



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

Quel potentiel pour les légumineuses annuelles fourragères ? Retour sur un screening multilocal de 13 espèces

E. Morand¹, A. Uijttewaal¹

RESUME

Les légumineuses fourragères sont une source de protéines incontournables pour les élevages de ruminants. Nous avons ici étudié le potentiel de 13 espèces de légumineuses fourragères annuelles, semées à l'automne 2021 et récoltées en sortie d'hiver – début du printemps 2022 sur 9 sites répartis sur le territoire français métropolitains. Les mesures et observations ont porté sur le potentiel de rendement et la valeur alimentaire du fourrage produit en première coupe et la capacité d'association des légumineuses avec différentes graminées. Il ressort que la vitesse d'installation et la précocité de redémarrage en végétation sont deux points importants permettant de maximiser la production, limiter le salissement et permettre une contribution notable au rendement en association avec une graminée. La teneur en matière azotée ressort fortement corrélée au stade et plus importante chez les vesces que pour les trèfles à même date de coupe. Dans un cadre de rotation classique avec une implantation de printemps à suivre, la date de première coupe de ce type de culture dérobée (mi-mars à mi-mai suivant le site) laisse peu de place à un deuxième cycle. C'est pourquoi il semble important de pouvoir optimiser le rendement en premier cycle avec des associations alliant à la fois précocité et haute teneur protéique. Des espèces telles que la vesce velue, la féverole mais également le trèfle incarnat et le trèfle de Micheli semblent aller dans ce sens. L'association à une espèce comme le seigle, qui facilite leur installation, est à étudier plus précisément via des essais rendements et des screening de densité hiver.

SUMMARY

What potential for annual forage legumes? A multilocal screening of 13 species

Forage legumes are an essential source of protein for ruminant livestock. Here, we studied the potential of 13 species of annual forage legumes, sown in autumn 2021 and harvested in winter - early spring 2022 at 9 sites across mainland France. Measurements and observations focused on the yield potential and feed value of first-cut forage, and the ability of legumes to associate with different grasses. Installation speed and early vegetation restart are two key factors in maximizing production, limiting soiling and making a significant contribution to yield when combined with a grass. Nitrogen content is strongly correlated with stage, and is higher in vetches than in clovers at the same cutting date. In a classic rotation with a spring planting to follow, the first cutting date of this type of catch crop (mid-March to mid-May, depending on the site) leaves little room for a second cycle. That's why it's important to optimize first-cycle yields with associations that combine earliness and high protein content. Species such as hairy vetch and faba bean, but also incarnate clover and Micheli clover, seem to go in this direction. The association with a species such as rye, which facilitates their establishment, needs to be studied in greater detail through yield trials and winter density screening.

L'autonomie fourragère et protéique est un enjeu important dans les élevages de ruminants français dans un contexte de hausse des prix des concentrés, de changement climatique et de sobriété énergétique. Dans les systèmes de polyculture-élevage, les dérobées fourragères semées à l'automne sont un levier pour constituer des stocks et contribuer à l'autonomie protéique. Les graminées fourragères, en particulier le ray-grass d'Italie (RGI), cultivées pures et fertilisées avec de l'azote minéral y occupent une place de premier rang. Compte tenu de la hausse récente et inédite du prix de l'énergie, et donc de l'azote minéral – le prix de l'ammonitrate 33.5 % est passé de 250 €/t en

2020 à 800 €/t en 2022, La France Agricole – cette source de protéines apparaît économiquement moins viable et interroge quant au report de dépendance (tourteaux *versus* énergie) et plus largement quant à la durabilité de ce levier.

La culture en association de mélange graminées-légumineuses annuelles est une des alternatives utilisées pour la production de ressources fourragères en cohérence avec une réduction des intrants et des impacts environnementaux (Emile *et al.*, 2016). Des observations sur seigle-vesces et RGI-trèfle incarnat en Normandie, sur plusieurs années, avaient montré un impact positif en termes d'autonomie fourragère et

AUTEURS

1 : Arvalis, La Jaillière, 44370 LOIREAUXENCE, e.morand@arvalis.fr

MOTS-CLES : Légumineuses fourragères, rendement, valeur alimentaire, association, agressivité

KEY-WORDS: Forage legumes, yield, feed value, association, aggressiveness

REFERENCE DE L'ARTICLE : Morand E, Uijttewaal A., (2023). « Quel potentiel pour les légumineuses annuelles fourragères ? Retour sur un screening multilocal de 13 espèces ». *Fourrages* 254, 71-79

protéique (Ratier et Oliver, 2016). Une meilleure connaissance du potentiel de rendement et de la valeur alimentaire en particulier (liée au stade d'exploitation) est nécessaire dans l'orientation des choix d'espèces et d'association. Utilisées principalement pour produire du fourrage en dérobée d'automne (semis septembre voire début octobre) à l'occasion d'interculture longue, il est attendu que ces légumineuses soient précoces, afin de produire à une période sécurisée vis-à-vis de l'alimentation hydrique et permettant une exploitation précoce (avant fin avril) à même de permettre l'implantation d'une culture de printemps. Afin d'étudier ces différents aspects, des essais agronomiques ont été mis en place dans le cadre du projet Cap Protéines dans lesquels nous nous sommes intéressés à ces légumineuses à travers l'étude de leur rendement, de leur valeur alimentaire et leur capacité d'association avec trois types de graminées.

