

La diversité des associations céréales/protéagineux récoltées en fourrage : un levier d'adaptation au service de multiples systèmes fourragers

DAVEAU B. (1), FORTIN J. (1),

(1) Chambre d'Agriculture – Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou – la garenne de la cheminée – 49220 Thorigné d'Anjou

Résumé :

Les associations de céréales/protéagineux d'hiver (CERPRO) sont des leviers pertinents pour s'adapter aux évolutions climatiques marquées par des sécheresses estivales de plus en plus fréquentes. En combinant résultats d'essais analytiques et analyses de bases de données, l'objectif de cette synthèse est de proposer une typologie des CERPRO pour répondre à des utilisations adaptées à de multiples systèmes fourragers. Les facteurs maîtrisables par l'itinéraire technique : nature des mélanges, stades de récoltes mais également des facteurs non maîtrisables liés aux conditions pédoclimatiques ont été étudiés. Si des choix en termes de composition au semis et de stades de récolte permettent de hiérarchiser plusieurs stratégies, les aléas météorologiques peuvent impacter la productivité et les valeurs nutritives. Une approche pratique, par dosage du calcium, pourrait permettre d'estimer la part de protéagineux et ainsi de mieux appréhender les valeurs nutritives de ces fourrages dans le rationnement. Enfin, l'utilisation de ces CERPRO pour le semis de prairie sous couvert renforce également leur intérêt pour augmenter l'autonomie fourragère et/ou protéique dans un contexte de plus en plus marqué par les aléas météorologiques.

The diversity of cereals-legumes mixture forage : an adaptation way for many fodders systems

DAVEAU B. (1), FORTIN J. (1),

(1) Chambre d'Agriculture – Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou – la garenne de la cheminée – 49220 Thorigné d'Anjou

Summary :

Green winter cereals-legume mixtures are relevant shift to adapt to climate change marked by more frequent summer droughts. By combining analytic trial results and data base analysis, the aim of this synthesis is to suggest a CERPRO typology that allow responding to adapted uses of many fodders systems. Two types of factors have been studied: factors controllable by technical itinerary such as the mixture nature, harvest stage and uncontrollable factors like pedo-climatic conditions. If sowing composition and harvest stage choices allow to order several strategies, climate can impact the productivity and fodders values. The calcium dosage can be a practical approach to try to estimate the legume proportion and consequently the nutritional values to an optimal use of fodder for feeding. Finally, use CERPRO to sow undercover grassland improves their interest in terms of fodder autonomy and/or proteins in circumstance of climate change.

Introduction :

Les associations de céréales/protéagineux (CERPRO) récoltées en fourrage, trouvent une place de plus en plus importante dans les systèmes fourragers en France. Ces cultures d'hiver présentent trois avantages majeurs : i) de contourner la sécheresse estivale avec un semis à l'automne et une récolte au printemps ii) d'accroître la teneur en protéine du fourrage grâce à la présence de protéagineux iii) maîtriser les adventices.

Très couramment utilisés en agriculture biologique et également de plus en plus en conventionnel, plusieurs travaux ont permis de définir des mélanges riches en céréales adaptés à des récoltes en ensilage tardif (stade laiteux/pâteux de la céréale). Sur ces mélanges un maximum de 30 grains (gr) /m² de protéagineux au semis est recommandé pour limiter le risque de verse : un mélange à base de triticales (300gr/m²), pois fourrager (15 gr/m²) et vesce (15 gr/m²) s'est avéré relativement productif et robuste avec une variabilité interannuelle de rendement plus faible que le maïs ensilage (Coutard et al, 2014). Plus récemment, des alternatives avec du seigle ou de l'épeautre en substitution du triticales ont été testées. Les résultats se sont avérés plus variables avec le seigle et moins productifs avec l'épeautre (Fortin et al, 2018). En ce qui concerne les valeurs nutritives, ces mélanges à dominante céréale récoltés au stade laiteux/pâteux obtiennent des valeurs nutritives adaptées à des animaux à besoins modérés. Quelques essais ont donc exploré la possibilité de récoltes plus précoces avec des mélanges enrichis en protéagineux dans l'objectif d'accroître la valeur nutritive. Si un gain significatif en termes de teneurs en protéine et énergie est observé, celui-ci s'accompagne cependant d'une chute drastique de la biomasse récoltée (Coutard et al, 2016).

