



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

Valoriser la diversité végétale par la diversité animale : utiliser le foin de prairies remarquables pour alimenter les animaux de zoo

S. Jurjanz¹, A. Vivier², S. Plantureux³

Les prairies remarquables du Parc Naturel Régional de Lorraine sont en régression, principalement en raison de leur intensification ou mise en culture. Comment mieux valoriser ces prairies tout en permettant aux agriculteurs d'appliquer une gestion appropriée à la préservation de la biodiversité ? Le Parc a initié la mise en place d'une filière originale de commercialisation du foin.

RÉSUMÉ

Afin d'inciter les agriculteurs à appliquer une gestion appropriée aux prairies à forte richesse spécifique, le Parc Naturel Régional de Lorraine a initié une filière pour commercialiser le foin de ces prairies à des zoos et parcs animaliers. L'article présente les résultats des enquêtes (attentes et pratiques des filières) et études techniques (analyses des prairies, évaluation des besoins de ces animaux (rongeurs, herbivores...) dans leur grande diversité, risques de toxicité) réalisées pour évaluer la faisabilité du projet. Ces études ont permis de sélectionner des débouchés, de mieux comprendre leurs besoins et d'émettre des préconisations pour réussir ce compromis entre valorisation économique et préservation de la richesse écologique des prairies.

SUMMARY

Plant diversity can enhance animal diversity: employing hay from unique grasslands to feed zoo animals

In the Regional Natural Park of Lorraine, unique grasslands characterised by high species richness are in decline, primarily because they are more intensively used or they are transformed into cropland by farmers. To better exploit these grasslands and to encourage farmers to manage their lands in a way that preserves biodiversity, park authorities have started to develop an industry centred on the hay produced by the grasslands: providing feed for zoos and wildlife parks. This article presents the results of surveys (i.e., of industry expectations and practices) and technical research (i.e., grassland analysis, evaluation of the needs of the diverse animals concerned, risk of toxic concentrations of compounds) carried out between 2015 and 2018 to assess the project's feasibility. This work will make it possible to identify outlets, better understand commercial needs, and produce guidelines to establish a successful balance between the economical exploitation and environmental preservation of the grasslands' ecological richness.

Le territoire du Parc Naturel Régional de Lorraine (PNRL, 220 000 ha) compte en 2018 environ 33 000 ha de prairies, dont 3 200 ha comportent des espèces floristiques rares ou en régression en Lorraine et/ou des espèces protégées. Ces prairies peuvent être classées en ZNIEFF¹, Natura 2000 et/ou ENS¹ mais ne font parfois l'objet d'aucun classement. Le PNRL regroupe ces prairies d'intérêt écologique sous le terme de « **prairies remarquables** ». La plupart des prairies présente une bio-

diversité floristique importante **avec souvent plus de 50 espèces végétales par groupement phytosociologique, plusieurs groupements phytosociologiques sur une même parcelle, ainsi qu'une forte biodiversité faunistique associée**. Ces situations correspondent à un équilibre fragile dont la perturbation entraîne un risque de disparition de nombreuses espèces floristiques et faunistiques (PNRL, 2015). Les prairies remarquables du PNRL sont en général fauchées tardivement, au-delà du 15 juin, correspondant en Lorraine à une somme de températures de l'ordre de 1 300 degrés.jours en base 0°C depuis le 1^{er} février. Une partie de ces prairies, celles correspondant

1 : ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique ; ENS : Espace Naturel Sensible

AUTEURS

1 : Université de Lorraine, Inra, URAFPA, F-54505 Vandoeuvre ; stefan.jurjanz@univ-lorraine.fr

2 : Parc Naturel Régional de Lorraine, F-54700 Pont-à-Mousson

3 : Université de Lorraine, Inra, LAE, F-54505 Vandoeuvre

MOTS CLÉS : Bien-être animal, biodiversité, composition chimique du fourrage, foin, Lorraine, prairie permanente, toxicité, valeur alimentaire, végétation.

KEY-WORDS : Animal well-being, biodiversity, chemical composition, feeding value, hay, Lorraine, permanent pasture, toxicity, vegetation.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Jurjanz S., Vivier A., Plantureux S. (2019) : «Valoriser la diversité végétale par la diversité animale : utiliser le foin de prairies remarquables pour alimenter les animaux de zoo», *Fourrages*, 237, 101-106.

à l'association phytosociologique *Colchico-Festucetum Pratensis*, sont **des habitats prairiaux d'intérêt communautaire**.