1. Matériel et méthodes

1.1. Matériel et dispositif expérimental

Treize espèces de légumineuses fourragères ou à graines (valorisées en plante entière) de courte durée ont été cultivées. Le dispositif comportait des microparcelles en pur (surface minimale de 9m²) et en association (surface de 3m²) avec trois espèces de graminées : fétuque, seigle fourrager, ray gras d'Italie. Il était implanté sur 9 sites soit 4 sites dits d'« acquisition » :

stations Arvalis (44, 55), ferme expérimentale de Ferlance (80), ferme expérimentale de Blanche Maison (50), et 5 sites dits de « démonstration » : lycée agricole les Vaseix (87), centre d'élevage de Poisy (74), lycée agricole de Pixérécourt (54), plateforme Reine Mathilde (14), ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou (49).

	Rendement en pur (nombre répétitions)	Capacité d'association	Cinétique d'évolution
Sites acquisition	X (2)	X	X
Sites démonstration	X (1)	X	

TABLEAU 1 : Répartition des mesures suivant les sites

Table 1 : Distribution of measurements by site

Le suivi a été effectué du semis (dernière décade de septembre 2021) à mai-juin 2022 selon les sites (Figure 1). Chaque espèce était représentée par une variété. Le choix était effectué selon les caractéristiques techniques (précocité de la floraison, rendement, résistance au froid) pour les espèces inscrites en France et avec plusieurs variétés disponibles (vesce commune d'hiver, vesce velue d'hiver, trèfle de Micheli, trèfle vésiculé, trèfle *squarrosus*, trèfle hybride, trèfle d'Alexandrie, féverole, trèfle incarnat, pois fourrager) et pour les autres, selon la disponibilité des semences et l'expertise

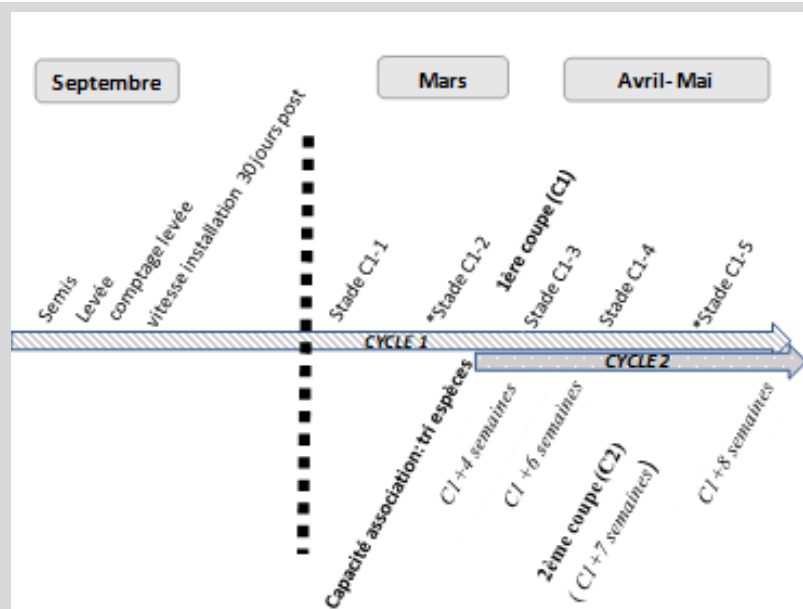


FIGURE 1 : Frise chronologique des opérations réalisées sur l'ensemble des essais. (C1-1 : stade végétatif (30 cm) sauf RGI épi 10 cm, C1-2 : dernière feuille étalée pour le RGI, début bourgeonnement pour vesces, initiation pour les trèfles pois et féverole. C1-3 : épiaison pour le RGI, début floraison pour les vesces, pois et féverole, bourgeonnement pour les trèfles. C1-4 : floraison pour le RGI, fin floraison pour les vesces pois et féverole. C1-5 : fructification pour les vesces pois et féverole, fin floraison pour les trèfles)

Table 1 : **Chronological frieze of operations carried out in all trials** (C1-1: vegetative stage (30 cm) except RGI ear 10 cm, C1-2: last leaf unfolded for RGI, early budding for vetches, initiation for pea and faba bean clovers. C1-3: heading for RGI, early flowering for vetches, peas and faba beans, budding for clovers. C1-4: flowering for RGI, late flowering for vetches, peas and faba beans. C1-5: fruiting for pea and faba bean vetches, end of flowering for clovers.)

(lentille noirâtre, vesce de Pannonie, vesce de Narbonne). Les densités ont été adaptées à chaque espèce et modalité (légumineuse seule ou en association) et les profondeurs de semis varient suivant l'espèce de légumineuse. (Tableau 2).

Il n'y a pas eu de fertilisation azotée sur les légumineuses en pur et la partie association légumineuses x graminées. L'apport d'azote sur le RGI, en pur, a été fait de la manière suivante : à 200°C jour, apport à hauteur de 60-80 kg/ha d'azote sous forme ammonitrate, puis une dizaine de jours après la première coupe (70-80 kg/ha). Les apports en phosphore et potasse ont été ajustés aux résultats d'analyse de sol selon la méthode COMIFER. En l'absence de données récentes, les apports ont été de 60 kg/ha de P2O5 et de 150 kg/ha de K2O, enfouis superficiellement avant implantation.