Face à ces constats, l'objectif est d'enrichir la gamme des associations utilisables, en appréhendant la variabilité de la

productivité et des valeurs nutritives en fonction des itinéraires choisis, pour une transposition de ces CERPRO à de multiples systèmes fourragers. Cette communication propose de présenter les acquis de travaux récents conduits sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou autour de 4 clés d'entrée : i) pour des récoltes tardives à dominante céréale favorable à la productivité : la diversification des céréales (2 à 3 céréales vs céréale seule) est un facteur de robustesse

ii) pour des associations plus qualitatives, quels sont les meilleurs compromis : en termes de nature du mélange (riche protéagineux vs mixte céréale/protéagineux) et/ou de stades de récolte : précoce (floraison des protéagineux) vs intermédiaire (floraison des céréales vs tardif (laiteux/pâteux des céréales) en fonction des objectifs de valorisation zootechnique souhaités et également en termes de performances technico-économiques.

Deux principaux freins à l'utilisation de ces CERPRO sont régulièrement remontés du terrain : forte variabilité des compositions à la récolte et valeurs nutritives décevantes. Ces deux principaux freins ne sont pas sans lien avec la difficulté, sur le terrain, d'évaluer précisément la part de protéagineux récoltée.

Cette communication s'intéresse donc également à :

iii) étudier la variabilité des performances agronomiques de ces mélanges (dont la composition botanique).

iv) proposer une méthode d'évaluation fiable des valeurs nutritives de ces mélanges.

1. MATERIEL ET METHODES

Il est important de considérer que l'ensemble des résultats présentés ci-après est issu de données de la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou conduite en agriculture biologique sur un contexte pédoclimatique limitant, des sols : limoneux-sableux de faibles profondeurs, chargés en cailloux, marqués par l'alternance hydrique : hydromorphes l'hiver et

séchants l'été. Sur la question de la nature et des stades de récoltes des mélanges, les données mobilisées proviennent : de deux essais analytiques (essai 1, essai2), en 4 blocs, répétés 3 ans (2019, 2020, 2021). Une modalité commune à 9 ans (de 2010 à 2018) de 3 essais analytiques a été mobilisée pour mesurer les effets des conditions pédoclimatiques.

1.1. DIVERSIFICATION DES CEREALES POUR DES CERPRO PRODUCTIFS PLUS ROBUSTES

Sur la base d'un essai analytique (essai1), plusieurs natures de mélanges avec une diversité croissante des céréales utilisées ont été testées (tableau 1). Les semis sont réalisés fin octobre (moyenne : au 21 oct) et les mélanges sont récoltés au stade laiteux/pâteux des céréales (moyenne : 11 juin). La modalité M8 dispose d'une prairie à flore variée (PFV) implantée sous couvert.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Modalités	T	T	T	TA	TS	TE	TSE	TSE
Grains/m ²	Pf	Pf	PfV	PfV	PfV	PfV	PfV	PfV+
Triticale T	300	300	300	260	145	145	97	97
Avoine A				30				
Seigle S					145		97	97
Epeautre E						145	97	97
Pois fourrager Pf		20	15	15	15	15	15	15
Vesce V			15	15	15	15	15	15
PFV (kg/ha)								27

Tableau 1 : modalités essai 1 diversification céréales (2019-2021)

1.2 VERS UN COMPROMIS PRODUCTIVITE/VALEURS

Sur la base d'un essai analytique (essai 2), les semis sont réalisés fin octobre (moyenne : 21 oct). 7 modalités combinant nature des mélanges et stades de récoltes ont été testées (tableau 2).

Grains/m ²	PRO	MIX	CER
Triticale		125	300
Avoine	40		
Pois fourrager	15	15	
Pois protéagineux	40		
Vesce	15	15	15
Féverole	10	20	15
+ PFV kg/ha	27	27	27

Tableau 2 : modalités essai 2 nature/stade CERPRO (2019-2021)

Un mélange dit « PRO » à forte proportion de protéagineux au semis, un mélange « MIX » demi-dose de céréale et demi de protéagineux. Ces deux premiers mélanges sont récoltés à trois stades différents, i) stade précoce (floraison des protéagineux), ii) stade intermédiaire (floraison des céréales) et iii) stade tardif (laiteux/pâteux des céréales). La dernière modalité « CER » constitue le témoin, un mélange à dominante céréale en récolte tardive. L'ensemble des mélanges CERPRO sont utilisés comme couvert d'une prairie semée à 27 kg/ha.

1.3 MESURES, ANALYSES DES ESSAIS ANALYTIQUES

La biomasse aérienne totale de chaque composante est mesurée à la récolte avec un tri par espèces. Séchés à 60 °C pendant 72 h, ces échantillons permettent, après analyse chimiques pepsine cellulase, (Aufrère, 2007) de calculer les valeurs nutritives de chaque composante. La valeur du mélange en vert est recalculée au prorata de la contribution de chaque espèce. Des valeurs fourragères prédites en ensilage suivant le modèle INRA 2010 sont également proposées.