Afin de répondre aux besoins de préservation de ces prairies remarquables, le PNRL s'est fortement mobilisé et a engagé une action de sensibilisation des agriculteurs sur l'intérêt patrimonial de ces surfaces. Un grand nombre d'agriculteurs se sont ainsi engagés dans des contrats de Mesures Agro-Environnementales garantissant des pratiques extensives. Néanmoins, ces dispositifs d'aides ne sont pas suffisants pour enrayer la disparition des prairies remarquables : des agriculteurs estiment que ces prairies sont insuffisamment productives ou qu'elles produisent un fourrage inadapté à des animaux de production performants. Ainsi, ils font le choix de les retourner pour y installer des cultures de vente ou du maïs-ensilage, ou de les intensifier (utilisation plus précoce, augmentation de la fertilisation et du chargement animal) ce qui entraîne soit leur disparition totale, soit la banalisation de leur flore.

En accord avec ses missions de préservation du patrimoine naturel et de développement économique, **le PNRL a cherché une solution pour permettre le maintien de ces prairies dans un bon état écologique, tout en garantissant aux agriculteurs la rentabilité de ces surfaces**. En 2015, le PNRL a lancé l'idée d'une valorisation du foin de ces prairies remarquables en dehors du cadre agricole habituel, en s'intéressant entre autres au débouché des zoos et parcs animaliers. L'argument présenté par le PNRL de contribution à la préservation de la biodiversité et de l'approvisionnement local a séduit ces établissements dont une des missions est justement le maintien de la biodiversité. Néanmoins, ce débouché présente certaines différences avec les utilisations agricoles habituelles du foin, d'abord par la diversité des espèces animales ciblées, mais aussi par la nature des attentes des acheteurs. Un travail d'étude et d'enquêtes conduit pendant 3 ans, associant le PNRL et l'Université de Lorraine, a démontré que le foin des prairies remarquables peut tout à fait correspondre aux besoins spécifiques des parcs zoologiques si leurs attentes très fortes quant à l'innocuité et la qualité technologique des foin sont prises en compte. Cet article résume les aspects de la valorisation de ces foin dans l'alimentation de ces types d'animaux.

1. Besoins des animaux de zoos et parcs animaliers

Une étude bibliographique (AZA Fact Sheets, par ex. ULLREY, 1997) et la consultation d'experts (vétérinaires, responsables d'achat d'aliments, scientifiques) a permis de dégager les principaux besoins des animaux mangeurs de foin des zoos et parc animaliers. Les connaissances sur les besoins de cette large gamme d'espèces d'animaux sont beaucoup plus fragmentaires que pour les animaux d'élevage du secteur agricole, notamment en absence d'un système de rationnement établi de manière globale comme on le trouve pour les animaux de rente dans tous les pays du monde.

La mission traditionnelle de ces structures est la présentation d'animaux au public ; ils sont donc nourris au niveau de l'entretien, avec une exigence nutritionnelle modeste contrairement aux animaux d'élevage. Ainsi, un foin moins riche peut parfaitement correspondre aux besoins des animaux de zoo. Cependant, la plupart des établissements ont désormais une mission de conservation des espèces sauvages et donc de leur reproduction. **L'alimentation ne doit donc plus seulement permettre d'assurer l'esthétique des animaux mais doit également permettre des performances reproductives**, ce qui module les exigences alimentaires.

■ Besoins des petits mammifères rongeurs

Des lapins, des cochons d'Inde ou de petits rongeurs sont souvent présentés dans les parcs zoologiques. Même s'ils consomment une quantité très faible de foin, ce dernier joue un rôle très spécifique chez ces espèces qui ont souvent une grande sensibilité due à leur poids corporel faible.

Du point de vue nutritionnel, ces animaux nécessitent une ration composée de 14 à 18% de protéines et n'excédant pas 4% de lipides. Une teneur minimale en vitamines A, C et E s'avère importante (GIDENNE *et al.*, 2015), ces composés se retrouvant en teneur moins importante dans les graminées prairiales que dans les légumineuses et diverses. Une teneur excessive en calcium peut provoquer des calculs chez les lapins, ce qui amène à proscrire un excès de foin de luzerne dans l'alimentation. Les aliments spécifiques vendus dans les commerces professionnels couvrent généralement les besoins des petits mammifères rongeurs. La fourniture de foin ne vise donc pas uniquement à contribuer à la couverture des besoins nutritif ; les fibres du foin lui confèrent trois rôles principaux : i) digestif : assurer un bon équilibre intestinal, stimuler le transit, compenser les autres apports alimentaires souvent trop riches, développer une flore bactérienne adéquate et fournir un lest propice à la digestion, ii) entretien de la dentition, en permettant l'usure des incisives dont la croissance est continue chez les rongeurs et iii) moyen « d'enrichissement du milieu »² pour limiter l'ennui et ainsi réduire le stress de l'animal. Le foin apparaît ainsi comme un aliment essentiel pour la santé de ces animaux.