1.2. Rendement, composition chimique et valeur alimentaire en premier cycle

Pour la coupe de premier cycle, on distingue deux groupes de précocité : RGI + féverole et le groupe des autres légumineuses. La première coupe du RGI et de la féverole a eu lieu au début de l'épiaison du RGI et début

floraison de la féverole et celles des autres légumineuses dès le début floraison de la plus précoce d'entre elles. Les dates de première coupe s'échelonnent du 21/03/2022 pour le site le plus précoce au 13/05/2022 pour le plus tardif. Sur l'ensemble des lieux, on observe au maximum, deux semaines de décalage entre la coupe RGI+féverole et celle des autres légumineuses étudiées. La seconde coupe a été déclenchée 7 semaines après la première coupe, en respectant le décalage initial entre les deux groupes de précocité.

L'évaluation du rendement est effectuée par une récolte machine (automotrice ou motofaucheuse) sur l'ensemble de la parcelle dédiée, d'une surface minimale de 9 m². Pour chaque microparcelle, deux échantillons homogènes et représentatifs (sous-échantillon du broyat de l'ensemble des rangs récoltés) sont prélevés pour l'évaluation de la teneur en matière sèche (étuvage 80°C durant 48h). Pour l'analyse de la composition chimique (étuvage 60°C durant 72h), deux sous échantillons (un de chacune des deux répétitions), ont été regroupés en un seul avant envoi au laboratoire pour dosage de la composition chimique par méthode de référence (chimie humide), fixée par l'AFNOR (CE-152/2009), et prédiction des valeurs alimentaires en vert (Baumont *et al*, 2018), via le logiciel Prev@lim2007. Les caractères

Nom vernaculaire	Nom latin	Profondeur semis(cm)	PMG	Dose semis en pur (en kg/ha)	Densité graines/m²	Dose semis en asso. (en kg/ha)	Densité graines/m² en asso
Vesce de Narbonne Clara	<i>Vicia narbonensis</i>	1	212	100	47	50	24
Vesce de Pannonie Polline	<i>Vicia pannonica</i> Crantz	2	63.4	60	95	30	47
Vesce commune d'hiver Carélie	<i>Vicia sativa</i>	2.5	56.6	75	133	35	62
Vesce velue d'hiver Nickel	<i>Vicia vilosa</i>	2	46.7	35	75	17	36
Trèfle de Micheli Border	<i>Trifolium michaelium</i>	1	0.8	10	1190	5	595
Trèfle vésiculé Santander	<i>Trifolium vesiculosum</i>	1	1.5	15	1000	7	467
Trèfle squarrosom Vulcano	<i>Trifolium squarrosom</i>	1	6	25	433	13	225
Trèfle hybride Tigea	<i>Trifolium hybridum</i>	0.5	0.7	10	1282	5	641
Trèfle Alexandrie Frosty	<i>Trifolium alexandricum</i>	1.5	4.2	25	594	15	356
Lentille noirâtre Fentille	<i>Lens nigricans</i>	1	27.2	40	147	20	74
Trèfle incarnat Aldo	<i>Trifolium incarnatum</i>	1.5	5.4	20	370	10	185
Pois fourrager Astéroïd	<i>Pisum sativum</i>	3.5	165	130	79	65	39
Féverole Diva	<i>Vicia faba</i>	7.5	499	130	26	65	13
Ray-Grass d'Italie* (RGI)	<i>Lolium multiflorum</i>	1	2.5	-	-	15	600
Lactimo							
Seigle fourrager Borfuro	<i>Secale cereale</i>	2	32	-	-	60	187
Fétuque élevée Iliade	<i>Festuca arundinacea</i>	1	2.5	-	-	20	800

TABEAU 2 : Profondeur de semis, PMG et densité de semis des 13 espèces de légumineuses et des 3 espèces de graminées testées. * RGI de type alternatif diploïde.
Table 2 : Seeding depth, PMG and seeding rate for the 13 legume species and 3 grass species tested. * Diploid alternative type RGI.

mesurés sont les suivants : Matière Sèche résiduelle, Matière Minérale, Matière Azotée Totale, Cellulose Brute, Neutral Detergent Fiber, Acid Detergent Fiber, Digestibilité pepsine Cellulase, Sucres Solubles Totaux.

1.3. Cinétique de rendement et valeur alimentaire

La cinétique d'évolution du rendement et de valeur alimentaire au cours du cycle a été étudiée sur les quatre sites « d'acquisition » (tableau 1), sur une microparcelle dédiée par espèce de légumineuse et RGI. Les stades étudiés sont indiqués dans le tableau 3.

1.4. Agressivité et capacité d'association

La capacité d'association est testée dans le cadre d'un dispositif en damier, sans répétition, sur l'ensemble des sites « acquisition » et « démonstration ». Trois bandes de graminées (seigle fourrager/RGI et fétuque élevée) sont semées à la perpendiculaire des légumineuses. La densité est réduite de moitié par rapport à celle sans association (Tableau 2). Il n'y a pas d'apport d'azote.

Le stade début épiaison de chaque graminée déclenche la coupe pour l'ensemble des associations avec la graminée en question, sur une surface de 0,25m² par modalité. Chaque prélèvement est trié : légumineuse/ graminée/adventices. Un échantillon de chaque catégorie est ensuite séché à 80°C pendant 48 h pour déterminer la teneur en matière sèche.

