



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 Francophone pour les Prairies et les
Fourrages

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

www.afpf-asso.fr



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 Francophone pour les Prairies et les Fourrages

Effet de différents modes de fertilisation organique sur la flore de « prairie naturelle » (MAEC) en Wallonie.

S. Rouxhet¹, A. Philippe¹, A. Farinelle², J. Wahlen³, P. Luxen³, J. Piqueray¹

RESUME

Les prairies naturelles de Wallonie, en Mesures Agroenvironnementales et Climatiques (MAEC), peuvent être fertilisées par engrais organique entre le 16 juin et le 15 août. Ces dates ne correspondent pas aux bonnes pratiques agricoles (fertilisation en début de végétation). L'essai réalisé évalue l'influence des dates de fertilisation et du type d'engrais de ferme sur la végétation. Des apports annuels de compost de fumier bovin et de lisier bovin à des doses modérées (60-70 kg N_{tot}/ha/an) ont été comparés à une modalité témoin sans apport. La fauche intervenait après le 15 juin conformément au cahier de charge de la MAEC. La modalité témoin a permis une amélioration de la diversité floristique, au détriment de la production de fourrage. La fertilisation annuelle a maintenu la situation de départ, tant pour la flore que pour la production fourragère. Nous recommandons donc de tester une situation intermédiaire où l'apport de fertilisant serait réduit. Cette réduction pourrait se faire en ne fertilisant pas tous les ans, car une réduction des doses annuelles est difficile à mettre en œuvre et à contrôler. La période d'épandage n'avait pas d'influence et devrait rester libre.

SUMMARY

Effect of various organic fertilization methods on the flora of «natural grassland» (AECM) in Wallonia.

In Wallonia (Belgium), the grasslands committed in the Agri-Environmental measure (AEM) «Natural grassland» can be organically fertilized between 16th June and 15th August. This does not correspond to good agricultural practices (fertilization at the beginning of the growing season). In an experimental grassland, we tested the influence of the fertilization date and of the fertilizer type on the vegetation. Annual fertilization, either cattle slurry or composted cattle manure (60-70 kg N_{tot}/ha/yr) were compared to control without fertilization. According to the AEM legislation, mowing was after 15th June. In the control treatment, we observed an improvement of the biodiversity indicators, while forage production decreased. In fertilized plots, the initial situation was maintained at an unfavorable status for biodiversity. Forage production was stable too. We therefore recommend testing for an intermediate fertilization level. As reduced fertilization quantity is difficult to apply and control, we recommend fertilization every two years. Fertilization date had no impact and should therefore be un restricted.

Introduction

◆ Relation flore – fertilité du sol en prairies

La question de la relation entre flore et fertilité du sol dans les prairies permanentes d'Europe occidentale a fait l'objet d'une abondante littérature scientifique. **De manière générale, les prairies sont potentiellement plus riches en espèces végétales quand le sol est pauvre en éléments nutritifs**, notamment en phosphore (Janssens *et al.*, 1998). Cependant, dans beaucoup de cas, seule une limitation de la fertilisation pourra être acceptée par l'agriculteur dans le cadre de mesures volontaires telles que les MAEC, dans le but de

maintenir un certain niveau de production sur ces prairies. Il est donc important d'évaluer dans quelle mesure les MAEC incluant une limitation de la fertilisation, sans pour autant l'exclure, peuvent contribuer aux objectifs de biodiversité dans les prairies, tout en maintenant un niveau de productivité acceptable.

◆ LES MAEC « prairie » en Wallonie

En Wallonie (Sud de la Belgique), la MAEC « MB2 – Prairie Naturelle » est un incitant à la gestion extensive des prairies. Son cahier de charge en cas de gestion par fauche (cas étudié ici) se décline comme suit.

- La parcelle doit être déclarée en prairie permanente.

AUTEURS

1 : Natagriwal asbl. Chemin du Cyclotron, 2 - Boîte L07.01.14 - 1348 Louvain-la-Neuve. Belgique. jpiqueray@natagriwal.be

2 : Fourrage-Mieux asbl. Horritine, 1 - 6600 Michamps. Belgique.

3 : Agra-Ost. Klosterstrasse, 38 - 4780 St-Vith. Belgique.

MOTS-CLES : Mesures agroenvironnementales, fertilisation organique, biodiversité, végétation, pré de fauche, date d'épandage, lisier, fumier composté.

KEY-WORDS: Agri-environmental measures, organic fertilization, biodiversity, vegetation, mowing meadow, spreading date, slurry, composted manure.

REFERENCE DE L'ARTICLE : Rouxhet S., Philippe A., Farinelle A., Wahlen J., Luxen P., Piqueray J., (2021). « Effet de différents modes de fertilisation organique sur la flore de « prairie naturelle » (MAEC) en Wallonie. », Fourrages, 246, 21-28

- Une ou plusieurs fauches ont lieu du 16 juin au 31 octobre inclus avec récolte et maintien de 5% de zone refuge. La localisation de la zone refuge peut changer chaque année.
- Pas de produits phytosanitaires, à l'exception du traitement localisé contre les chardons et rumex.
- Fertilisation organique uniquement (engrais de ferme) limitée à un épandage annuel du 16 juin au 15 août inclus.