Les comportements alimentaires doivent également être pris en compte et l'ingestion de foin est ainsi favorisée par des tiges lisses et assez longues pour être facilement préhensibles par l'animal. La présence de particules fines et notamment de poussières dans les foin peut engendrer des problèmes respiratoires. Enfin, il faut impérativement éviter la présence de plantes présentant un risque d'intoxication aiguë ou chronique car le faible poids corporel de ces petits animaux les rend particulièrement vulnérables

2 : l'enrichissement correspond à tous les moyens permettant aux animaux d'exprimer leur comportement naturel (par ex. exploration, nidification) et ainsi réduire l'ennui. Ce dernier peut entraîner du mal-être, voire des comportements pathologiques (par ex. auto-mutilation). Compte tenu de la considération éthique de l'animal, l'enrichissement est devenu aujourd'hui un vrai enjeu sociétal dans la détention d'animaux. Ce sujet est particulièrement sensible dans les zoos, mais apparaît désormais aussi en élevage agricole.

(cf. ci-après). **Pour ces animaux, le foin représente donc davantage un élément de leur bien-être et de santé qu'un apport nutritionnel.**

■ Besoins des herbivores

En plus du rôle d'apport de nutriments chez ces herbivores, **le foin joue un rôle essentiel dans leur bon fonctionnement digestif et permet un enrichissement** dans des enclos relativement restreints par rapport aux espaces explorés dans leurs habitats naturels. Les espèces d'animaux concernés ici recouvrent une très forte diversité allant du kangourou à l'éléphant en passant par les équidés et une très large gamme de ruminants.

Les herbivores se classent selon leur taille corporelle et en conséquence celle de leur tractus digestif mais aussi leur mode d'ingestion des aliments (choix alimentaire et préhension). Au plan digestif, on peut alors distinguer les ruminants au sens strict, les pseudo-ruminants et les *cæco-fermenteurs*. Ensuite, le choix alimentaire et la préhension permettent de distinguer au sein de ces groupes d'herbivores les *paisseurs*, qui ingèrent surtout la végétation herbacée, et les *brouteurs*, qui ingèrent de préférence les parties feuillues des plantes (HOFMAN et STEWART, 1972). Ces auteurs décrivent également des espèces avec un comportement intermédiaire comme les Oryx et certaines antilopes. Sur la base de ces caractéristiques, l'Association des Zoos et Aquariums (AZA) a établi des profils nutritionnels pour les herbivores ongulés (*Fact Sheets of the Nutrition Advisory Group Handbook*) dont les besoins et la capacité digestive présentent une forte diversité.

Les ruminants regroupent des espèces d'ongulés capables d'une seconde mastication grâce à un renvoi des aliments stockés dans la cavité buccale (JARRIGE *et al.*, 1995) : il s'agit des Tragulidés (chevrotains), des Cervidés (cerfs, chevreuils, élans, rennes...), des Girafidés (girafes et okapi), des Antilocapridés (pronghorn), des Moschidés (cerfs porte-musc) et des Bovidés (chèvres, chamois, bouquetins, buffles, vaches, moutons, mouflons, antilopes, gazelles, gnous...). La grande spécificité des ruminants est la dégradation microbienne dans les pré-estomacs avant la digestion enzymatique du mammifère qui leur confère une efficacité digestive performante, notamment pour des substrats très fibreux. Ainsi, ces espèces peuvent couvrir leurs besoins nutritionnels par une fermentation de substrats assez fibreux comme des foins fauchés tardivement.

Les pseudo-ruminants utilisent également la fermentation pour décomposer les parois des espèces végétales fibreuses. Cependant, ils n'ont que des estomacs à trois chambres. Les pseudo-ruminants regroupent les familles des Camélidés (chameaux, dromadaire, lama...), des Hippopotames et des Macropidés (kangourou, wallaby...). Leurs performances digestives pour hydrolyser les parois végétales sont très variables entre, d'un côté, les chameaux qui peuvent digérer des végétaux assez pauvres et, de l'autre côté, des hippopotames peu performants pour digérer des parois lignifiées. Ainsi, les chameaux sont adaptés à se contenter de substrats très fibreux et pauvres qui sont ruminés longtemps et ingérés en grande quantité.