1.5. Analyses statistiques

L'analyse statistique a été conduite sous R. La comparaison des rendements au 1^{er} cycle des légumineuses pures a fait appel à un modèle linéaire mixte pour l'ajustement des données (effet lieu). L'analyse a été réalisée sur un ensemble de sept sites comprenant des sites avec et sans répétition (acquisition et démonstration). Pour la comparaison du rendement entre espèces à la première coupe, l'ANOVA a été faite après transformation des données par la fonction « racine carrée » afin de satisfaire à la condition de normalité. Les données présentées sur le graphique sont les valeurs de rendements ajustées avant

transformation. La comparaison deux à deux a été effectuée par un test de Tukey.

Les valeurs alimentaires et météo (somme des degrés jours du 1^{er} février à la récolte) de la partie cinétique ont également été ajustées avec un modèle linéaire mixte. Les données présentées sont des données ajustées.

2. Résultats et discussion

2.1. Rendement et valeur alimentaire au 1er cycle

2.1.1. Rendement

L'étude des rendements obtenus en première coupe montre une forte variabilité intersites et met en exergue une interaction espèce*site (Figure 2). Il en résulte une précision du regroupement d'essai insuffisante pour permettre de mettre en évidence des écarts de production statistiquement significatifs (classe commune statistique C).

On retrouve seulement une gradation avec un premier groupe (appartenant à la classe statistique DC) avec le RGI, trèfle incarnat, vesce velue d'hiver et trèfle de Micheli. Vient ensuite le trèfle d'Alexandrie en position intermédiaire puis un ensemble (appartenant à la classe statistique C) avec la vesce de Narbonne, la vesce commune, la vesce de Pannonie, le trèfle *squarrosus* et la féverole (classe BC). Les espèces restantes à savoir la lentille noirâtre, les trèfles vésiculé et hybride ont des rendements très faibles qui s'expliquent par leur tardiveté. La vesce de Narbonne s'avère être sensible au froid : deux sites n'ont pas pu la récolter à la suite de dégâts de froid et maladie en 2022. Dans un autre essai mis en place à l'automne 2022 à la Jaillière (44), les gelées de décembre (températures relevées de -5°C) ont détruit les plantes (stade 7 feuilles) installées en pur et en association avec des graminées.

A noter que le potentiel de rendement des espèces plus tardives s'exprime davantage sur la deuxième coupe. Ainsi, le trèfle d'Alexandrie a une repousse de l'ordre de 3tMS/ha en moyenne et la vesce de Pannonie de 2tMS/ha, avec un RGI qui varie autour des 4tMS/ha (de fortes disparités intersites). Le trèfle hybride fait sa

	Végétatif (30 cm)	Epi 10 cm	Dernière feuille étalée	Epiaison	Floraison		
RGI	X	X	X	X	X		
	Végétatif (30 cm)	Initiation	Début bourgeonnement	Bourgeonnement	Début floraison	Fin floraison	Fructification
Trèfles	X	X	-	X	X	X	-
Vesces	X	-	X	-	X	X	X
Pois	X	X	-	-	X	X	X
fourrager	X	X	-	-	X	X	X
Féverole	X	X	-	-	X	X	X

TABLEAU 3 : Stades étudiés
Table 3 : Stages studied

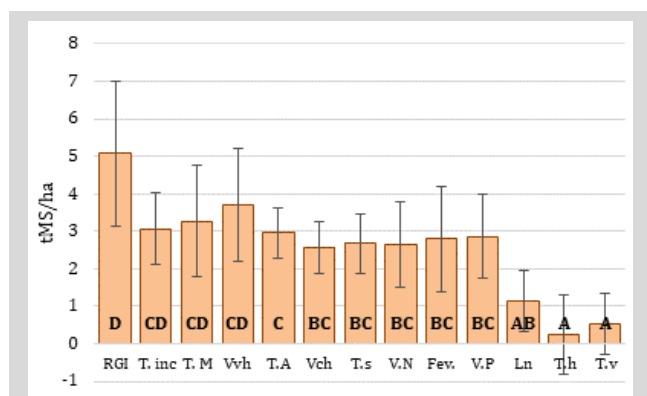


FIGURE 2 : Graphique représentant le rendement en tMS/ha des espèces testées pour le premier cycle 2022 (7 sites). (moyennes ajustée de l'effet site) ETR=1.25 tMS/ha, CV=48% (RGI : Ray gras d'Italie T.inc : Trèfle incarnat, T.M : Trèfle de Micheli, Vvh : Vesce velue d'hiver, T.A : Trèfle d'Alexandrie, Vch : Vesce commune d'hiver, T.s : Trèfle squarrosus, V.N : Vesce de Narbonne, Fev : Féverole, V.P : Vesce de Pannonie, Ln : Lentille noirâtre, T.h : Trèfle hybride, T.v : Trèfle vésiculé)
Figure 2 : Graph showing the yield in tMS/ha of the species tested for the first cycle 2022 (7 sites).

plus grosse part de rendement en deuxième coupe mais avec des valeurs qui restent faibles, de l'ordre de 1.5 tMS/ha. Pour les autres espèces, les rendements sont très variables et faibles (0 à 1tMS/ha). La capacité de repousse après première coupe est inversement proportionnelle à la précocité des espèces. Dans une optique de récolte précoce, il est essentiel de prendre en

compte la date de cette deuxième récolte versus les rendements obtenus. Pour rappel, la deuxième coupe est fixée à 7 semaines post première coupe, soit entre le 06/05 et le 23/06, le tout avec des rendements moyens voire faibles. La pertinence de la deuxième coupe est alors remise en cause car trop tardive pour des semis de printemps ou apportera peu de rendement si effectuée plus tôt.