Les résultats pluriannuels sont analysés statistiquement à l'aide de l'analyse de variance suivant un dispositif à 2 facteurs : modalités et années à 4 répétitions. Un test de comparaison de moyenne (Newman et Keuls au seuil de 5 %) est ensuite réalisé.

Ces analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel STAT BOX ®.

1.4 ETUDE DE LA VARIABILITE DES PERFORMANCES AGRONOMIQUES

Les performances : biomasse, composition à la récolte d'un mélange unique (290 g/m² de triticale), 15 g/m² de pois fourrager et 15 g/m² de vesce) issu d'essais analytiques conduits sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou ont été analysées. En se focalisant sur cette modalité commune répétée pendant 9 ans, l'objectif a été d'identifier des facteurs de variation principalement liés à des conditions pédoclimatiques.

1.5 SYNTHÈSE DES VALEURS NUTRITIVES

Une base de données issue de plusieurs types de mélanges : CER, MIX, PRO, récoltés à 3 stades, sur 5 années (2014, 2015 et 2019 à 2021) a été mobilisée. Les analyses séparées des espèces constitutives permettent de disposer de 110 valeurs nutritives (27 céréales et 83 protéagineux) correspondantes à 49 mélanges.

2. RESULTATS

2.1. DIVERSIFICATION DES CEREALES POUR DES CERPRO PRODUCTIFS PLUS ROBUSTES

Les résultats de l'essai 1 sont repris au tableau 3.

Modalités	Moy. Rdt tMS/ha	et*	Moy. Prot % MS	et*	Moy DMO**	Moy. MAT**
T	8,7	1,5	0 ^c	0	100	100 ^b
TPf	9,5	1,2	9 ^b	5	97	105 ^b
TPfV	9,3	1,2	19 ^c	7	99	127 ^a
TAPfV	9,6	1,5	20 ^c	7	99	132 ^a
TSPfV	9,6	1,3	20 ^c	5	96	129 ^a
TEPfV	8,7	1,4	23 ^c	11	97	143 ^a
TSEPfV	9,2	1,3	23 ^c	10	95	137 ^a
TSEPfV FV	8,6	1,2	23 ^c	8	97	136 ^a
STAT	NS		S		NS	S

* et : écart type ** : en base 100 du témoin

Les groupes statistiquement différents figurent sous forme de lettres différentes suivant les variables en colonnes.

Tableau 3 : résultats essai 1 diversité céréales (2019-2021)

Sur la biomasse produite aucune différence significative n'apparaît en fonction des modalités. Les analyses statistiques par année ont mis en évidence un seuil proche de la significativité en 2020 ($p = 0,06$) avec un rendement plus faible pour le témoin (M1). La part de protéagineux dans la biomasse récoltée est cohérente avec les densités de semis (0 vs 20 grains/m² vs 30 grains/m²) avec respectivement 0%, 9% et 21 % en moyenne. Un effet année a été observé avec 18 % en 2019, 30 % en 2020 et 10 % en 2021, sans effet d'interaction année/modalité. En 2020, la productivité de la fraction céréales a été grevée par un hiver humide : 5,2 tMS/ha produite en céréale vs 8,9 tMS/ha (moyenne 2019 - 2021) et a par conséquent accrue la part relative des protéagineux. Dans un mélange, à dominante céréales, la variabilité interannuelle de la part de protéagineux semble donc davantage liée à la performance de la fraction céréale. Des conditions hivernales défavorables aux céréales pénaliseraient leurs productivités et conduiraient à un accroissement de la part de protéagineux. Sur les valeurs nutritives, la MAT augmente significativement grâce à l'introduction des protéagineux avec une corrélation forte entre la proportion de protéagineux à la récolte et la teneur en MAT. Si cet essai confirme l'intérêt de l'utilisation de protéagineux dans les associations CERPRO pour i) améliorer la valeur protéique et ii) dans une moindre mesure limiter la variabilité de production (coefficient de variation de rendement interannuelle) : 17 % pour le témoin vs 14 % pour les modalités associées avec protéagineux, la diversification des céréales ne semble pas avoir permis d'améliorer la productivité ou de

réduire la variabilité de cette dernière. Dans notre contexte pédoclimatique, le triticale confirme sa robustesse comme pivot constitutif de ces mélanges à dominante céréale.