Enfin, **les *cæco-fermenteurs*** ont un système digestif bien différent des autres herbivores car leur estomac est simple, comme celui des monogastriques. Cela concerne les tapirs, les éléphants, les rhinocéros et tous les équidés (zèbres, chevaux, ânes) mais aussi les lapins et certains rongeurs traités auparavant. Par rapport à un ruminant, leur système digestif est caractérisé par un petit estomac (par ex. 7% du volume total du tube digestif chez le cheval) limitant ainsi leur capacité d'ingestion et un grand intestin avec un *cæcum* très développé. Néanmoins, la fermentation *cæcale* agit après la digestion enzymatique et hydrolyse ainsi des substrats relativement pauvres. De plus, la capacité d'absorption réduite dans le gros intestin rend cette digestion nettement moins performante que celle des ruminants ou pseudo-ruminants. Enfin, la grande sensibilité à l'adrénaline rend ces animaux, notamment les équidés, très vulnérables aux troubles tels que les coliques, rendant leur alimentation délicate. La capacité digestive de ces animaux est très limitée (ULLREY, 1997) ; leur sensibilité à d'éventuels problèmes alimentaires leur confère un rôle d'indicateurs. Ces espèces compensent la moindre efficacité digestive par des durées accrues d'ingestion et de mastication. Ainsi, il est nécessaire de leur permettre un accès au foin en quasi-permanence et de stimuler leur ingestion par des foins variés. L'hydrolyse microbienne au-delà du compartiment d'absorption principale (l'intestin grêle) pourrait aussi expliquer leur sensibilité supérieure à un certain nombre de plantes toxiques (par ex. les *séneçons*) en comparaison aux ruminants.

Ainsi, il faut une grande diversité de qualités de foin pour couvrir les besoins de cette diversité des espèces d'herbivores. Par exemple, selon les recommandations de l'AZA (LINTZENICH et WARD, 1997), la teneur optimale en matières azotées totales (MAT) du foin est relativement élevée (16 à 20%) pour les girafes et les chèvres alors qu'elle est seulement de 9% pour les camélidés et les zèbres. Les éléphants ou les zèbres requièrent un foin plus riche en fibres (entre 400 et 500 g de NDF/kg MS) que les bongos, rennes ou sprinboks (NDF entre 250 et 350 g NDF/kg MS). Par ailleurs, ces concentrations en MAT ont été jugées un peu élevées par certains praticiens de zoos.

Souvent, **l'adaptation à cette grande diversité dans les exigences nutritionnelles des animaux s'effectue par le choix du type de foin**. Ainsi, les foins tardifs et très fibreux correspondent à une certaine catégorie d'animaux ; des foins très feuillus à une autre. Un tri des foins semble ainsi faciliter leur valorisation auprès des espèces animales adaptées.

L'utilisation des foins pour ces animaux nécessite une très bonne maîtrise technologique afin d'assurer l'absence de moisissures et corps étrangers, de réduire la proportion de poussières et de garantir l'innocuité par un contrôle des plantes toxiques (cf. plus bas). Cette exigence générale pour les foins est plus prégnante que dans l'utilisation agricole car les zoos disposent souvent de quelques rares exemplaires des espèces hébergées dont, de plus, la valeur esthétique est primordiale.

2. Aptitude des prairies remarquables

L'aptitude des prairies remarquables à répondre aux attentes des gestionnaires de zoos et parcs animaliers dépend de deux grands types de facteurs :

- la valeur intrinsèque des prairies, liée à leur composition botanique et aux pratiques agricoles comme la fertilisation et le stade de récolte des espèces ;

- le traitement du foin, c'est-à-dire son séchage et sa récolte, son stockage et son éventuel dépoussiérage.

La phase de récolte du foin est capitale dans l'obtention de la qualité attendue par les utilisateurs : elle agit tout particulièrement sur la poussière et les moisissures, le ramassage de terre par les engins de récolte ou la taille des brins qui doit être adaptée à l'ingestion et digestion des animaux destinataires. Des mauvaises conditions de séchage peuvent enfin diminuer la valeur nutritive (énergie, protéines, vitamines) et provoquer la formation de mycotoxines très préjudiciables pour la santé des animaux. Une solution peut être trouvée dans la pratique de l'enrubannage. Cependant, elle n'est pas encore acceptée dans la plupart des zoos et parcs animaliers.

Des études spécifiques ont été conduites entre 2015 et 2018 (SEMLER, 2016 ; MULLER, 2018) afin de s'intéresser à la valeur intrinsèque des prairies remarquables. Elles ont porté sur **un échantillon total de 50 prairies remarquables du PNRL**, correspondant aux trois associations végétales les plus représentées : les prairies hygrophiles à *Oenanthe fistuleuse* (*Oenanthe-Caricetum vulpinae senecionetosum*), les prairies méso-hygrophiles à Sèneçon aquatique (*Senecioni-Brometum racemosi*) et les prairies mésophiles à Colchique (*Colchico-Festucetum Pratensis*). Auparavant, un travail réalisé par JAGER et MULLER (1999) avait recensé 77 espèces remarquables (en limite d'aire de répartition, en habitat rare ou en régression, ou présentant un nombre d'individus faible à l'échelle du territoire) dans ces prairies. Parmi les espèces les plus emblématiques on trouve la Serratule des teinturiers (*Serratula tinctoria*), la Grande Sanguisorbe (*Sanguisorba officinalis*) ou encore l'Orchis bouffon (*Orchis morio*).