2.1.2. Valeurs alimentaires et rendements pour le 1er cycle

Les échantillons prélevés lors de la première coupe sur chaque microparcelle ont permis d'évaluer la composition chimique des différentes espèces. Le placement des espèces en fonction de la teneur en matière azotée totale (MAT) et du rendement fait ressortir des regroupements spécifiques.

On observe un groupement des trèfles autour d'un rendement de 3tMS/ha à l'exception des trèfles vésiculé et hybride qui ont un rendement nettement inférieur. Les vesces ont des rendements qui varient de 2,5 à 3,5 tMS/ha) qui sont en relation directe avec la précocité de floraison (attention cependant à tenir compte de la variabilité intra-espèce, ici une espèce est représentée par une variété). C'est en matière de teneur en MAT que vesces et trèfles se distinguent. Les trèfles, quel que soit leur rendement (à l'exception du trèfle hybride, beaucoup plus tardif et donc beaucoup plus riche) ont des teneurs oscillant entre 150 et 180g/kgMS. Les vesces se situent aux alentours des 210 à 230g/kgMS. Féverole, pois et lentille ont des teneurs intermédiaires.

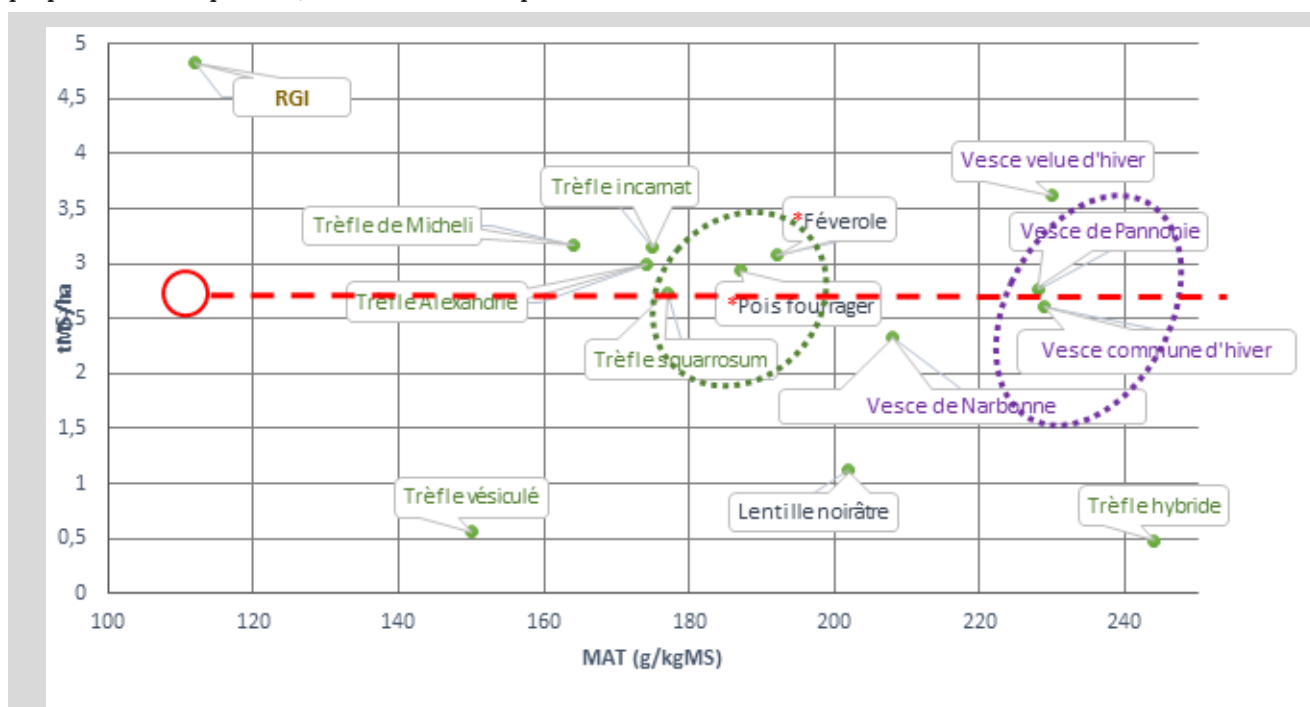


FIGURE 3 : Graphique représentant le rendement (tMS/ha) en fonction de la teneur en MAT (g/kg de MS) pour chaque espèce en première coupe. (données ajustées selon le site). *L'implantation du pois fourrager et de la féverole ne correspond pas à la date optimale pour ces espèces
Figure 3 : Graph showing yield (tMS/ha) as a function of MAT content (g/kg DM) for each first-cut species. (data adjusted according to site). *Field pea and faba bean planting dates are not optimal for these species.

Le RGI se démarque par un rendement proche des 5tMS/ha et une teneur MAT proche des 110g/kg MS.

2.2. Valeurs alimentaire et cinétique d'évolution

Le suivi de la cinétique d'évolution des espèces a permis de relier des valeurs de matière azotée totale (MAT, g/kgMS) et d'UFL(/kgMS) à des stades de développement sur un certain nombre d'espèces. Le tableau 3 décrit les valeurs obtenues. La somme des degrés jours au moment du prélèvement est également indiquée pour permettre le placement relatif des stades physiologique des espèces les unes par rapport aux autres (plus ou moins précoces). Toutes les espèces testées ne sont pas décrites dans le tableau ci-après. Le pois fourrager avait peu de données (un seul site). Les valeurs. La lentille noirâtre s'est peu développée. Les trèfles vésiculé et hybride ont eu beaucoup de difficulté

à se développer correctement, aussi dû à leur tardivité. Le trèfle de Micheli présente également trop peu de données (un à deux sites selon le stade) et la vesce de Narbonne s'est mal développée sur 3 des 4 sites concernés par ces mesures.