2.2 MODIFICATION DE LA NATURE DES CERPRO ET DES STADES DE RECOLTES

Le tableau 4 présente les résultats obtenus sur des critères agronomiques et de valeurs nutritives de mélanges contrastés en termes de stades de récoltes et de natures.

L'accumulation de biomasse est relativement importante sur les CERPRO avec une accumulation de 100 kgMS/ha/j pour le mélange PRO et 110 kgMS/ha/j pour le mélange MIX du stade précoce à tardif. Ces mélanges accumulent un peu plus de 3,0 tMS/ha entre ces deux stades. Il est important de préciser que les récoltes tardives du mélange PRO⁽¹⁾ peuvent néanmoins conduire à une exposition plus forte au risque de verse. Ainsi en 2020, le pourcentage de verse a été estimé à 45 % pour ce mélange en récolte tardive. La part de protéagineux évolue

Stade	Préc. 05 mai		Inter 22 mai		Tardif 05 juin			st at
type	PRO	MIX	PRO	MIX	PRO ⁽¹⁾	MIX	CER	
Rdt tMS/ha et	e 5,5 0,5	d 6,4 1,3	c 7,6 1,9	c 7,8 1,4	bc 8,5 2,1	a 9,7 2,0	ab 9,3 2,2	S
Prot % MS	a 61 6	b 47 11	a 60 11	b 43 11	a 61 5	b 49 12	c 27 16	S
% MS Vert	b 19,7 4,3	b 21,0 5,4	ab 24,1 2,9	ab 26,1 0,5	ab 36,1 17,0	ab 36,2 9,0	a 40,6 7,0	S
UFL Vert /kgMS	a 0,95 0,07	ab 0,90 0,03	ab 0,91 0,05	ab 0,89 0,01	b 0,85 0,05	b 0,84 0,03	b 0,82 0,01	S
MAT Vert g/kgMS	a 149 11	a 126 26	a 127 11	b 98 9	b 101 13	bc 93 6	c 74 8	S

Les groupes statistiquement différents figurent sous forme de lettres différentes suivant les variables en lignes.

Tableau 4 : résultats essai 2 nature/stade CERPRO 2019-2021

peu, reste stable avec en moyenne : 61 % de protéagineux pour le mélange PRO, 46 % pour le mélange MIX et le témoin (CER) à 27 % quel que soit le stade de récolte. La teneur en matière sèche sur pied augmente avec l'avancée du stade. En pratique, si les récoltes tardives permettent une récolte en coupe directe, les stades de récoltes précoces et intermédiaires nécessiteront une étape de préfanage avant ensilage pour assurer un minimum de 30 % de MS à la mise en silo. Les valeurs nutritives baissent avec l'avancée du stade. Ces observations s'expliquent par : une baisse de digestibilité (en particulier des céréales) consécutive à l'évolution des stades (montaison, épiaison, floraison) et une dilution de la matière azotée.

Afin de compléter l'analyse technique, une approche économique des différents itinéraires est proposée dans le tableau 5.

Stade	Préc. 05 mai		Inter 22 mai		Tardif 05 juin		
Type	PRO	MIX	PRO	MIX	PRO	MIX	CER
€/ha	589	592	619	622	609	612	452
€/tMS	107	92	81	79	72	63	49
€/tMAT	716	736	637	808	707	674	655
Strat ⁽¹⁾	3		1		verse	2	

Tableau 5 : approche économique essai nature/stade
Les principales modifications des coûts portent sur les charges de semences (hors prairie). Les céréales sont comptées en semence fermière et les protéagineux à l'achat avec peu d'écart sur les deux premiers types de mélanges : 269 €/ha et 272 €/ha respectivement pour le mélange PRO et MIX. Le

mélange CER obtient un coût beaucoup plus faible (à 112 €/ha) sur le poste semence. Un léger accroissement du coût de récolte (en €/ha) a également été comptabilisé avec l'avancée du stade de récolte consécutif à l'accumulation de biomasse et la mobilisation d'une chaîne de transport plus conséquente.

Au final, 3 stratégies contrastées⁽¹⁾ se distinguent avec : 1) une stratégie équilibre qui consiste à utiliser un mélange PRO avec une récolte intermédiaire, combinant accumulation de biomasse et maintien des valeurs nutritives, elle permet de maximiser la quantité de protéines produites par ha. D'après les valeurs nutritives obtenues en vert, les valeurs prédites sur ces ensilages approcheraient 0,85 UFL/kgMS et 13 à 14 % de MAT ; 2) une stratégie biomasse avec un mélange MIX en récolte tardive qui maximise la productivité en tMS/ha, avec des ensilages proches de 0,80 UFL/kgMS et 10 % de MAT et 3) à l'opposé la stratégie « valeur » avec un mélange PRO en récolte précoce, plus couteuse, qui permet d'obtenir des ensilages proches de 0,90 UFL/kgMS et 15 à 16 % de MAT.