Les critères de qualité des prairies qui ont été recherchés lors de ces études sont : i) la valeur nutritionnelle du fourrage (fibres, protéines, énergie), ii) l'absence de plantes toxiques et iii) la proportion de la houlque laineuse (*Holcus lanatus*), espèce réputée productrice de poussières dans les foins tardifs.

■ Valeur alimentaire des prairies

Cette évaluation repose sur l'analyse par spectrométrie en proche infrarouge (NIRS) de la valeur nutritionnelle de l'herbe prélevée en 2018 sur 43 des 50 prairies, juste avant la récolte en fauche par l'agriculteur (tableau 1).

Ces analyses indiquent que si l'herbe produite est caractérisée par des fibres assez lignifiées (proportion élevée d'ADF dans le NDF) et est ainsi **pauvre en énergie et assez encombrante, sa teneur en azote et sa digestibilité sont tout à fait comparables à celles des prairies**

Critères nutritionnels	Prairies remarquables du PNR Lorraine ¹		Moyenne pour le type PSC4 ²
	Minimum	Maximum	
Fibres lignifiées (ADF, g/kg MS)	380	430	327
Fibres totales (NDF, g/kg MS)	550	625	600
MAT (% MS)	8,0	10,0	8,2
Energie nette (UFV/kg MS)	0,60	0,68	0,73
Digestibilité de la matière organique (%)	60	65	63
Ingestibilité (UEB/kg MS)	1,15	1,20	1,12

1 : Valeurs minimales et maximales (après exclusion des valeurs des deux déciles extrêmes)
2 : Herbe au début juin d'une prairie de type PSC4 (prairie de climat semi-continentale) de la *Typologie nationale des prairies permanentes* (LAUNAY et al., 2011). Les prairies PSC4 se retrouvent sur les mêmes milieux (sol/climat) que les prairies remarquables du PNR de Lorraine, mais leur intensification a réduit leur richesse floristique.

TABLEAU 1 : Valeurs de critères nutritionnels de l'herbe de 43 prairies remarquables du PNR de Lorraine (associations de prairies mésophiles à hygrophiles).

TABLE 1 : Values of grass nutritional characteristics obtained for 43 unique grasslands (ranging from mesophilous to hygrophilous) in the Regional Natural Park of Lorraine (RNPL).

récoltées un peu plus précocement (type PSC4), dans le même contexte pédoclimatique. Les résultats rejoignent ceux de l'étude conduite par AMIAUD (2006) sur des prairies de même type du PNRL. Ce type de foin peut convenir aux animaux pour lesquels un rôle de régulation de la digestion et une activité masticatoire accrue sont attendus, alors que la performance n'est pas l'objectif premier. C'est le cas des petits mammifères domestiques (rongeurs et lagomorphes) et de la plupart des herbivores de zoos et parcs animaliers. En termes de contenu azoté, les foins des prairies étudiées peuvent convenir aux animaux à exigence faible ou moyenne, excepté quelques espèces dont les besoins sont plus importants comme les kangourous ou les Girafidae. Par ailleurs, le pourcentage de graminées est compris entre 50 et 85% de la biomasse, assurant dans tous les cas la **présence de brins longs favorables à la digestion et à la mastication des animaux**.

Les métabolites secondaires de l'herbe n'ont pu être analysés mais la proportion de légumineuses (5 à 25% de la biomasse) et d'espèces diverses (5 à 30%) est assez importante dans ces prairies remarquables. Certaines de ces plantes sont riches en métabolites favorables à la santé animale (substances antimicrobiennes, antioxydantes, vitamines et minéraux ; POUTARAUD et al., 2017), ce qui renforce l'intérêt des foins de ces prairies pour des animaux de représentation.

