the production stage. Future research should examine the forage potential of additional tree species found in temperate zones.

Dans les systèmes de production d'herbivores qui visent à maximiser le pâturage, le défi consiste à nourrir les animaux toute l'année avec les ressources de l'exploitation. Dans les régions tempérées, les sécheresses estivales de plus en plus fréquentes impactent de façon durable la disponibilité en herbe à ces périodes et obligent les éleveurs à puiser dans leurs stocks de fourrages hivernaux. A moyen terme, cette situation ne sera pas tenable et obligera les éleveurs à repenser leur système fourrager.

Dans ce contexte, les arbres fourragers pourraient représenter une alternative intéressante de par leur disponibilité dans certaines exploitations et leur capacité à en améliorer l'autonomie fourragère. Cependant, cette ressource encore peu étudiée soulève de nombreuses questions concernant l'éventail de leur valeur alimentaire ainsi que leur acceptabilité par les animaux, qui sont deux conditions essentielles à leur utilisation par les éleveurs. Les zones tempérées sont particulièrement concernées par ce manque de données

AUTEURS

1 : INRAE, UE Herpôle, 63122 Saint Genès-Champanelle, France ; mickael.bernard@inrae.fr

2 : Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgroSup, UMR Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

3 : INRAE, UE FERLUS, 86600 Lusignan, France

MOTS-CLES : Sylvopastoralisme, arbre fourrager, ressource alternative, valeur alimentaire, sécheresse, durabilité.

KEY-WORDS : silvopasture, forage trees, alternative food resources, feed value, drought, durability

REFERENCE DE L'ARTICLE: Bernard M., Ginane C., Deiss V., Emile J.C., Novak S., (2020). « Ingestion volontaire et digestibilité *in vivo* de feuilles de deux essences d'arbres, le frêne commun (*Fraxinus excelsior*) et le mûrier blanc (*Morus alba*) ». Fourrages, 242, 55-59.

(Hejcmanová *et al.*, 2014 ; Emile *et al.*, 2017), même si plusieurs essences d'arbres sont classiquement utilisées sur le terrain (Lachaux *et al.*, 1987). La bibliographie est plus importante dans les zones tropicales ou méditerranéennes (Benavides, 2000 ; Bakshi et Wadhwa, 2007 ; Papanastasis *et al.*, 2008), mais les essences sont généralement différentes et quand elles ne le sont pas, les résultats ne sont pas directement généralisables. Il est donc important d'acquérir des données sur ces fourrages qui suscitent un regain d'intérêt, notamment dans le contexte actuel de changement climatique et de nécessité de réduction des intrants en élevage. Parmi les espèces candidates, le frêne (*Fraxinus excelsior*) et le mûrier blanc (*Morus alba*) font partie des essences d'arbres les plus utilisées traditionnellement pour compléter l'alimentation des ruminants en zone tempérée. Les travaux d'Emile *et al.* (2017) ont démontré que ces deux essences ont de très bonnes valeurs nutritives, avec des teneurs en matières azotées totales proches des 150 g/kg MS, des teneurs en parois plutôt faibles, et une très bonne digestibilité enzymatique (75 et 83%) et dégradabilité ruminale. Dans le cadre du projet Parasol (financé par l'Ademe), trois unités INRAE se sont associées pour évaluer ces deux essences *in vivo*, et mesurer l'ingestion volontaire et la digestibilité de ces fourrages chez les ovins.

1. Matériel et Méthodes

1.1. Animaux, fourrages et conduite expérimentale

Pour l'expérience, 18 moutons mâles castrés de race Texel (18 mois, poids vif moyen $61,6 \pm 6,9$ kg) ont été suivis et hébergés en stalles individuelles. Celle-ci s'est déroulée en septembre 2017 à l'unité expérimentale Herbipôle de l'INRAE de Theix (63). Les moutons ont été répartis de façon homogène dans trois traitements ($n=6$) en tenant compte de l'âge, du poids vif et de leur état corporel. L'essai consistait à comparer 3 fourrages distribués seuls et à volonté : un foin de prairie permanente (traitement Foin), des feuilles fraîches de frêne commun (traitement Frêne) ou de mûrier blanc (traitement Mûrier). Le foin était un foin de 1^{er} cycle de qualité médiocre adapté pour des animaux à l'entretien, récolté sur une prairie permanente d'INRAE de Theix, au printemps 2017.