2.3 VARIABILITE DES PERFORMANCES DES CERPRO

Sur la biomasse produite (figure 1)

Les deux essais précédents s'intéressent à des facteurs maîtrisables par l'itinéraire technique : nature des mélanges et stades de récolte. Les résultats suivants s'intéressent à des facteurs de variation non maîtrisables principalement liés à des conditions pédoclimatiques en se focalisant sur la modalité triticale/pois/vesce (TPV) à dominante céréale en récolte tardive commune à 9 ans d'essai. Sur ce jeu de données le taux de moyen de protéagineux est de 26 % (+/- 11 %) soit un coefficient de variation de près de 42 %.

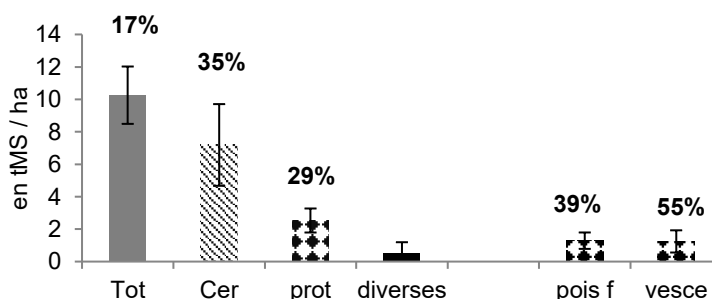


Figure 1 : biomasses produites par composante (début juin) sur un mélange TPV

L'analyse des productions de matières sèches montre des variations plus fortes pour chaque composante que le mélange total, ce qui laisse entrevoir un principe de complémentarité entre les espèces. La variation de production totale des protéagineux est également inférieure à la variation de production de chaque protéagineux.

Enfin, la variation de production de la céréale a été plus forte que la variation du cumul des deux protéagineux. Sur ce mélange à dominante céréale, la variation de la part de protéagineux tiendrait donc davantage de la variabilité de production de la céréale. Corroborant les observations réalisées sur l'essai précédent (2.1), les hivers humides pénalisent la productivité des céréales et accroissent par conséquent la part de protéagineux.

Sur les valeurs nutritives (figure 2)

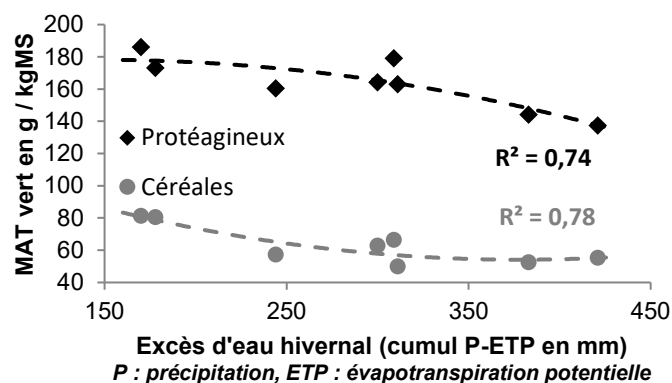


Figure 2 : effet de l'excès d'eau hivernal sur la teneur en MAT de céréales et protéagineux (récoltés début juin)

L'excès d'eau hivernal (appréhendé ici suivant le cumul de P-ETP sur l'hiver) a un impact délétère sur les teneurs en protéines à la fois des céréales mais également des protéagineux. Dans ce contexte de sols sensibles à l'hydromorphie, probablement exposés à une phase « d'asphyxie » en cas d'excès d'eau hivernal, ces observations interrogent sur les mécanismes de mise à disposition d'azote (processus de minéralisation), mais également d'assimilation par les céréales et/ou de fixation symbiotique pour les protéagineux.

2.4 APPREHENDER LES VALEURS NUTRITIVES : DES ASSOCIATIONS CERPRO

Cinétique d'évolution des valeurs nutritives des espèces (figure 3)