Les espèces sont regroupées par type, RGI, féverole puis trèfles et vesces. Globalement, les teneurs en MAT et UFL décroissent logiquement en fonction de l'avancée en stade pour l'ensemble des espèces, à quelques exceptions près. Les valeurs de MAT (matière azotée totale) en fonction du stade phénologique de la plante montrent une décroissance, attendue, d'amplitude variable selon les espèces. Les vesces qui possèdent des valeurs élevées jusque début floraison, chutent fortement entre début et fin floraison. Les trèfles, avec des valeurs de départ moindres, ont une décroissance plus faible entre début et fin floraison. La féverole montre une évolution proche de celui des vesces. Pour le RGI la teneur en MAT décroît fortement et plus

		Epi cm	10 Dernière feuille étalée	Epiaison	Floraison			
RGI	MAT (g/kgMS)	172	125	102	65.3			
	UFL	1.07	1.01	0.95	0.81			
	Σ°C jour	379	623	840	1060			
		Végétatif (30 cm)	Initiation	Début bourgeonnement	Bourgeonnement	Début floraison	Fin floraison	Fructification
Trèfle Alexandre	MAT (g/kgMS)	211	146		138	-	122	
	UFL	0.98	0.82		0.78	0.73	-	
	Σ°C jour	505	1041		1156	1300	1485	
Trèfle incarnat	MAT (g/kgMS)	-	209		204	174	134	
	UFL	-	1.03		0.95	0.87	0.71	
	Σ°C jour	-	540		566	695	1018	
Trèfle suarrosum	MAT (g/kgMS)	186	152		144	118.7	112	
	UFL	0.94	0.84		0.74	0.70	0.64	
	Σ°C jour	571	946		1033	1201	1355	
Féverole	MAT (g/kgMS)	-	262			215	136	132
	UFL	-	0.98			1.05	0.90	0.87
	Σ°C jour	-	312			468	1019	1243
Vesce commune d'hiver	MAT (g/kgMS)	-		269		191	172.7	168
	UFL	-		1.00		-	0.84	0.80
	Σ°C jour	-		544		941	1244	1359
Vesce de Pannonie	MAT (g/kgMS)	281		269		233	159	151
	UFL	1.1		1.02		0.92	0.81	0.73
	Σ°C jour	422		552		681	1160	1410
Vesce velue d'hiver	MAT (g/kgMS)	-		292		266	174	155
	UFL	-		0.89		-	0.87	0.84
	Σ°C jour	-		467		692	1240	1369

TABLEAU 3 : Valeurs alimentaires MAT (g/kg MS) et UFL /kgMS des espèces suivant le stade de prélèvement. La somme des degrés jour (en base 0 à partir du 1er février 2022) au moment du prélèvement est aussi présentée comme repère objectif. 2 à 4 données par stade (médiane de 3), moyennes ajustées de l'effet site.

Table 3 : Feed values MAT (g/kg DM) and UFL /kgMS of species according to sampling stage. The sum of day degrees (in base 0 from February 1, 2022) at the time of sampling is also presented as an objective benchmark. 2 to 4 data per stage (median of 3), averages adjusted for site effect.

particulièrement après le stade épiaison. Les valeurs d'UFL diminuent aussi avec l'avancée en stade, de manière plus ou moins marquée suivant l'espèce. Enfin, la somme des degrés jour associée à chaque stade fait ressortir la précocité de la féverole par rapport aux autres légumineuses.

Les valeurs constatées en début de floraison sont en deçà des valeurs observées précédemment (Herremans *et al.*, 2018). Les données disponibles pour les trèfles sont assez peu nombreuses. Les valeurs obtenues pour le trèfle d'Alexandrie dans ces essais apparaissent plus basses : 138 g/kg MS au bourgeonnement contre 153 g/kg MS au stade floraison (Herremans *et al.*, 2018).

Les valeurs MAT du trèfle incarnant correspondent quant à elles aux valeurs mesurées dans l'étude de Herremans *et al.* Les valeurs de MAT de la vesce commune, quantifiées aux stades début floraison et fin floraison sont en cohérence avec celle observée au stade floraison dans l'étude d'Herremans *et al.*, 2018.

Pour le RGI, les stades DFE, épiaison et floraison correspondent aux données répertoriées en MAT (INRAE, 2018). En revanche, pour le stade « épi 10cm », la teneur en MAT (175 g/kg MS) est plus basse que celles des données disponibles, 219 g/kg MS (INRA, 2018). Dans le détail, un site obtient une valeur comparable aux données INRA et les deux autres ont des valeurs plus basses : ceci pose la question d'un prélèvement éventuellement un peu tardif par rapport au stade visé.

Les données obtenues rejoignent les précédentes observations sur les teneurs en MAT et UFL des légumineuses (Baumont *et al.*, 2007), avec des vesces plus riches en protéines que les trèfles. Les valeurs souvent plus faibles que celle relevées dans la littérature pour les espèces concernées posent la question de la variabilité de la valeur alimentaire suivant les conditions pédo climatiques. Ces mesures demandent à être

répétées pour confirmation ou infirmation de ces hypothèses.