Notre essai a duré 30 jours et s'est déroulé en deux phases entrecoupées d'une transition alimentaire.

La **Phase 1** (11 jours) a consisté à alimenter tous les moutons avec le foin de prairie permanente cité précédemment. L'objectif de cette phase était de vérifier que les niveaux d'ingestion étaient comparables sur les trois lots d'animaux lorsqu'ils étaient alimentés avec un même fourrage, et d'utiliser ces valeurs d'ingestion individuelles comme covariable dans l'analyse de la Phase 2.

La **Phase 2** (15 jours), a été mise en œuvre après une transition alimentaire de 4 jours. Lors de cette

transition, les 12 moutons affectés aux traitements Frêne ou Mûrier sont progressivement passés à un régime exclusivement composé de feuilles fraîches d'arbre (respectivement frêne et mûrier blanc), tandis que les animaux affectés au traitement Foin ont continué à recevoir le foin de prairie permanente. Lors des 8 derniers jours de la Phase 2, les animaux ont été placés dans des stalles de digestibilité, permettant une collecte totale quotidienne des fèces. Les mesures ont été faites sur les 6 derniers jours de cette période. Durant toute la durée de l'essai, les fourrages ont été distribués à volonté aux animaux (considérant 10 et 15 % de refus minimum pour le foin et les feuilles, respectivement).

Durant la Phase 2, la récolte des feuilles a été réalisée deux fois par semaine. Les feuilles de mûrier provenaient de l'établissement public local d'enseignement et de formation professionnelle agricole du Pradel (07) et celles de frênes de l'INRAE de Theix (63). Près de 150 kg de feuilles de chaque espèce ont été prélevés à chaque récolte, soit près d'1 tonne par espèce sur la durée de l'essai. Pour ne pas altérer la qualité des feuilles après la récolte, ce sont des branches qui ont été récoltées, transportées en camion frigorifique puis entreposées en chambre froide à + 4°C jusqu'à leur préparation avant la distribution aux animaux. Les feuilles ont ainsi été proposées aux animaux seules, après ébranchage, pour maîtriser au mieux les quantités offertes et consommées, et éviter des biais (consommation de branches jeunes ou d'écorce, gaspillage). Les feuilles proposées aux animaux étaient entières avec présence du pétiole et avaient une longueur comparable pour les deux essences comprise en 5 et 15 cm. Les animaux ont consommé les feuilles en entière généralement, mais des refus de pétiole ont été enregistrés avec le frêne dû au fait que c'est une feuille composée. Les fourrages étaient distribués deux fois par jour à 8 h et à 16 h car les quantités offertes de feuilles étaient importantes et volumineuses.

1.2. Mesures, prélèvements et analyses

Durant tout l'essai, les quantités offertes et refusées de fourrage ont été mesurées individuellement et quotidiennement. Pour déterminer précisément la matière sèche ingérée (MSI), un échantillon de 200g de chaque fourrage a été prélevé quotidiennement pour déterminer le taux de matière sèche (MS) des fourrages offerts et des refus, ces derniers à l'échelle individuelle. La teneur en MS a été déterminée par séchage en étuve pendant 24 h à 103°C. Les quantités offertes ont été ajustées quotidiennement avec un calcul tenant compte des quantités ingérées individuelles de la veille et du taux de MS des feuilles récoltées le jour de la distribution. Les six derniers jours de l'essai, lors des mesures de digestibilité, 10% des fèces ont été prélevés individuellement.

Afin de déterminer la valeur alimentaire et la digestibilité des différents fourrages ; les fourrages offerts, refusés et les fèces ont été analysés. Les

échantillons représentatifs des fourrages offerts ont été rassemblés à l'échelle des 6 jours de mesures avant d'être analysés. Les échantillons de refus et les fèces ont également été rassemblés sur les 6 jours mais maintenus séparés pour chaque individu. Différents paramètres ont été analysés sur l'ensemble des échantillons. En prévision de leur analyse, les échantillons ont été séchés à 60°C pendant 72 heures. Puis différentes analyses ont été réalisées :