Comme pour toutes les MAEC, l'engagement d'une ou plusieurs parcelles est volontaire et a une durée de 5 ans renouvelable. Le paiement agro-environnemental est de 200€/ha.

Les conditions de fertilisation de la MB2 posent un certain nombre de questions. Premièrement, il convient de remarquer qu'aucune restriction n'est donnée en termes de quantité épandue. La raison de cette absence est l'impossibilité de contrôler les quantités épandues à l'échelle d'une parcelle, même du point de vue des agriculteurs. Une telle restriction serait donc inopérante sur le terrain. Ensuite, rien n'est dit sur la nature du fertilisant, tant qu'il est organique. Or, par son effet plus rapide, le lisier est susceptible d'avoir une action plus franche sur le développement des graminées productives que le fumier (Štýbnarová *et al.*, 2014), et donc d'entraîner une banalisation de la flore. Enfin, **la période d'épandage** a été choisie de manière à limiter l'effet de la fertilisation sur la végétation en la réalisant à une période où elle sera moins bien valorisée par celle-ci. Ce faisant, elle **est mal acceptée par le monde agricole** qui y voit une mauvaise pratique agronomique. De plus, l'application de lisier en conditions estivales augmente le risque d'émissions ammoniacales polluantes (Sommer et Hutchings, 2001).

1. Objectifs de l'étude

L'objectif de l'étude était d'évaluer **l'impact de modification de la période d'épandage** de la MAEC « prairie naturelle » sur la **composition botanique** dans le cas d'un pré de fauche. Les dates considérées sont d'une part celles autorisées par la législation (en été) et d'autre part celles qui sont agronomiquement recommandées (fin d'hiver/printemps). L'effet de **deux engrais de ferme** (fumier bovin composté et lisier bovin), pour ces deux périodes d'épandage, a été testé. En parallèle, la productivité de la prairie sous les différents traitements a été évaluée en termes de quantité et de qualité du fourrage, afin d'évaluer l'impact économique de ces modifications.

2. Matériel et méthodes

2.1. Site d'étude

Le terrain expérimental est situé en Ardenne sur la commune de Lierneux, Province de Liège, Belgique. Il

s'agit d'une prairie de 2,5 ha engagée en MB2 depuis plusieurs années, située à une altitude moyenne de 435m sur une légère pente à exposition NE. Il s'agit d'une ancienne pâture à ray-grass, trèfle blanc et fléole en transition vers une prairie de fauche à fromental et crépis des prés, code EUNIS : E2.11a-E2.22. Le sol est de nature limono-caillouteuse à charge schisteuse et à drainage favorable, selon la carte des sols de Wallonie (Bock *et al.*, 2008). Des analyses de sols ont été réalisées en 2014 sur le site (24 échantillons). Elles ont révélé des teneurs de $4,58 \pm 0,32$ % de C organique (moyenne régionale : $4,1 \pm 0,98$ %), $1,9 \pm 0,31$ mg/100g de phosphore (moyenne régionale : $4,55 \pm 2,43$ mg/100g), $11,9 \pm 2,6$ mg/100g de potassium (moyenne régionale : $23,4 \pm 12,4$ mg/100g), et un pHKCl de $4,98 \pm 0,15$ (moyenne régionale : $5,24 \pm 0,47$). Les moyennes régionales sont issues de 9287 analyses de sols provenant de prairies permanentes en Ardenne entre 2006 et 2019, issues de la base de données Requasud (https://www.requaconsult.requasud.be/requaconsult_sol). Le sol est donc à un niveau de fertilité moyenne à basse par rapport aux moyennes des prairies permanentes de la région ardennaise.

Au sein de cette parcelle, 21 placettes rectangulaires (+/- 50 x 10-20m) ont été délimitées (Figure 1), formant **7 blocs de 3 parcelles**. Dans chaque bloc, une placette était fertilisée avec du compost de fumier bovin, une avec du lisier bovin et une placette restait non fertilisée (témoin). Quatre des sept blocs ont été **fertilisés au printemps**, entre fin février et mi-avril, selon les conditions climatiques de l'année. Les trois autres blocs étaient fertilisés **en été**, généralement en juillet, mais parfois en août en raison de sécheresses estivales. Les blocs fertilisés en été et au printemps n'étaient pas disposés de manière aléatoire sur la prairie expérimentale. Ils étaient eux-mêmes regroupés en **grandes parcelles, selon un dispositif en split-plot**. Les premiers épandages ont été effectués au printemps 2014 et les derniers au printemps 2019. L'objectif de

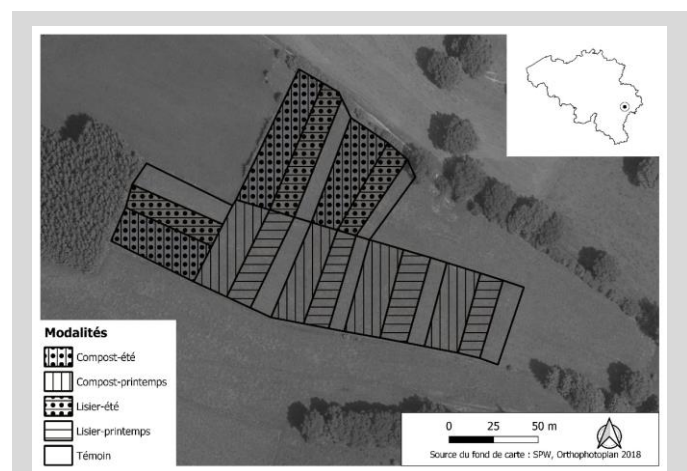


FIGURE 1 : Localisation de la parcelle d'essais MB2 à Lierneux.