2.3. Agressivité et capacité d'association

L'agressivité, jugée par la proportion relative de chaque espèce dans l'association (en % du poids sec) permet d'établir un classement entre espèces de légumineuses. La coupe a eu lieu au stade épiaison de la graminée associée. On définit trois classes afin de faciliter la lecture ; moins de 10 %, de 10 à 30 % et plus de 30 % de proportion massique.

Pour la fétuque, graminée classée « non agressive », seul le trèfle vésiculé ne dépasse pas les 10 %, le trèfle hybride se situe entre 10 et 30 %, quand toutes les autres espèces représentent plus de 30 % de l'association. Pour le seigle, graminée « moyennement agressive », la lentille et le trèfle hybride restent eux aussi en dessous des 10 %, ainsi que le trèfle vésiculé. Seuls, la féverole, le pois fourrager et la vesce velue d'hiver parviennent au-dessus des 30 %, les autres restent en 10 et 30 % de l'association. Enfin, avec le RGI, graminée « agressive », seule la féverole reste au-dessus des 30 % de contribution au rendement de l'association. Le pois fourrager, le trèfle d'Alexandrie, la vesce commune d'hiver, la vesce velue d'hiver, la vesce de Narbonne et la vesce de Pannonie restent entre 10 et 30 % de la part du rendement de l'association.

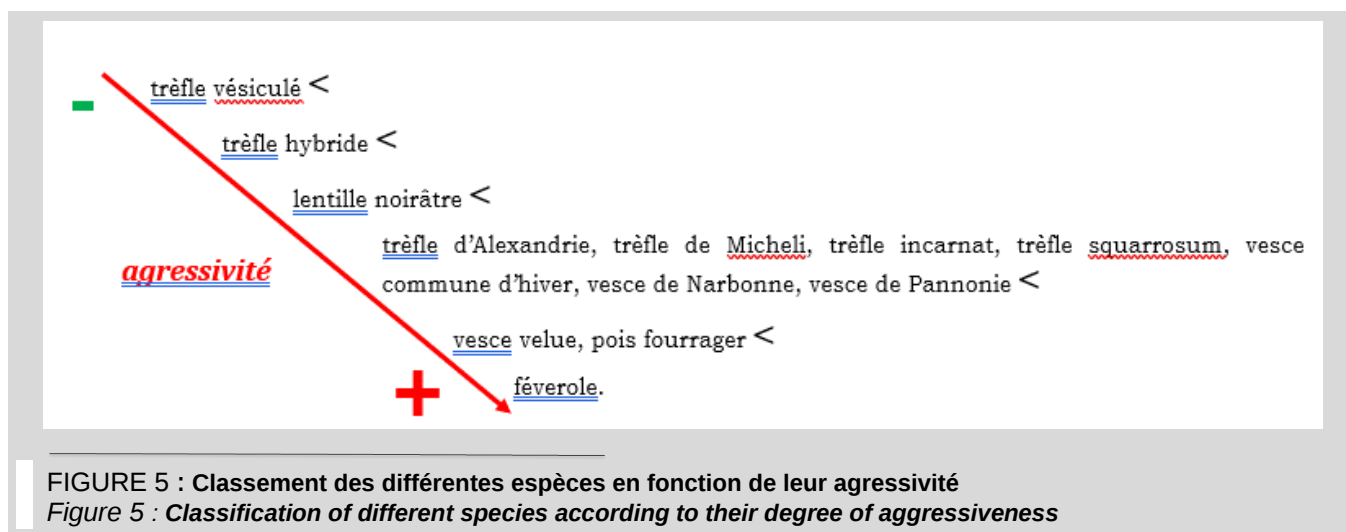
En considérant les légumineuses les moins bien représentées dans une association comme les moins agressives et l'agressivité des graminées croissante dans l'ordre suivant : fétuque, seigle et RGI, on obtient le classement représenté dans la figure 5.

Ces espèces ne se cultivent pas seules de manière générale et sont souvent associées à des espèces de graminées et d'autres légumineuses. Leur capacité d'association et donc leur aptitude à produire un certain niveau de biomasse avec d'autres espèces plus ou moins agressive est une donnée importante. Les résultats

	Fétuque	RGI	Seigle
Féverole			
Lentille noirâtre			
Pois fourrager			
Trèfle Alexandrie			
Trèfle de Micheli			
Trèfle hybride			
Trèfle incarnat			
Trèfle squarrosus			
Trèfle vésiculé			
Vesce commune d'hiver			
Vesce de Narbonne			
Vesce de Pannonie			
Vesce velue d'hiver			

Taux légumineuses	
	<10%
	10-30%
	>30%

FIGURE 4 : Proportion de légumineuse dans l'association, en pourcentage de matière sèche, suivant le type de graminée associée (données de 8 sites)
 Figure 4 : Proportion of legume in the association, as a percentage of dry matter, according to the type of associated grass (data from 8 sites).



montrent une différence entre la proportion de légumineuses dans les associations avec RGI et celles avec fétuque et un niveau intermédiaire avec le seigle, conforme à l'attendu. L'architecture du peuplement en particulier le port, peut être un facteur important favorisant ou non le développement de la légumineuse. Une espèce comme le RGI (qui plus est ici avec une variété précoce), présente un port à la fois érigé et une biomasse importante couvrant le sol rapidement après la levée et limitant voire empêchant la « cohabitation » avec d'autres espèces à ces doses de semis. Les cinétiques de couverture établies lors de l'essai en 2021 et 2022 à La Jaillière placent le RGI en première espèce à couvrir son rang, par rapport à l'ensemble des légumineuses testées. *A contrario*, le seigle a un port plus rasant jusqu'à la fin du tallage, ce qui, tout en limitant le développement des adventices, laisse de la lumière aux légumineuses pour leur développement. L'association avec le seigle semble être celle qui permet le compromis le plus équilibré entre proportion de légumineuse, et précocité.