- La **teneur en matière minérale** (MM) a été mesurée par incinération à 550°C pendant 6 h et par déduction la teneur en matière organique (MO) a été calculée.
- Les **différentes catégories de parois**, NDF (neutral detergent fibre), ADF (acid detergent fibre) et ADL (acid detergent lignin) ont été déterminées avec la méthode Van Soest *et al.* (1991).
- Ces valeurs, associées aux mesures d'ingestion et d'excrétion, nous ont permis de calculer la **MODI (matière organique digestible ingérée)** à partir des quantités ingérées de MO (MO ingérée = MO offerte (quantité de fourrage offerte x teneur en MO de l'offert) - MO refusée (Quantité de fourrage refusée x teneur de MO du refus)) auxquelles nous avons soustrait les quantités de MO excrétées par voie fécale.

1.3. Analyses statistiques

Les variables analysées ont été la MSI (matière sèche ingérée), la dMO (digestibilité de la matière organique), la MODI (matière organique digestible ingérée) et le NDFI (parois totales ingérées).

L'analyse statistique a porté sur la moyenne individuelle des 6 jours de mesure de digestibilité, afin de tester l'effet du traitement (Foin, Frêne, Mûrier). Concernant la MSI, les moyennes individuelles d'ingestion relevées sur les 6 derniers jours de la phase 1, pendant laquelle tous les animaux recevaient le foin, ont été intégrées au modèle statistique en tant que covariable. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SAS (Enterprise Guide, version 7.1) sur la base de modèles mixtes d'analyse de variance, en considérant l'individu comme variable aléatoire. Les valeurs présentées représentent les moyennes ajustées des modèles.

2. Résultats et discussion

Les données de composition chimique des fourrages offerts sont présentées dans le Tableau 1. Les données relatives aux niveaux d'ingestion et à la digestibilité mesurée *in vivo* sont présentées dans le Tableau 2.

| Fourrages expérimentaux | Feuilles de Frêne | Feuilles de Mûrier blanc | Foin de prairie permanente | Ray Grass anglais * | Chicorée* |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------|-----------|
| MS (g/kg MF) | 335 | 361 | 892 | 200 | 100 |
| MO (g/kg MS) | 914 | 843 | 901 | 891 | 825 |
| MM (g/kg MS) | 86 | 157 | 99 | 109 | 175 |
| MAT (g/kg MS) | 147 | 108 | 91 | 124 | 142 |
| NDF (g/kg MS) | 326 | 202 | 588 | 505 | 353 |
| ADF (g/kg MS) | 193 | 117 | 314 | 248 | 208 |
| ADL (g/kg MS) | 76 | 23 | 32 | 21 | 63 |

*Valeurs de Ray Grass et Chicorée issues d'un autre essai, récolte en vert au stade végétatif

TABLEAU 1 : **Composition chimique des fourrages expérimentaux durant la période de digestibilité.** MF : Matière Fraîche ; MS : Matière Sèche ; MO : Matière Organique ; MM : Matière Minérale ; NDF : Neutral Detergent Fibre ; ADF : Acid Detergent Fibre ; ADL : Acid Detergent Lignin ; MAT : Matières Azotées Totales.
Table 1: *Composition and digestibility of the two potential forage species*

2.1. Des valeurs alimentaires intéressantes

Le mûrier blanc et le frêne semblent différents, le frêne montrant des valeurs supérieures au mûrier. Les valeurs en MAT du mûrier dans notre essai, semblent faibles globalement, et notamment en regard de la bibliographie (Kandylis *et al.*, 2009 ; Emile *et al.*, 2017), qui considère le mûrier blanc comme une ressource fourragère riche en protéines (Benavides, 2000). Cette différence pourrait venir du fait que nous avons récolté et distribué des feuilles de mûrier en toute fin de période de végétation et qu'elles provenaient d'une région très chaude durant l'été. Ceci a également été observé en zone semi-aride par Omar *et al.* (1999) avec une diminution constante de la MAT au cours de la saison humide. En comparaison, le frêne est plus tardif, et les feuilles ont été récoltées en moyenne montagne. Les teneurs en MAT et en fibres que nous avons relevées sont cohérentes avec les quelques valeurs disponibles pour cette espèce en milieu tempéré (Emile *et al.*, 2017). Enfin, les feuilles d'arbres dans notre essai se distinguent par des teneurs en parois végétales faibles comparées au foin de prairie permanente. Par rapport aux données de la bibliographie, elles apparaissent également faibles pour le mûrier (Emile *et al.*, 2017) et le frêne (Hejzmanová *et al.*, 2014), bien que nous ayons récolté ce dernier plus tard en saison qu'Hejzmanová et collaborateurs, qui avaient réalisé leur essai en mai. Les valeurs de dMO *in vivo* (63 et 68 %) sont elles aussi relativement faibles pour des fourrages pauvres en