Figure 1: Location of the MB2 test plot in Lierneux.

l'épandage était de correspondre à la pratique agricole d'un épandage moyen, soit environ 10t/ha de compost ou 15t/ha de lisier, ce qui correspond à une fertilisation annuelle de 60 kg N_{tot}/ha. La réalisation de pesée à l'épandage et l'analyse des matières fertilisantes (réalisée à chaque épandage) a permis de vérifier que ces conditions étaient presque vérifiées (Tableau 1). En moyenne, la fertilisation azotée a été la plus faible avec le lisier en été (60,8 kg N_{tot}/ha*an) et la plus élevée avec le compost au printemps (71,5 kg N_{tot}/ha*an). Les fertilisations au compost apportent en moyenne plus de phosphore que le lisier.

	Compost		Lisier	
	Printemps	Été	Printemps	Été
N _{tot} [kg/ha*an]	71,5	64,4	70,3	60,8
P ₂ O ₅ [kg/ha*an]	48,5	42,2	25,8	24,8
K ₂ O [kg/ha*an]	79,7	101,4	101,0	88,2

TABLEAU 1 : *Apport annuel moyen en éléments majeurs de la fertilisation pour toute la durée de l'essai (2014-2019). Les valeurs ont été calculées sur la base de pesées des quantités épandues et d'analyses des matières fertilisantes à chaque épandage.*

Table 1: Average annual input of major fertilizer element for the entire trial period (2014-2019).

L'entretien a été réalisé par fauche selon les modalités du cahier de charge de la MAEC « MB2-prairie naturelle ». La première fauche avait donc lieu dès que possible après le 15 juin. Une seconde fauche a eu lieu chaque année dans le courant de septembre. Au départ, l'expérience contenait 8 blocs (4 pour chaque période de fertilisation). Un des blocs a été retiré des analyses car il était situé en partie à l'ombre, et correspondait avant 2014 à la zone de repos du bétail en été. Sa végétation était donc très différente de celle du reste de la prairie, et donc difficilement comparable.

2.2. Rendement en herbe et qualité fourragère

Des mesures de **rendements et des analyses de fourrages** ont été effectuées lors de chaque exploitation de 2016 à 2018 inclus, ainsi que pour la première fauche de 2019. Pour chaque modalité, trois parcelles ont été caractérisées.

Les mesures de rendement étaient réalisées juste avant la fauche ; les résultats correspondent donc à la productivité de la prairie sans prise en compte des pertes au fanage et à la récolte. Pour chaque mesure, une superficie comprise entre 6 et 12m² a été coupée à une hauteur de 5cm à l'aide d'une motofaucheuse. L'herbe fauchée était directement pesée et un échantillon compris entre 200 et 300g était prélevé à l'aide d'une carotteuse, en donnant un coup sec dans le bac où l'herbe a été placée pour la pesée et préalablement tassée manuellement. Cet échantillon était conservé au frais et acheminé au laboratoire où il était d'abord séché à une température de 55°C. La moitié de cet échantillon était ensuite séchée à 105°C pour en

connaître la matière sèche précise et ainsi pouvoir calculer le rendement.

L'autre moitié de l'échantillon était utilisée pour les analyses fourragères. Pour chaque modalité, les échantillons issus des trois parcelles caractérisées (lors de chaque fauche) ont été regroupés avant de subir une analyse par spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR) permettant l'estimation de leur composition organique et de leur digestibilité. Les valeurs alimentaires étaient ensuite calculées sur la base des équations de référence (INRA 2010). Les teneurs en éléments minéraux majeurs (calcium, phosphore, potassium, sodium et magnésium) ont été mesurées par des méthodes directes en laboratoire.

Vu l'absence ou le faible nombre de répétitions pour les données de quantité et de qualité du fourrage, ces données ont été interprétées de manière qualitative, sans analyse statistique préalable.

2.3. Suivi botanique

Des relevés de flore exhaustifs, avec attribution d'un coefficient d'abondance Braun-Blanquet (+ (<1%) ; 1 (1-5%) ; 2 (5-25%) ; 3 (25-50%) ; 4 (50-75%) ; 5 (>75%)) à chaque espèce, ont été réalisés en plein dans chaque placette, quelques jours avant la date de fauche prévue (15 juin) chaque année de 2015 à 2019.

Différents **indicateurs de la qualité biologique** des prairies ont été calculés sur la base des relevés botaniques.