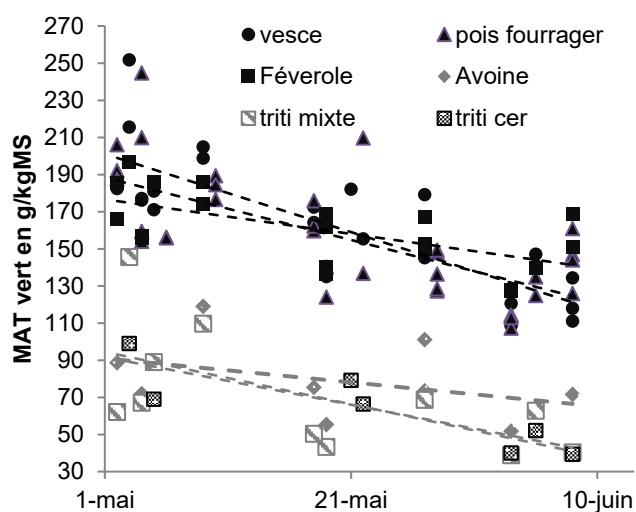


Figure 3 : évolution de la teneur en matières azotées totales

Les teneurs en matières azotées s'avèrent relativement proches pour les protéagineux et logiquement plus élevées que celles des céréales. Ces dernières chutent de façon linéaire de 1,9 g/kgMS/j pour les protéagineux et 1,3 pour les céréales avec l'avancée du stade de récolte. Si la teneur en MAT diminue avec l'avancée du stade de récolte, la variabilité reste importante au sein de chaque stade avec un coefficient de variation proche de 12 % pour les protéagineux et près de 24 % pour les céréales.

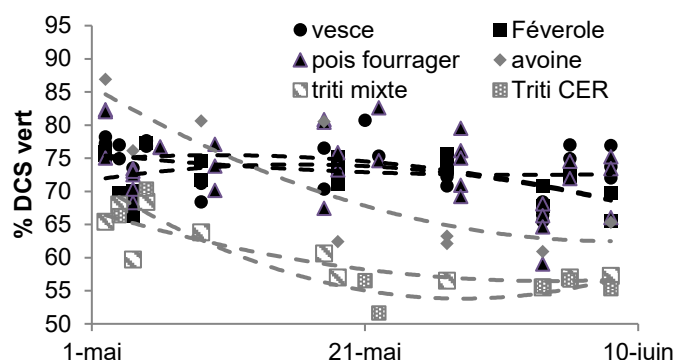


Figure 4 : évolution de la digestibilité

L'évolution de la digestibilité est différente suivant la famille (figure 4). La digestibilité reste stable pour les protéagineux alors qu'elle chute rapidement pour les céréales consécutivement aux phénomènes d'épiaison et de floraison. La variabilité de la digestibilité pour un même stade est plus faible que celle de la MAT avec un coefficient de variation proche de 5 % pour chaque espèce.

Prévision des valeurs nutritives

Dans ces mélanges constitués de plusieurs espèces, des analyses chimiques (par dosage) sont à privilégier. Elles permettent d'avoir une connaissance précise de la constitution chimique. Les questions portent ensuite davantage sur les modèles à utiliser pour évaluer les valeurs nutritives dans les unités (UF, PDI, UE) nécessaires au rationnement des animaux. Les modèles de prédiction à partir d'un échantillon de mélange sont en cours de construction (Maxin et al, 2016). Il s'agit donc pour le moment d'analyser chaque espèce séparément et de recomposer la valeur alimentaire du mélange au prorata de la contribution de chacune d'entre elle à la matière sèche. Ces opérations de tri et de multiples analyses sont difficilement réalisables en pratique. Une méthode dite terrain avec un grappillage dans chaque benne le jour de la récolte avec une analyse du mélange pourrait être envisageable. Dans le cas du mélange, le calcul de DMO (digestibilité de la matière organique, un paramètre central de l'évaluation des valeurs nutritives) peut s'effectuer de la manière suivante : $DMO \text{ vert } \% = \% \text{ CER} \times (0,630 \times DCS \text{ vert} + 29,7) + \% \text{ de PROT} \times (0,949 \times DCS \text{ vert} + 3) / 100$ (Aufrère et al, 2007). Avec DCS : digestibilité pepsine cellulase obtenue par dosage chimique et DMO, CER et PROT en % de la MS. Pour les prévisions des valeurs en ensilage, le modèle utilisé pour les ensilages d'herbe préfanée s'avère également pertinent pour prédire l'encombrement des ensilages de CERPRO tardif (Daveau et al, 2020). Dans ce cas de mélange, l'enjeu principal est donc de renseigner la part de protéagineux. En l'absence de données sur la part de protéagineux, la plupart des modèles se basent sur la teneur en MAT. Ces modèles s'appuient sur l'hypothèse suivante : plus la teneur dosée en MAT est forte, plus la part de protéagineux est élevée (figure 5).