fibres. Tout ceci peut laisser penser que les teneurs en parois ont été sous-estimées dans notre essai et questionne plus globalement la précision de la méthode d'analyse pour ce type de fourrages, récoltés dans différentes conditions.

L'analyse de la dMO mesurée *in vivo* indique qu'en fin d'été, au moment où les feuilles de frêne et de murier ont été récoltées et distribuées aux animaux, ces fourrages arborés avaient des valeurs alimentaires supérieures à celle du foin de prairie permanente de 1^{er} cycle ($p=0,0001$), notamment en ce qui concerne le murier blanc. Avec des valeurs de 63 et 68%, elles sont toutefois moyennes et comparables à celles de légumineuses fourragères comme la luzerne ou le sainfoin, au démarrage ou en cours de floraison (dMO = 63-67 %) ou de graminées fourragères telles que le ray-grass au stade floraison (dMO = 65-66%) (INRA, 2007). Elles sont en revanche inférieures à celles de dicotylédones comme la chicorée, ou le ray-grass anglais récolté en vert à un stade végétatif (aux alentours de 80%, Niderkorn *et al.*, 2019). Enfin, elles sont également inférieures aux valeurs de digestibilité enzymatique obtenues sur ces mêmes essences dans de précédents essais et dans d'autres contextes pédoclimatiques (*e.g.* 75% pour le frêne et 83% pour le murier, dans Emile *et al.*, 2017). Ces différences peuvent en partie s'expliquer par la maturité des feuilles, la digestibilité diminuant au cours de la saison (Omar *et al.*, 1999 ; Emile *et al.*, 2018), et nos feuilles ont été récoltées en fin d'été.

2.2. Deux espèces avec des niveaux d'ingestion élevés

Les niveaux d'ingestion volontaire de foin (moyenne \pm erreur standard) lors des six derniers jours de la Phase 1 étaient de 1,57 ($\pm 0,119$), 1,45 ($\pm 0,121$) et 1,46 ($\pm 0,116$) respectivement pour les lots Foin, Frêne et Mûrier. Ces valeurs d'ingestion individuelle relevées en Phase 1 ont été intégrées dans l'analyse de l'ingestion en Phase 2 en tant que covariable.

| Fourrages expérimentaux | Feuilles de Frêne | Feuilles de Murier blanc | Foin de prairie permanente | Erreur standard | Effet Traitement |
|----------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|
| dMO (%) | 63 ^a | 68 ^b | 54 ^c | 0,97 | 0,0001 |
| MSI (kg MS) | 2,17 ^a | 2,18 ^a | 1,48 ^b | 0,157 | 0,011 |
| MODI (g MOD/kg ^{0,75}) | 56,8 ^a | 59,7 ^a | 34,0 ^b | 4,74 | 0,003 |
| NDFI (kg) | 0,670 ^a | 0,438 ^b | 0,907 ^c | 0,0608 | 0,0003 |

TABLEAU 2 : Effet des traitements sur les niveaux d'ingestion et la digestibilité *in vivo* des fourrages. dMO : digestibilité de la matière organique (*in vivo*) ; MSI : Matière Sèche Ingérée (kg MS) ; MODI : Matière Organique Digestible Ingérée. a, b, c : les lettres indiquent les différences au seuil de 5%.