- La richesse en espèces (nombre total d'espèces végétales sur la placette), *Rich_{tot}*.
- Les quatre indicateurs d'état de conservation des prés de fauche au sens de N2000 (habitat 6510) mis au point par l'administration wallonne (SPW-DEMNA), et décrits en détail par Piqueray *et al.*, (2016). Ces indicateurs sont :
 - la richesse en espèces typiques de l'habitat (indice d'intégrité de l'habitat), *Rich_{typ}*,
 - le recouvrement des espèces typiques et indicatrices de qualité de l'habitat (indice d'intégrité de l'habitat), *ReC_{typ+qual}*,
 - le recouvrement des espèces indicatrices de pâturage intensif (indice de dégradation de l'habitat), *ReC_{pat}*,
 - le recouvrement des espèces nitrophiles (indice de dégradation de l'habitat), *ReC_{nit}*.
- Les compositions fonctionnelles, selon les stratégies de Grime (2001) : Compétitrice, tolérante au Stress, Rudérale (C-S-R). Les profils de chaque espèce ont été extraits de la base de données BioFlor (Klotz *et al.*, 2002).
- L'indice d'Ellenberg pour l'azote (*N_{Ellenberg}*).

L'analyse des indicateurs de qualité biologique a été réalisée grâce à des Modèles Linéaires Généralisés

(GLM). Spécifiquement, trois modèles, correspondant à trois questions, ont été réalisés pour chaque indicateur.

- Les indicateurs ont-ils évolué au cours du temps dans chaque modalité ? (détermination de l'effet « Année » sur l'indicateur, pour chaque modalité séparément).
- Ces évolutions étaient-elles différentes entre les modalités ? (effet de l'interaction « Année*Modalité »).
- En 2019, au terme de l'expérience, observait-on des différences entre les modalités ? (effet « Modalité » pour les données 2019).

Dans tous les cas, l'effet « Bloc » a été utilisé comme facteur aléatoire de manière à déterminer si ces effets se répétaient bien d'un bloc à l'autre. En d'autres termes, chaque placette fertilisée a été comparée à son témoin respectif. Afin d'améliorer la normalité et l'égalité des variances, $Rec_{typ+qual}$ a été transformé en logarithme et Rec_{nit} en racine carrée.

3. Résultats et discussion

Les espèces dominantes dans le site d'étude étaient essentiellement des graminées (dactyle (*Dactylis glomerata*), houlque laineuse (*Holcus lanatus*), pâturin commun (*Poa trivialis*), fléole (*Phleum pratense*), ray-grass (*Lolium perenne*)) avec du trèfle blanc (*Trifolium repens*), du trèfle des prés ou trèfle violet (*Trifolium pratense*) et du plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*) en sous étage. Les dicotylées intéressantes pour la biodiversité de la prairie (les vesces des haies, en épis (*Vicia sepium*, *V. cracca*), la centaurée jacée (*Centaurea jacea*), la marguerite (*Leucanthemum vulgare*), la mauve musquée (*Malva moschata*)) sont peu abondantes.

Parmi les espèces typiques des prairies de fauche, la berce (*Heracleum sphondylium*) est relativement bien présente. Le cerfeuil sauvage (*Anthriscus sylvestris*), le crépis des prés (*Crepis biennis*), le fromental (*Arrhenatherum elatius*), la centaurée jacée (*Centaurea*

jacea) sont notés dans plusieurs placettes mais toujours avec un faible recouvrement. Une espèce sub-montagnarde, l'achémille vert-jaunâtre (*Alchemilla xanthochlora*) est apparue à faible abondance (recouvrement «+») sur 13 des 24 relevés lors de la dernière année de relevés.

3.1. Evolution de la valeur écologique

Les richesses en espèces totale et en espèces typiques des prés de fauche par placette ont légèrement augmenté ou sont restées stables au cours des 5 années de relevés botaniques. La tendance sur la richesse en espèces totale dépendait des modalités testées (Tableau 2). La modalité de fertilisation au lisier en été était la plus défavorable sur les nombres totaux d'espèces et sur les nombres d'espèces typiques des prés de fauche, étant la seule à entraîner une tendance stable, voire légèrement à la baisse, qui se marque *in fine* par une richesse plus faible en 2019 (Tableau 3). Ces tendances à la hausse sont plutôt encourageantes car dans un ensemble de prairies sous contrat MAEC suivies sur une même période de 5 ans, ces mêmes indicateurs avaient très peu varié (Piqueray *et al.*, 2016). Pour que la richesse en espèces varie, il est nécessaire que des espèces disparaissent de la parcelle ou la colonisent. Or ces deux processus d'extinction/colonisation sont connus pour être assez lents dans les milieux prairiaux (Piqueray *et al.*, 2011). Cela est entre autres dû aux faibles capacités de dispersion des espèces de ces milieux (Donath *et al.*, 2003). Il est par contre plus étonnant que le $Rec_{typ+qual}$ n'ait pas ou peu varié au cours des 5 ans, quel que soit le traitement. Dans nos essais précédents, le recouvrement de ces espèces avait été impacté (Luxen *et al.*, 2008 ; Piqueray *et al.*, 2016). Même au bout de 5 ans de gestion très extensive (modalité témoin), les conditions de végétation ne sont probablement pas encore réunies pour que ces espèces puissent se développer. En effet, les espèces indicatrices de pâturage intensif y représentent encore un