■ Plantes toxiques

La question du risque de toxicité potentielle doit être prise en compte pour garantir l'innocuité des foins de prairies remarquables aux différentes filières destinataires. **Les espèces végétales présentant un risque de toxicité ont été recensées** à partir d'une analyse de la littérature scientifique et de la consultation d'experts vétérinaires. Cette liste a été croisée avec les espèces potentiellement présentes dans le territoire du PNRL pour aboutir à l'iden-

tification des espèces et familles suivantes : colchique d'automne, séneçons, potentilles, vesces, lotiers, galéga (ou sainfoin d'Espagne) et prêles. Les organes contenant les principes toxiques et les stades de développement défavorables peuvent varier selon les espèces. Sur un échantillon de 30 prairies étudiées en 2018 (sur les 50 étudiées de 2015 à 2018), un relevé botanique a été réalisé pour estimer à la fois la fréquence de la plante dans chaque prairie (F%) et sa contribution maximale à la masse d'herbe fraîche (B%). Pour les vesces, dont la toxicité est principalement présente dans les graines, un protocole a été mis en place pour mesurer la masse de graines.

Ces informations ont ensuite été utilisées pour **évaluer le risque de toxicité** (tableau 2). Cette évaluation pose plusieurs problèmes liés au manque de connaissances, d'une part, de la teneur de certaines espèces végétales en principes actifs toxiques et, d'autre part, de la dose toxique pour les différentes espèces animales. Différentes sources d'information ont été mobilisées pour évaluer la toxicité des espèces (BRUNETON, 2010 ; JOUVE, 2009 ; FOWLER et MIKOTA, 1983 ; ENNEKING, 1994 ; WILLIAMS, 1983 ; sites Internet de Telabotanica, Feedipedia et Végétox). Pour les espèces végétales où l'information était connue, la dose létale en exposition aiguë (**DL₅₀**) pour l'animal le plus sensible a été retenue (exprimée en quantité de substance active par kg de poids corporel de l'animal). Lorsque cette dose de la bibliographie a été obtenue chez une espèce animale de laboratoire et doit donc être extrapolée pour l'espèce animale ciblée, la concentration toxique a été divisée par un coefficient de sécurité de 10.

Dans ces conditions, il apparaît que **galéga et prêles** n'ont pas été recensés dans les prairies. Néanmoins, le caractère invasif du galéga fait que son éventuelle apparition est à surveiller. Le risque toxique dû à la présence des **potentilles et du lotier** semble également très faible pour

respectivement une toxicité uniquement à forte dose et la présence de la lotusine principalement dans les graines rarement présentes dans le foin. Le cas du lotier est comparable à celui d'une autre plante très fréquente dans nos prairies : le trèfle blanc, qui peut également contenir de l'acide cyanogénétique. Si ce composé très toxique peut être développé dans les plantes très jeunes, il n'est plus mis en évidence dans des plantes en fleurs (MONDOLY et PONCELET, 2005) expliquant ainsi l'absence d'effets toxiques sur le bétail avec cette plante majeure des pâturages des zones tempérées. Lotier et trèfle blanc sont en effet très présents dans les prairies françaises, sans poser de problème de toxicité particulier quand ils sont en prairie permanente ou dans des mélanges avec des graminées dans les prairies temporaires.

Les doses toxiques pour **vesces et séneçons** présentent une marge de sécurité très confortable malgré la majoration du risque (cf. tableau 2). Pour les séneçons, le risque semble minime mais l'incertitude est plus grande, et l'espèce a tendance à prendre une place croissante dans certaines prairies. L'évaluation du risque a été basée sur le séneçon jacobée car le très invasif séneçon du Cap n'a pas été recensé dans les prairies du PNRL. La surveillance de ce dernier semble néanmoins conseillée, les vétérinaires faisant état, à l'échelle nationale, d'un nombre croissant d'intoxications imputées aux séneçons.

Finalement, **seuls les colchiques présentent un vrai risque dans ces prairies** pour une valorisation en foin pour les animaux. Ce risque concerne 2 des 30 prairies analysées. Ainsi, la valorisation des foin nécessite une mise en place de mesures de gestion de ce risque. Une étude plus fine de la localisation du colchique dans les prairies a démontré une répartition non aléatoire, avec une concentration des plantes en périphérie de parcelle, à proximité des lisières forestières, et parfois par taches