Table 2: *Treatment effects on forage intake and in vivo digestibility*

En Phase 2, l'analyse de la MSI a montré un effet significatif du traitement ($p=0,011$), avec des quantités ingérées nettement plus élevées avec le frêne et le murier qu'avec le foin. Ainsi, les niveaux d'ingestion dans les traitements à base de feuilles d'arbres étaient supérieurs de 47% à ceux obtenus avec du foin ($p=0,009$ et $p=0,008$ respectivement pour le frêne et le murier), qui est, lui, resté comparable à celui observé en phase 1 sur l'ensemble des lots expérimentaux. Cette nette différence en phase 2 peut s'expliquer en partie par la composition alimentaire, et en particulier les teneurs en parois totales qui sont plus faibles dans les feuilles de frêne et de murier que dans le foin (-45% et -66%, respectivement). Cela s'est directement répercuté sur les quantités ingérées de parois totales avec des niveaux d'ingestion de NDF inférieurs de 25% pour le frêne ($p=0,01$) et de 50% pour le murier ($p=0,0001$), par rapport au foin. Ceci laisse à penser que nos animaux n'avaient pas atteint leur niveau maximal d'ingestion de feuilles (au moins concernant le murier) alors que celles-ci ont été distribuées à volonté. Les teneurs en parois ne semblent cependant pas être le seul facteur en cause puisqu'on observe une différence de cette teneur en NDF entre les 2 essences d'arbres mais des niveaux de MSI similaires. D'autres éléments de la composition chimique de ces aliments tels que la teneur en protéines ou encore en sucres (non mesurée ici) peuvent également avoir influencé l'ingestion. Un autre facteur pouvant expliquer les MSI plus élevées sur les fourrages arborés serait une appétence forte des feuilles d'arbres. On sait que les caractéristiques sensorielles des aliments peuvent fortement influencer le comportement alimentaire des ovins (Favreau-Peigné *et al.*, 2013). Il est également possible qu'associé à cette appétence, le changement d'aliment entre phases expérimentales ait joué un rôle via une augmentation de la motivation alimentaire telle qu'elle a pu être décrite chez les bovins (Ginane *et al.*, 2002).

2.3. Une bonne utilisation par l'animal

Bien que la dMO soit moyenne, les niveaux de matière organique digestible ingérée (MODI) pour les deux régimes à base de feuilles sont similaires (57 et 60 g/kg de poids métabolique pour le frêne et le murier, respectivement ; $p=0,7$), très élevés et largement supérieurs à celui obtenu avec le foin (34 g ; $p=0,003$), démontrant que les moutons assimilent très bien ces fourrages. Pour comparer, dans un autre essai, 47 et 56 g de MODI/kg de poids métabolique ont été respectivement mesurés pour du ray-grass et de la chicorée (Niderkorn *et al.*, 2019). Les valeurs obtenues avec les feuilles sont comparables voire supérieures à celles des espèces fourragères les plus performantes. Pour le modèle animal utilisé, les besoins d'entretien de MODI/kg de poids métabolique sont estimés à 23 g (INRA, 2018). Tous les fourrages testés dans le présent essai couvrent ces besoins. On peut néanmoins constater que les feuilles de frêne et de murier ont couvert 2.5 fois les besoins d'entretien (contre 1.5 fois pour le foin), ce qui laisse à penser que ces régimes

pourraient aussi couvrir des besoins de production (lait, croissance...) très importants, et de façon significativement plus importante qu'un foin de prairie de 1^{er} cycle. Ceci suggère que ces fourrages arborés pourraient être réservés aux animaux les plus productifs (brebis en lactation) du troupeau ou avec une capacité d'ingestion limitée (brebis gestantes). Cela démontre aussi que ces fourrages peuvent être distribués de façon rationnée tout en couvrant les besoins physiologiques de la plupart des animaux.

3. Conclusions et perspectives

Ce travail exploratoire *in vivo* a permis de mettre en évidence le potentiel fourrager des feuilles de deux essences d'arbres en fin d'été, le frêne commun et le mûrier blanc. Il a montré que les fourrages arborés représentent une alternative crédible aux fourrages herbacés, notamment en période de pénurie mais pas seulement. Malgré une dMO *in vivo* moyenne comparée aux précédents essais *in vitro*, l'ingestion volontaire des ovins a été particulièrement élevée. Ceci indique que ces fourrages sont très appétants et induisent une motivation alimentaire élevée même lorsqu'ils représentent le seul aliment de la ration. Ils ont aussi été bien assimilés et les quantités ingérées de matière organique digestible élevées suggèrent qu'ils ne seraient pas à réserver pour des animaux à l'entretien. Ils pourraient même, dans la mesure du possible, être réservés aux animaux les plus productifs avec des besoins élevés ou à des animaux à faible capacité d'ingestion (agneaux), et être distribués de façon rationnée pour limiter le gaspillage et la charge de travail. En procédant de cette façon, en plus des économies de fourrages conservés s'ajouteraient des économies de concentrés qui amélioreraient l'autonomie fourragère des exploitations agricoles.