Tendance annuelle moyenne 2015-2019	Témoin	Lisier		Compost		P
		Printemps	Eté	Printemps	Eté	
Rich _{tot} [nombre]	+0,71***	+1,00***	-0,06 n.s.	+0,22 n.s.	+0,70 *	0,025
Rich _{typ} [nombre]	+0,2*	+0,25**	-0,10 n.s.	+0,07 n.s.	+0,33 *	0,332
ReC _{typ+qual} [%]	-0,75 n.s.	-1,56 n.s.	-1,35 n.s.	-2,2 n.s.	-2,9*	0,645
ReC _{pat} [%]	-0,41*	+3,86 n.s.	+12,1**	-1,96 n.s.	+9,27*	<0,001
ReC _{nit} [%]	-6,84***	+2,34 n.s.	-0,45 n.s.	-5,96***	+2,21 n.s.	<0,001
C [%]	-1,9***	+0,4 n.s.	-0,6 n.s.	-0,0 n.s.	-2,6***	0,024
S [%]	+0,8***	-0,2 n.s.	+0,3 n.s.	+0,0 n.s.	+1,3***	0,031
R [%]	+1,0***	-0,2 n.s.	+0,2 n.s.	+0,0 n.s.	+1,3***	0,023
N _{Ellenberg} [/]	-0,10***	-0,02 n.s.	-0,08*	-0,08***	-0,08***	0,268

TABLEAU 2 : Evolution annuelle moyenne des indicateurs de la qualité biologique pour les différentes modalités de fertilisation. Les * indiquent une évolution significative (** : $p < 0,001$; ** : $0,001 < p < 0,01$; * : $0,01 < p < 0,05$), n.s. = tendance non-significative. P est le résultat de l'ANOVA testant si les tendances étaient identiques entre les modalités (interaction modalité*année).

Table 2: Average annual evolution of biological quality indicators for the different fertilization methods.

Situation 2019	Témoin	Lisier		Compost		P	Valeur objectif	Source
		Printemps	Été	Printemps	Été			
Rich _{tot} [nombre]	26,4	27,5	22,7	25,0	25,7	0,039	/	
Rich _{typ} [nombre]	4,3	4,5	3,0	4,0	4,7	0,372	≥7	SPW
Rec _{typ+qual} [%]	12,1	14,5	6,7	16,0	17,5	0,128	>50%	SPW
Rec _{pat} [%]	68,9 ^a	109,6 ^b	110,2 ^b	88,5 ^{ab}	104,2 ^b	0,020	<10%	SPW
Rec _{nit} [%]	10,6 ^a	67,4 ^c	56,3 ^c	30,2 ^b	47,8 ^{bc}	0,001	<10%	SPW
C [%]	54 ^a	66 ^b	65 ^b	62 ^{ab}	58 ^{ab}	0,013	≈40%	Pitz <i>et al.</i> , (2018)
S [%]	22 ^b	16 ^a	17 ^a	18 ^{ab}	21 ^{ab}	0,027	≈30%	Pitz <i>et al.</i> , (2018)
R [%]	23 ^b	17 ^a	17 ^a	19 ^a	21 ^{ab}	0,006	≈30%	Pitz <i>et al.</i> , (2018)
N _{Ellenberg} [/]	5,60	6,05	5,86	5,79	5,83	0,097	≈5,7	Piqueray <i>et al.</i> , (2016)

TABLEAU 3 : Valeur des différents indicateurs de la qualité biologique de la prairie au terme de l'expérience en 2019. P est le résultat de l'ANOVA comparant les valeurs des différentes modalités. Des lettres différentes en regard des valeurs indiquent des différences significatives. Les valeurs-objectifs sont fournies, ainsi que la source dont elles sont issues. SPW correspond aux valeurs reprises pour l'évaluation des habitats Natura 2000 par le Service Public de Wallonie (SPW-DGARNE-DEMNA), reprises dans Piqueray *et al.*, (2016).

Table 3: Value of the different indicators of the grassland biological quality at the end of the experiment in 2019. P is the result of the ANOVA comparing the values of the different modalities.

recouvrement de près de 70%, alors que dans un pré de fauche en bon état de conservation, elles représentent moins de 10%.

Les fertilisations d'été (tant au lisier qu'au compost) entraînent une augmentation claire des espèces indicatrices de pâturage intensif (Rec_{pat}). Il faut toutefois nuancer par les situations de départ différentes entre les zones fertilisées en été et au printemps. En effet, pour des raisons pratiques, les parcelles fertilisées à la même période ont été regroupées sur le terrain. Un biais a de ce fait été induit. Dans les parcelles fertilisées en été, Rec_{pat} était d'environ 50-55% en 2015, alors qu'il valait déjà presque 100% dans les parcelles fertilisées au printemps, rendant quasi impossible la moindre augmentation. Dès lors, une partie des différences de tendance observées entre 2015 et 2019 (Tableau 2) est certainement attribuable à des effets de rattrapage dus à des situations de départ différentes (Figure 2).

Au niveau de la dernière année d'expérience (2019, Tableau 3), le nombre total d'espèces ne présente pas de différence significative entre modalités. Il en est de même pour les espèces typiques de l'habitat (Rich_{typ}) et le recouvrement des espèces typiques et indicatrices de qualité de l'habitat (Rec_{typ+qual}). Les autres indicateurs montrent des différences significatives.

Le témoin se rapproche davantage des valeurs à atteindre pour tendre vers un pré de fauche de la directive N2000 (6510 - Eunis E2.22).