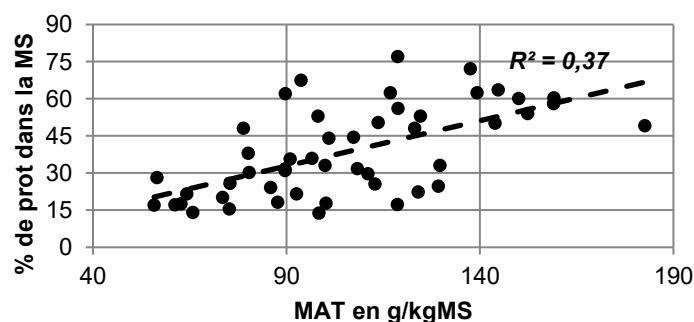


Figure 5 : Corrélation MAT et % de protéagineux de CERPRO (n=49)

Appliquée à 49 mélanges de CERPRO récoltés sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, la corrélation MAT/part de protéagineux reste limitée ($R^2 = 0,37$ et l'écart type résiduel élevée = 14). Compte tenu des facteurs identifiés précédemment (incidence de la date de récolte, des conditions météorologiques sur la mise à disposition d'azote), la teneur MAT intrinsèque des deux fractions reste très variable. Les protéagineux disposants d'une teneur en calcium plus élevée que les céréales, une autre piste a été explorée avec le dosage du calcium total. Il s'agit d'étudier la corrélation entre la teneur en calcium total du mélange et la part de protéagineux.

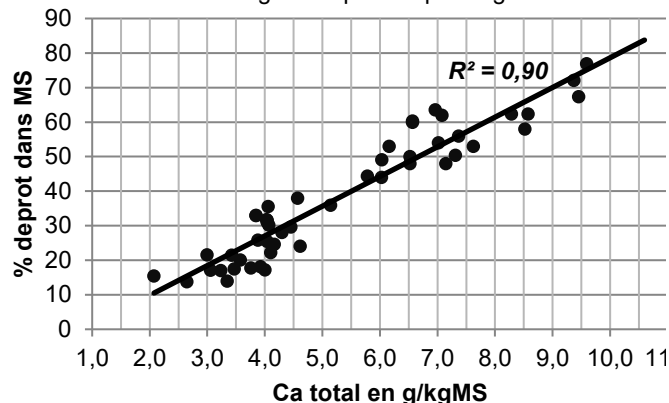


Figure 6 : Corrélation calcium total et % de protéagineux de CERPRO (n=49)

La corrélation est plus forte ($R^2 = 0,90$ avec un écart type résiduel réduit = 6,0), (figure 6). Les teneurs en calcium sont effectivement faibles pour les céréales (2,3 g/kgMS +/- 0,7 en moyenne pour l'avoine et le triticale) et plus élevées pour les protéagineux, avec (11,5 g/kgMS +/- 2 en moyenne pour les vesces et pois fourrager) et (7,7 +/- 1 pour la féverole).

3. SYNTHÈSE DISCUSSION, PERSPECTIVES

Ces travaux permettent d'établir une « typologie » (tableau 6) des associations céréales/protéagineux récoltées en fourrages en fonction de la dose de semis, du stade de récolte : plusieurs mélanges peuvent s'avérer pertinent en fonction des systèmes fourrages et des performances animales souhaitées.

Une récolte tardive est à privilégier avec l'utilisation d'un mélange à dominante céréale (CER). Le gain de valeurs

Type %prot récolte	Stade	Précoce 05 mai	Inter. 22 mai	tardif 05 juin
	tMS/ha	4,5 - 5,5	6,0 - 7,5	8,0 - 9,0
PRO 55 - 65	% mat	14,5 - 16,5	12,5 - 14,5	11,0 - 12,0 ⁽²⁾
	UFL/kgMS	0,87 - 0,92	0,84 - 0,88	0,80 - 0,84
MIX 45 - 55	% mat	14,0 - 16,0	11,0 - 12,0	10,0 - 11,0
	UFL/kgMS	0,85 - 0,90	0,80 - 0,85	0,78 - 0,83
CER 15 - 30	% mat	10,5 - 12,5 ⁽¹⁾	10,0 - 11,0 ⁽¹⁾	9,0 - 10,0
	UFL/kgMS	0,85 - 0,90	0,78 - 0,80	0,76 - 0,78

Tableau 6 : typologie des CERPRO suivant : la nature du mélange et le stade de récolte.