Plante toxique	Principe actif toxique	Fréquence ¹ dans les prairies	Dose létale (DL ₅₀) (/kg de poids vif/jour) biblio & retenue	Concentration obtenue (/kg de foin)	Facteur de sécurité ²
Colchique d'automne (<i>Colchicum autumnae</i>)	colchicine	F% = 23% B% = 8%	2,75 mg (lapin) 0,275 mg	50 mg de colchicine	2,75
Séneçons (<i>Senecio spp.</i>)	alcaloïdes (sénécionine, rétroirsine et sénécionine)	F% = 9% B% 0,4% S. jacobée mais pas S. du Cap	5% de séneçons dans la MS du fourrage	non renseigné	12
Potentilles (<i>Potentilla spp.</i>)	tanins (tormentile)	F% = 9% B% = 0,6%	> 3 g/jour (humain) 50 mg	non renseigné	Risque de toxicité extrêmement faible car faible contribution dans les prairies
Vesces (<i>Vicia spp.</i>)	acide cyanhydrique	F% = 35% B% = 0,7%	(dose sans effet 0,36 mg/jour ; rat) ; 4 mg	1,43 mg cyanure (ANSES, 2009)	14
Lotier (<i>Lotus corniculatus</i>)	acide cyanhydrique (lotusine, surtout dans les fleurs et graines)	F% = 91% B% = 8%		non renseigné	Risque si présence de graines dans les gousses (stade très tardif)
Galéga (<i>Galega officinalis</i>) ou sainfoin d'Espagne	galégine	absente des relevés	0,8 g de plante (ovidés, très sensibles)	sans objet	Pas de risque mais plante invasive à surveiller
Prêles (<i>Equisetum sp.</i>)	thiaminase, présente même dans le foin	absente des relevés	20% de la MS ingérée ou 2 kg MS/jour	sans objet	Pas de risque ; le gout amer repousse les animaux

1 : F% Fréquence : Pourcentage des 43 prairies remarquables du PNR où l'espèce a été retrouvée
B% Contribution : Estimation du pourcentage maximal de l'espèce dans la masse d'herbe fraîche lorsque l'espèce a été retrouvée
2 : Facteur de sécurité = toxine tolérable selon DL₅₀ avec une ingestion supposée de 1 kg de foin pour 50 kg de poids corporel / toxine ingérée via le foin ; par ex. dans le cas de la colchique : toxine tolérable selon DL₅₀ : 2,75 mg/kg PV/jour x 50 kg PV = 137,5 mg/jour ; et toxine ingérée via 1 kg de foin : 50 mg/kg MS de foin/jour x 1 kg MS/jour. Le facteur de sécurité est donc de 2,75 et la concentration toxique dans le foin estimée à DL₅₀ / 2,75

TABLEAU 2 : Estimation du risque de concentrations toxiques dans les prairies remarquables du PNR de Lorraine.

TABLE 2 : Estimated risk of toxic concentrations of various compounds occurring in the grass from RNPL's unique grasslands.

au sein de la prairie. Il est donc possible soit de ne pas intégrer ces prairies potentiellement dangereuses dans la filière de commercialisation, soit d'y établir un plan de fauche pour réduire à un minimum acceptable le risque de présence des colchiques dans la récolte.

Les éleveurs constatent que, une fois séchée, **la houlque laineuse peut produire une poussière importante dans le foin**, liée à la pilosité de l'espèce, ce **qui peut être préjudiciable à la santé animale** (pathologies pulmonaires). Le seuil minimal de houlque pouvant induire ces problèmes sanitaires est actuellement inconnu. De 2015 à 2018, il n'a pas été observé ce type de poussière dans les foins produits sur les prairies remarquables du PNRL, bien que cette espèce puisse représenter 30% de la biomasse au printemps (en moyenne 19%).

Conclusion

L'ensemble des études et enquêtes conduites entre 2015 et 2018 sur les prairies remarquables du PNRL, auprès des experts animaliers, vétérinaires et agronomes, mais aussi des agriculteurs du territoire du parc, montre qu'il existe un réel potentiel de valorisation du foin de ces prairies remarquables.

Techniquement, les filières apparaissent encore peu matures, avec une connaissance parfois très faible de la qualité du foin. L'empirisme est de règle dans la plupart des établissements achetant du foin aux agriculteurs. Des marges de progrès sont donc encore possibles pour mieux faire connaître les vertus et donc valoriser ces foins. Dans ces conditions, le fait que le foin provienne de prairies remarquables est avant tout valorisé sur le plan de l'image de contribution à la préservation de l'environnement. La valeur intrinsèque de ce type de prairies est inconnue des acheteurs et donc non valorisée. A la décharge de ces acheteurs, les besoins de cette très large gamme d'animaux des zoos et parcs animaliers ne sont que très imparfaitement connus. Si des extrapolations sont possibles à partir d'espèces des systèmes agricoles mieux connues (le cheval pour le zèbre, le lapin d'élevage pour le lapin nain...), cela n'est pas possible pour toutes les espèces.

La commercialisation de tels foins passe par un strict contrôle de qualité, portant notamment sur la valeur nutritionnelle du foin, sur le repérage et l'élimination du foin des prairies à risques en raison de la présence de plantes toxiques ou de moisissures et de poussières. La connaissance et l'intégration des spécificités des animaux afin d'orienter le foin d'une qualité adéquate vers chaque espèce animale représente une vraie opportunité pour établir une relation de confiance entre fournisseur et consommateur de foin en vue de valoriser la diversité botanique pour et *via* la diversité animale.