Ces travaux devront être renforcés en testant ces mêmes essences dans d'autres conditions (saison, mode de distribution (en branches) ...) ou en mélange avec d'autres ressources fourragères, ainsi qu'en testant d'autres essences d'arbres, afin d'élargir notre connaissance sur le potentiel fourrager des essences d'arbres présentes sur notre territoire. Nous devons aussi tester ces fourrages avec différentes catégories d'animaux ayant des besoins différents (notamment de forts besoins) pour comprendre leur stratégie d'ingestion vis-à-vis de ces nouveaux fourrages. Cela permettra de produire des références fiables, tant sur la valeur

alimentaire que sur les modes d'exploitation et leur utilisation par les animaux.

Remerciements : Les auteurs remercient l'ensemble des personnes de l'unité expérimentale Herbipôle et de l'UMR herbivores ayant participé à la réalisation de cet essai.

Article accepté pour publication le 3 juillet 2020

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bakshi M.P.S., Wadhwa M., 2007. "Tree leaves as complete feed for goat bucks". *Small Ruminant Research*, 69 (1-3), 74-78.
- Benavides J., 2000. "Utilisation of Mulberry in Animal Production Systems". In: Sanchez (ed), "Mulberry for Animal Production".
- 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
- Emile J.C., Novak S., Mahieu S. (2018). « Valeur alimentaire des feuilles de ligneux pour les ruminants. ». Fiche technique projet ARBELE.
- Favreau-Peigné A., Baumont R., Ginane C. (2013). « Food sensory characteristics: their unconsidered roles in the feeding behaviour of domestic ruminants ». *Animal*, 7:5, 806-813.
- Ginane C., Baumont R., Lassalas J., Petit M. (2002). « Feeding behaviour and intake of heifers fed on hays of various quality, offered alone or in a choice situation ». *Animal Research*, 51, 177-188.
- Hejzmanova P., Stejskalova M., Hejzman M. (2014). Forage quality of leaf-fodder from the main broad-leaved woody species and its possible consequences for the Holocene development of forest vegetation in Central Europe. *Vegetation History and Archaeobotany*, 23, 607-613.
- Institut national de la recherche agronomique (INRA) 2007. « Nutrition of cattle, sheep and goats: animal needs-values of feeds ». Éditions Quae, Paris, France.
- Institut national de la recherche agronomique (INRA) 2018. « Feeding system for ruminants ». Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands.
- Kandyli K., Hadjigeorgiou I., Harizanis P., (2009). "The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) as a feed supplement for sheep". *Tropical Animal Health Production*, 41, 17-24.
- Lachaux M., Meuret M., Simianr M. (1987). « Composition chimique des végétaux ligneux pâturés en région méditerranéenne française : problèmes posés par l'interprétation des analyses ». *Fourrages*, 15 septembre 1987.
- Niderkorn V., Martin C., Bernard M., Le Morvan A., Rochette Y., & Baumont R. (2019). Effect of increasing the proportion of chicory in forage-based diets on intake and digestion by sheep. *Animal*, 13(4), 718-726.
- Omar S.S., Shayo C.M., Uden P., (1999). "Voluntary intake and digestibility of mulberry (*Morus alba*) diets by growing goats". *Tropical Grasslands*. 33, 177-181
- Papanastasis V.P., Yiakoulaki M.D., Decandia M., Dini-Papanastasi O. (2008). « Integrating woody species into livestock feeding in the Mediterranean areas of Europe », *Animal Feed Science and Technology*, 140, 1-17
- SAS 2013. Statistical analysis systems (SAS Enterprise guide software). SAS® Institute Inc., Cary, NC, USA
- Van Soest P. J., Robertson J.B., et al. (1991). "Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition." *Journal of Dairy Science* 74(10), 3583-3597.