Les modalités témoin et lisier sont systématiquement différentes l'une de l'autre pour les indicateurs de recouvrement en espèces typiques de pâturage intensif (Rec_{pat}) ainsi que pour les espèces nitrophiles (Rec_{nit}). Ce résultat confirme l'effet plus prononcé du lisier en faveur des espèces

compétitives et nitrophiles (Štýbnarová *et al.*, 2014). Le compost d'été est également moins favorable pour ces indicateurs. Les parcelles fertilisées au compost ont des valeurs intermédiaires.

Au bout de cinq ans, pour une même matière fertilisante, aucun indicateur ne montre de différence significative pour la période d'épandage, ce qui suggère une moindre importance de ce paramètre. Toutefois, les conclusions par rapport à la période d'épandage doivent être énoncées avec prudence en raison du biais décrit ci-dessus. En effet, Rec_{pat} (recouvrement en espèces de pâturage intensif) pour le lisier d'été et le compost d'été était moindre en 2015 que pour les autres modalités (Figure 2).

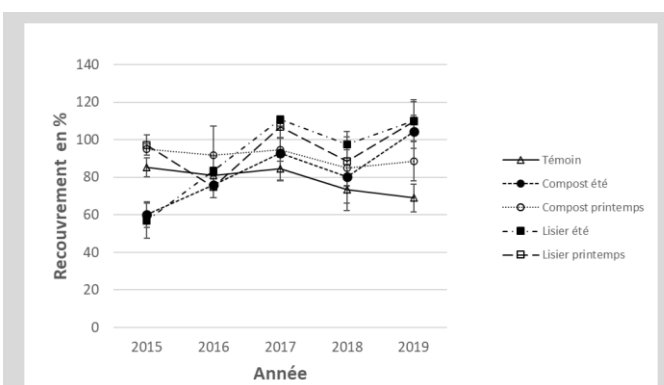


FIGURE 2 : Evolution de l'indicateur Rec_{pat} pour les différentes modalités (moyennes et écarts-standards), illustrant la différence de départ entre les zones fertilisées au printemps et en été.

Figure 2: Evolution of the Rec_{pat} indicator for the different modalities (averages and standard deviations), illustrating the initial difference between the areas fertilized in the spring and in the summer.

La fertilisation la plus favorable en termes de diversité était la fertilisation de printemps au compost (Rec_{nit} évoluant de -5,96% et $N_{Ellenberg}$ de -0,008 ; Tableau 2). La fertilisation au compost de printemps était celle qui se rapprochait le plus du témoin (Rec_{pat} , Rec_{nit}) (Tableau 3).

Dans les modalités fertilisées, Rec_{nit} , dont la valeur-objectif est aussi de 10% pour les prés de fauche N2000 (6510), reste nettement trop élevé. En l'absence de fertilisation, cet indicateur tendait à se rapprocher de la valeur-objectif. Il en est allé de même pour les profils C-S-R et l'indice N d'Ellenberg. Il est aussi possible que le très faible recouvrement des espèces typiques au point de départ rende leur redéploiement assez lent.

3.2. Rendements et qualité fourragère

La caractérisation du rendement n'était pas l'objectif principal du suivi et le dispositif mis en place ne permet pas d'analyse statistique. Toutefois, la visualisation des rendements annuels (Figure 3) permet de noter l'impact de la fertilisation sur les rendements. **On observe en effet que la modalité « témoin » a systématiquement le rendement le plus faible, et que celui-ci décroît au cours du temps.**

Les modalités « compost » ont une nouvelle fois une situation intermédiaire. La stabilité de leur résultat est en accord avec l'effet du compost qui agit sur du plus long terme que le lisier qui, par son effet rapide, semble permettre un meilleur rendement durant ces premières années d'essai. Ces tendances sont également marquées sur la première coupe de 2019, en comparaison avec les premières coupes des années précédentes (Figure 3).

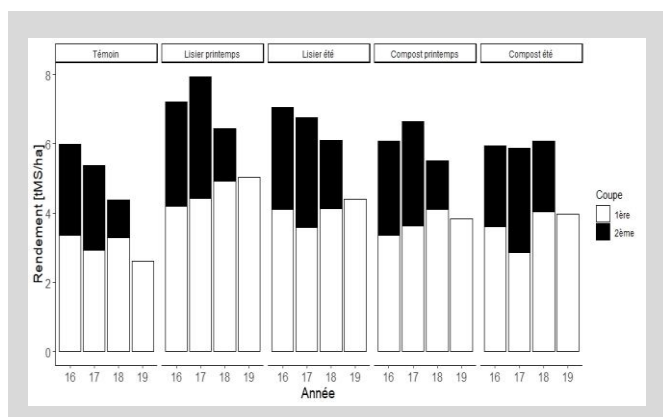


FIGURE 3 : Rendements des différentes coupes d'herbe réalisées selon les modalités.

Figure 3: Yield of the different grass cuts made depending on the modalities.

L'année 2017, avec son été pluvieux, permet également une observation intéressante. La modalité « témoin » y est en effet la seule pour laquelle la pousse estivale (évaluée par la seconde coupe) a été plus faible qu'en 2016 (2,44 t de MS en 2017 contre 2,62 t de MS en 2016). On peut donc penser que, à la suite de l'appauvrissement du milieu, le facteur limitant devient la disponibilité en éléments minéraux (une fois la minéralisation printanière passée).