Dans un contexte où les prairies de fort intérêt écologique sont en régression, où l'efficacité des subventions publiques est limitée, le type de valorisation envisagé par le PNR de Lorraine apparaît finalement comme une opportunité intéressante.

Accepté pour publication,
le 23 mars 2019

Remerciements aux stagiaires ayant contribué au projet : Estelle Hermant, Agathe Malzac, Anaïs Muller, Clotilde Semler, Melanie Stainmesse et Camille Zuccolo.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMIAUD B. (2006) : *Qualité fourragère de prairies d'intérêt écologique au sein du Parc Naturel Régional de Lorraine*, Rapport -PNRL 38 p.
- BRUNETON J. (2010) : *Plantes toxiques : végétaux dangereux pour l'homme et les animaux*, 3e éd., Tec & Doc, E M Inter, Lavoisier, 618 p.
- ENNEKING D. (1994) : *The toxicity of Vicia species and their utilisation as grain legumes*, thesis. S.l.: s.n., [consulté le 16 avril 2018].
- FEEDIPEDIA (2018) : [Consultation en avril 2018] <https://www.feedipedia.org/>
- FOWLER E.M., MIKOTA S.K. (1983) : *Biology medicine and surgery of elephants*, 596 p.
- GIDENNE T., LEBAS F., SAVIETTO D., DORCHIES P., DUPERRAY J., DAVOUST C., LAMOTHE L. (2015) : «Chapitre 5 : Nutrition et Alimentation», *Le lapin. De la biologie à l'élevage*, éd. Quae, Versailles, 139-184.
- HOFMANN R.R., STEWART D.R.M. (1972) : «Grazer or browser: A classification based on the stomach structure and feeding habits of East African ruminants», *Mammalia*, 36, 226-240.
- JAGER C., MULLER S. (1999) : *Les prairies humides du Parc Naturel Régional de Lorraine, phytosociologie et intérêt patrimonial en relation avec les pratiques agricoles en vue de l'élaboration de propositions de gestion conservatoire, Tome I: Etude Scientifique*, Parc Naturel Régional de Lorraine (France).
- JARRIGE R., RUCKEBUSCH Y., DEMARQUILLY C., FARCE M.H., JOURNEY M. (1995) : *Nutrition des ruminants domestiques*, éd. Quae, Versailles, 921 p.
- JOUVE C. (2009) : *Contribution à l'élaboration d'un site internet de toxicologie végétale chez les ruminants : monographie des principales plantes incriminées d'après les données du CNITV*, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon: s.n.
- LAUNAY F., BAUMONT R., PLANTUREUX S., FARRIÉ J.P., MICHAUD A., POTTIER E. (2011) : *Prairies permanentes : des références pour valoriser leur diversité*, Institut de l'Élevage, 128 p.
- LINTZENICH B.A., WARD A.M. (1997) : «Hay and pellet ratios: considerations in feeding ungulates. AZA Fact Sheet 006», *Nutrition advisory group Handbook*, 12 p.
- MONDOLY P., PONCELET J.L. (2005) : *Les intoxications végétales*, fiche 78 de la Société Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires, 14 p, site <http://www.vegetox.envt.fr> [consulté en janvier 2019].
- MULLER A. (2018) : *Etude sur l'alimentation en foin des grands herbivores de zoo du point de vue nutritionnel et toxicologique*, mémoire master 2 FAGE, Université de Lorraine, 35 p + annexes.
- PNRL (2015) : *Diagnostic des territoires du Parc Naturel Régional de Lorraine. Document de préfiguration de la charte 2015-2027 du parc*, Document PNRL.
- POUTARAUD A., MICHELOT-ANTALIK A., PLANTUREUX S. (2017) : «Grasslands: a source of secondary metabolites for livestock health», *J. Agricultural and Food Chemistry*, 65, 6535-6553.
- SEMLER C. (2016) : *Etude de faisabilité de la mise en place d'une filière de valorisation du foin des prairies remarquables du Parc Naturel Régional de Lorraine et des Espaces Sensibles du Conseil Départemental de Meurthe-et-Moselle*, mémoire master 2 FAGE, Université de Lorraine, 32 p + annexes.
- TELABOTANICA (2018) : site <https://www.tela-botanica.org/> [consulté en avril 2018].
- ULLREY D.E. (1997) : «Hay Quality Evaluation. AZA Fact Sheet 001», *Nutrition advisory group Handbook*, 11 p.
- VEGETOX (2018) : site <http://www.vegetox.envt.fr/> [consulté en avril 2018].
- WILLIAMS M.C. (1983) : «Toxic Nitro Compounds in Lotus 1», *Agronomy Journal*, 75, 3, 520-522.