nutritives est trop modeste pour des stades de récolte plus précoce face à la chute importante du rendement ⁽¹⁾. Les mélanges mixtes (MIX) peuvent obtenir des valeurs nutritives élevées en récolte précoce mais les teneurs chutent rapidement en mai. Dans un objectif de maximisation de la biomasse, des récoltes tardives sont donc à privilégier avec ces mélanges productifs à réserver à des catégories animales à besoins modérés (vaches allaitantes, animaux en croissance). À l'inverse, des mélanges enrichis en protéagineux (PRO) obtiennent des valeurs nutritives élevées en récolte précoce (proche de 15 % de MAT et 0,90 UFL/kgMS). Leurs utilisations pour des récoltes tardives exposent par contre à des risques de verse plus importants ⁽²⁾. Ces récoltes : plus précoces, moins productives, plus qualitatives mais également plus coûteuses seront à réserver aux animaux à forts besoins (vaches laitières, animaux à

l'engraissement). Sur le plan agronomique, les travaux en cours s'orientent vers l'utilisation d'une part plus significative de féverole (espèce non sensible à la verse) dans la composition des CERPRO. L'hypothèse s'appuie sur la possibilité d'accumuler de biomasse avec des récoltes tardives, de conserver des valeurs nutritives satisfaisantes sans s'exposer à la verse. Ces mélanges enrichis en féverole pourraient permettre de répondre à la fois à des enjeux d'autonomie fourragère et protéique. De plus, ces travaux ont également permis de mieux comprendre la variabilité des performances de ces associations. Si les CERPRO permettent effectivement de contourner la sécheresse estivale, dans des contextes de sols hydromorphes, l'excès d'eau hivernale semble tout de même avoir un effet délétère sur la productivité et les valeurs azotées de ces mélanges. Une analyse des valeurs nutritives est donc indispensable pour une utilisation optimale. L'utilisation du modèle Aufrère 2007 est un moyen efficace pour obtenir une estimation fiable avec un échantillonnage « pratique » de terrain d'un mélange représentatif de la parcelle par grappillage à la récolte. Il nécessite cependant un renseignement suffisamment précis du taux de protéagineux. Ce dernier (dans des sols non carbonatés) semblerait pouvoir s'approcher de manière fiable grâce au dosage du Calcium totale sans recourir au tri.

Enfin, ces associations céréales/protéagineux trouvent une place particulièrement cohérente dans les systèmes fourragers grâce à leur utilisation comme couvert pour l'implantation des prairies. Avec une modification des itinéraires techniques, notamment des périodes de semis, l'implantation de prairie sous couvert de CERPRO représente une solution intéressante pour : i) contourner la sécheresse estivale avec des semis à la mi-octobre, ii) produire une ressource fourragère supplémentaire dès la première année, iii) garantir une implantation réussie des prairies. Après la récolte des CERPRO, en termes de rotation, cette technique permet également d'éviter le semis de couverts estivaux souvent hypothétiques en termes de réussite, en particulier dans les sols à faible réserve hydrique. De précédents travaux (2011 à 2015) ont démontré la possibilité d'implanter des prairies sous couvert d'associations CERPRO à dominante céréales en récolte tardive (Daveau et al, 2018). Des résultats plus récents semblent démontrer la possibilité d'implanter des prairies sous couvert sous la gamme variée des associations CERPRO présentées précédemment. Cette technique renforce un peu plus l'intérêt de ces associations céréales/protéagineux dans leur capacité à accroître l'autonomie fourragère et/protéique dans un contexte de plus en plus marqué par les aléas météorologiques. Enfin, l'utilisation optimale de ces fourrages pour la recherche d'autonomie et de sécurité alimentaire des systèmes de production, semble passer par l'accumulation de biomasse courant mai avec une maximisation de la performance par hectare (UF, MAT produits) et une dilution des coûts. Avec cette stratégie, les valeurs alimentaires des fourrages obtenus ne sont pas toujours en adéquation avec la recherche d'une performance animale élevée. Cette observation repose plus globalement la difficulté à concilier : recherche d'autonomie des systèmes d'élevage par la voie fourrage et maintien d'une productivité animale élevée.

Cette étude a été réalisée avec la participation financière de la Région Pays de la Loire.

Aufrère J., Baumont R., Delaby L., Peccatte J.-R., Andrieu J., Andrieu J.-P., Dulphy J.-P., 2007, INRA Prod.Anim. 20(2), 129-136

Coutard J.-P., Fortin J., 2014, Renc, Rech. Ruminants, 21, 93-96

Coutard J.-P., Fortin J., 2016, Renc, Rech. Ruminants, 23, 282

Daveau B., Fortin J., 2018, Journées AEPF, 126-127

Fortin J., Daveau B., 2018, Journées AEPF, 124-125

Fortin J., Daveau B., Jouanin E., Jehan G., 2020, Renc, Rech. Ruminants, 25, 228

Maxin G., 2016, Journées AEPF, 226-127