Toujours en 2017, alors que les conditions météorologiques sont adéquates pour la seconde coupe, le lisier d'été n'a pas eu d'effet bénéfique sur le rendement (3,15 t de MS en seconde coupe 2017 pour « Lisier été » contre 3,51 t de MS pour « Lisier printemps »).

Une seule analyse de fourrage était réalisée par coupe et par modalité ; aucune analyse statistique n'est donc possible. Les valeurs énergétiques et protéiques moyennes pour les différents traitements ne sont apparemment pas différentes (Tableau 4). Ceci est assez logique en considérant que le principal déterminant de la valeur alimentaire d'un fourrage est son stade de végétation (INRA 2010) et qu'une fertilisation azotée, même si elle impacte la vitesse de pousse, ne modifie quasiment pas la digestibilité (Baumont *et al.*, 2009).

La différenciation se traduit plutôt au niveau des teneurs minérales. Les résultats de première coupe de 2019 (fin de l'essai) semblent indiquer des différences dans les teneurs en calcium et en potassium entre les modalités (Tableau 4). La différence de teneur en potassium, plus faible dans le témoin, plus élevée avec le lisier et intermédiaire avec le compost peut s'expliquer par le fait que les apports de cet élément sont connus pour augmenter les teneurs dans les tissus des plantes. De plus, l'apport d'azote a tendance à faire augmenter les teneurs de tous les minéraux majeurs, à condition toutefois que leur disponibilité ne soit pas limitante, ce que nous n'avons pas pu vérifier (Baumont *et al.*, 2009). On peut donc y voir l'effet de l'action plus rapide de la fertilisation au lisier. La différence en calcium est par contre probablement due aux différentes présences de dicotylées selon les modalités, celles-ci ayant des teneurs en calcium plus élevées (INRA 2010). En 2019, le rapport de recouvrement dicotylées/monocotylées était de 1,22 dans les parcelles témoins, autour de 0,85 dans les parcelles fertilisées au compost et de 0,65 avec le lisier (résultat non-montré).

	Témoïn	Lisier		Compost		
		Printemps	Été	Printemps	Été	
Moyenne 2016-2019						
UFL [g/kg MS]						
<i>Coupe 1</i>	0,84	0,83	0,84	0,84	0,84	
<i>Coupe 2</i>	0,98	0,94	0,94	0,99	0,96	
PDI [g/kg MS]						
<i>Coupe 1</i>	62,4	60,8	62,7	62,5	63,2	
<i>Coupe 2</i>	105,8	100,0	103,7	106,1	104,6	
Rmic [g/UFL]						
<i>Coupe 1</i>	-15,6	-15,8	-15,2	-15,2	-15,0	
<i>Coupe 2</i>	14,0	11,7	16,5	13,9	16,1	
Valeur 2019						
Ca [g/kg MS]	7,22	5,11	5,23	5,32	7,10	
P [g/kg MS]	2,67	2,26	2,23	2,67	2,65	
K [g/kg MS]	7,17	15,62	13,03	11,48	11,38	
Na [g/kg MS]	2,36	1,75	1,93	2,26	2,06	
Mg [g/kg MS]	2,79	2,02	2,48	2,40	2,86	

TABLEAU 4 :
Analyses des fourrages
issus des parcelles avec
différentes modalités
de fertilisation.
*Table 4: Forage
analysis from plots
with different
fertilization
modalities.*

Conclusions

Au terme des 5 ans de l'étude, il semble que le système n'ait pas encore atteint un équilibre entre la flore et le niveau de fertilisation. Toutefois, **la première conclusion qui s'impose est qu'une fertilisation annuelle, même modérée (60-70 kg N_{tot}/ha*an), ne permet pas aux indicateurs de qualité biologique de la flore d'évoluer dans la bonne direction quelles qu'en soient les modalités.** L'objectif de restaurer un pré de fauche en bon état de conservation (au sens de Natura 2000 – habitat 6510) dans ces conditions ne semble pas réalisable. Dans notre cas, **seule l'absence totale de fertilisation a permis de tendre clairement vers cet objectif, mais au prix d'une productivité déclinante de la prairie** (± 4 t MS/ha*an, en 2 coupes au bout de 4 ans, contre ± 6 t MS/ha*an avec le compost et ± 7 t MS/ha*an avec le lisier). Il faut toutefois noter que l'obtention d'un pré de fauche fleuri n'est pas le seul objectif de la mesure. Outre d'autres objectifs de biodiversité comme la conservation des insectes, elle vise aussi à maintenir des prairies permanentes et éviter leur conversion en maïs et à soutenir de manière générale des formes d'agriculture plus extensives.

Ce déclin de la productivité en l'absence de fertilisation semble toutefois encore en cours au bout de 5 ans, et on peut s'attendre à une baisse supplémentaire en cas de prolongement du contrat MAEC à 10 ans. L'expérience de terrain a montré que cela peut alors engendrer une certaine démotivation des agriculteurs. Dès lors, il faudrait envisager une solution intermédiaire entre la fertilisation annuelle telle que pratiquée ici, et l'absence totale de fertilisation. La limitation des quantités épandues pourrait être une voie, mais elle pose le problème de la contrôlabilité, tant pour le contrôleur de l'administration que pour l'agriculteur lui-

même d'ailleurs. Une autre voie serait alors de limiter la fertilisation à certaines années, par exemple les années paires pour une fertilisation un an sur deux.