La gradation de l'agressivité des légumineuses est cependant à nuancer car elle est à mettre en relation avec une dose de semis (la dose de seigle était par exemple assez élevée avec 187 graines/m²). D'autre part, les graminées associées, comme les légumineuses sont représentées par une seule variété, ici des variétés précoces.

Conclusion

Ces travaux réalisés sur un ensemble de sites diversifiés ont permis d'acquérir de nouvelles données en particulier sur les rendements et les teneurs en MAT de différentes espèces de légumineuses fourragères annuelles, en condition de culture pure et de suivre leur évolution au cours du cycle. La forte variabilité intersites ne permet pas de classer strictement les espèces en rendement et composition chimique et illustre bien l'aspect irrégulier du rendement des légumineuses qui peut constituer un frein à leur (ré) introduction dans les systèmes de culture. Nous avons pu tracer de grandes

lignes concernant les espèces candidates à une exploitation en culture dérobée d'automne réunissant précocité, rendement, valeur alimentaire et capacité d'association. Ainsi, la vesce velue et la féverole dans un premier temps de même que la vesce commune, le trèfle incarnat, le trèfle de Micheli, le trèfle d'Alexandrie dans un second temps paraissent des espèces prometteuses à étudier plus précisément ; D'autres telles que la vesce de Narbonne, la vesce de Pannonie, le trèfle hybride ou le trèfle vésiculé ne répondent pas aux attentes : par défaut de rendement aux dates attendues pour la vesce de Pannonie, le trèfle hybride et le trèfle vésiculé et par forte sensibilité au gel pour la vesce de Narbonne.

Les associations de ces espèces avec des graminées demandent à être évaluées plus finement tant au niveau rendement que valeur alimentaire. D'autre part, l'implantation de ces espèces pour certaines plus ou moins sensibles au gel implique aussi l'évaluation de l'impact de la date de semis. C'est dans cet optique qu'un essai a été implanté sur les sites Arvalis de la Jaillière (44) et Saint Hilaire en Woëvre (55) afin de recueillir des données concernant l'effet de la date d'implantation sur les rendements et les valeurs alimentaires d'une association avec du seigle.

Accepté pour publication le 01 juin 2023

Remerciements

Nous remercions chaleureusement tous nos collègues et partenaires qui ont mis en place et suivi l'ensemble de ces essais.

La ferme de la Jaillière (Arvalis, 44), La ferme de Saint Hilaire en Woëvre (Arvalis, 55), La ferme de Ferlance (CA 80), La ferme de la Blanche Maison (CRAN 50), Le lycée agricole de la Touche, Plôermel (56), Le lycée agricole les Vaseix (87), La ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou (49), Le centre d'élevage de Poisy (74), Le lycée agricole de Pixérécourt (54), Littoral Normand et Conseil Organic (plateforme Reine Mathilde, 14)

Nous remercions également les financeurs qui ont permis la conduite de ce projet à travers le plan France Relance: le ministère de l'Agriculture et Terres Univia.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Baumont R., Dulphy JP., Sauvant D., Meschy F., Aufrère J., Peyraud JL. « Valeur alimentaire des fourrages et des matières premières : tables et prévision », 2007, np.
- Emile, J.C, Coutard J.P, Forel E, et Al. « Développer les associations annuelles céréales-protéagineux dans les systèmes fourragers ». Association Francophone pour les Prairies et Fourrages, 2016. <https://afpf-asso.fr/article/les-legumineuses-fourrageres-et-prairiales-quoi-de-neuf-1ere-partie?a=2086>.
- Férard A., Decruyenaere V., Baumont R., Maxin G. « Prévoir la valeur alimentaire des fourrages issus d'intercultures et de mélanges céréales-protéagineux ensiles ». *Fourrages* 233 (2018): 47.
- Herremans S., Férard A, Wyss U., Maxin G. « Les cultures dérobées : des fourrages de qualité nutritive intéressante ». *Fourrages* 233 (2018): 39-46.
- Pereira-Crespo S., Valladares J., Flores G., Díaz N., Fernández B., Resch C., González-Arráez A., Bande-Castro M.J., Rodríguez-Diz X., et Piñeiro J. « New annual legumes as winter crops for intensive forage rotations in Galicia (NW Spain). II – Nutritive Value ». In *New approaches for grassland research in a context of climate and socio-economic changes*, édité par Acar Z., López-Francos A., et Porqueddu C., 102:251-55. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM, 2012. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a102/00006890.pdf>.
- Ratier F., et Olivier F. « Poster : Cultures fourragères dérobées entre un blé et un maïs en Normandie : enseignements de 6 ans d'observations pour évaluer l'intérêt des légumineuses en mélange avec des graminées ». Association Francophone pour les Prairies et Fourrages. Consulté le 23 janvier 2023.

SITE INTERNET :

- Règlement (CE) n°152/2009 de la Commission du 27 janvier 2009 portant fixation des méthodes d'échantillonnage et d'analyse destinées au contrôle officiel des aliments pour animaux, site internet : <https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/a72a297b-a867-4424-9f5f-a3c687ba2960/language-fr>