Nos résultats montrent que la restriction sur la période d'épandage (actuellement uniquement autorisé en été selon le cahier de charge de la MAEC) semble superflue. Cependant, nous avons pu éprouver le fait que cette restriction n'est pas sans poser des difficultés pratiques pour trouver les conditions propices à cet épandage estival, notamment en raison de sécheresses estivales fréquentes ces dernières années. Il est donc probable que cette restriction pousse certains éleveurs à faire l'impasse sur la fertilisation certaines années, ce qui expliquerait l'existence de certaines prairies riches en biodiversité engagées dans cette MAEC que nous avons pu observer (Natagriwal, 2008). Il serait cependant plus lisible de **limiter la fertilisation à certaines années** que de procéder par cet effet induit, qui risque par ailleurs d'inciter à épandre dans de mauvaises conditions.

La comparaison entre le lisier et le compost ne nous permet pas des conclusions très fortes. Le lisier a conduit à une situation légèrement plus défavorable que le compost, mais sans différences significatives entre les deux. A ce stade, il ne convient pas de l'exclure. Cela reviendrait à exclure certains éleveurs, voire certaines régions de la MAEC, et de se priver ainsi des incitants à l'extensification des prairies. Il conviendra donc d'abord d'évaluer les possibilités de diminution de dose et de fréquence précédemment évoquées avant de tirer des conclusions sur son effet par rapport au compost.

Nous recommandons donc, pour des études ultérieures, d'évaluer **quelle fréquence d'épandage est susceptible de maintenir une certaine productivité, tout en ayant une action compatible avec le**

maintien de la biodiversité des prairies. Par ailleurs, nous recommandons d'étudier plutôt des prairies de fauche (6510) en bon état ou état moyen de conservation où la flore est déjà relativement diversifiée au point de départ. Car il est probable que nos résultats soient en partie dus au fait que les espèces que nous espérons favoriser étaient très peu présentes sur le site d'étude. Il serait également intéressant de corréliser les fréquences d'épandage à d'autres objectifs tels que la préservation d'invertébrés.

Article accepté pour publication le 07 avril 2021

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baumont R., Aufrère J., Meschy F., (2009). «La valeur alimentaire des fourrages : rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation.» *Fourrages*, 198, 153–173.
- Bock L., Legrain X., Veron P., Bracke C., Bah B., Lejeune P., (2008). Carte Numérique des Sols de Wallonie – version 1.2. Convention financée par la Région Wallonne (DGA, MRW). Unité Sol-Ecologie-Territoire (Laboratoire de Géopédologie) et Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels, *Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux*, Gembloux, Belgique.
- Donath T. W., Holzel N., Otte A., (2003). «The impact of site conditions and seed dispersal on restoration success in alluvial meadows.» *Applied Vegetation Science*, 6(1), 13–22.
- Grime J. P., (2001). *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. Wiley, Chichester, New York, 456 p.
- INRA (Ed.), (2010). *Alimentation des bovins, ovins et caprins: besoins des animaux, valeurs des aliments*. Versailles, Editions Quae. 330 p.
- Janssens F., Peeters A., Tallowin J. R. B., Bakker J. P., Bekker R. M., Fillat F., Oomes M. J. M., (1998). «Relationship between soil chemical factors and grassland diversity.» *Plant and Soil*, 202, 69–78.
- Klotz S., Kün I., Durka W., (2002). «BIOLFLORE - Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland » *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, Bonn, Bundesamt für Naturschutz. 333 p.
- Luxen P., Philippe A., Rouxhet S., Decruyenaere V., (2008). «Evolution d'une prairie de fauche sub-montagnarde sous l'effet d'une fertilisation organique et d'un fauchage tardif.» *Fourrages*, 195, 346–348.
- Natagriwal, (2008). «Evaluation biologique de la méthode «Prairie naturelle.» » <<https://www.natagriwal.be/fr/mesures-agro-environnementales/suivi-flore-prairies>>. Consulté le 21 avril 2020.
- Piqueray J., Cristofoli S., Bisteau E., Palm R., Mahy G., (2011). «Testing coexistence of extinction debt and colonization credit in fragmented calcareous grasslands with complex historical dynamics.» *Landscape Ecology*, 26(6), 823–836.
- Piqueray J., Rouxhet S., Hendrickx S., Mahy G., (2016). «Changes in the vegetation of hay meadows under an agri-environment scheme in South Belgium.» *Conservation Evidence*, 13, 47–50.
- Pitz C., Piqueray J., Monty A., Mahy G., (2018). «Naturally recruited herbaceous vegetation in abandoned Belgian limestone quarries: towards habitats of conservation interest analogues?» *Folia Geobotanica*, 53, 147–158.
- Sommer S. G., Hutchings N. J., (2001). «Ammonia emission from field applied manure and its reduction.» *European Journal of Agronomy*, 15(1), 1–15.
- Štýbnarová M., Mičová P., Fiala K., Karabcová H., Látal O., Pozdíšek J., (2014). «Effect of Organic Fertilizers on Botanical Composition of Grassland, Herbage Yield and Quality.» *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*, 60(3), 87–97.