

ARVALIS & Terres Inovia

infos

Août 2017

MAÏS

Connaître la valeur énergétique
du maïs fourrage p. 2

Quel maïs fourrage
pour les bovins ? p. 4

PRAIRIES

Pâturage et production de viande :
quelles performances face
aux aléas climatiques ? p. 6

Prairies multi-espèces :
améliorer l'autonomie
protéique et fourragère p. 8

Limiter les pertes lors
de la récolte p. 10

Prairies et légumineuses :
le chaulage, un préalable
à toute implantation p. 13

LÉGUMINEUSES

Féverole dépelliculée :
une source de protéines
pour les monogastriques p. 15

TOURTEAUX

Qualité nutritionnelle
et valorisation p. 17



Alimentation animale :
des rations affinées
pour gagner en performances

Connaître la valeur énergétique du maïs fourrage



Un équilibre est à trouver entre l'apport de fibres digestibles, qui favorisent la production laitière ou la croissance des animaux, et celui de fibres indigestibles, nécessaires à la qualité de la digestion.

© Droits réservés - Institut de l'Élevage CRA-PDL

La composition chimique d'un maïs fourrage permet de calculer sa valeur alimentaire ; sa valeur énergétique est évaluée d'après des modèles récemment réajustés. Connaître la provenance de cette énergie est essentiel pour bien ajuster la ration.

Le bulletin d'analyses fournit les données relatives à la qualité nutritive d'un maïs fourrage. Il présente ses valeurs de composition biochimique, mesurées en laboratoire ou estimées par spectrophotométrie infrarouge. Ces informations servent à calculer les composantes de la valeur alimentaire de l'aliment (UF, PDI, UE) en utilisant des équations préalablement établies à partir d'essais sur animaux. La matière sèche (MS) se compose de matières organiques (MAT, amidon, fibres végétales) et minérales (cendres). Les matières minérales représentent environ 4 % de la MS du maïs fourrage et n'apportent pas d'énergie pour l'animal. La plante entière contient en moyenne 32 % d'amidon et 45 % de fibres végétales NDF. Quand les maïs sont récoltés à un stade tardif, l'amidon des grains est majoritairement vitreux. Il est de ce fait nettement moins digestible. Il en va de même pour les fibres végétales, alors plus lignifiées et elles aussi moins digestibles.

La digestibilité enzymatique de la matière sèche (ou DCS, établie par la méthode « Aufrère ») correspond à la digestibilité mesurée en laboratoire en faisant agir une enzyme qui dégrade partiellement les fibres cellulosiques. Cette mesure

reste indispensable pour apprécier précisément la digestibilité réelle du maïs fourrage.

Les équations de la valeur énergétique évoluent

Les critères de valeur alimentaire (UF, PDI, UE) sont calculés à partir de la composition chimique du fourrage. Suite à l'évolution récente du matériel végétal, des conditions et des pratiques de récolte, des travaux de recherche sur l'évaluation de la valeur alimentaire du maïs fourrage ont été menés, de 2010 à 2015, par Arvalis et l'Inra, en collaboration avec l'UFS-Section maïs et la FNPSMS. Ils ont abouti à la mise à jour des équations de prévision de cette valeur alimentaire.

La valeur énergétique du maïs fourrage (UF) est calculée à partir de la digestibilité de la matière organique (dMO). La dMO est prédite, en France, en se basant sur l'équation « Modèle 4.2 ». Retenue dans les essais conduits en vue de l'inscription des nouvelles variétés au catalogue, cette équation est aussi utilisée en élevage. Elle permet de prédire la digestibilité du maïs fourrage à partir de la composition

chimique du fourrage vert, en se basant notamment sur sa digestibilité enzymatique, mesurée en laboratoire, et sa teneur en matières azotées totales (MAT).

Deux nouveaux critères précisent l'origine de l'énergie

L'énergie apportée à l'animal par l'ensilage de maïs provient de l'amidon et des parois végétales digestibles. Jusqu'alors, la valeur énergétique du maïs était appréciée à partir du seul critère UF. Néanmoins, deux maïs ayant des valeurs en énergie de 0,90 UFL/kg de MS peuvent avoir des profils qui diffèrent totalement sur la part d'énergie apportée par l'amidon ou par les tiges et les feuilles digestibles. Les maïs plutôt riches en amidon devront être complétés avec des fourrages ou aliments concentrés avec peu, voire pas d'amidon, tels que l'ensilage d'herbe, les pulpes de betterave, les drêches, etc. À l'inverse, des maïs dont l'énergie provient surtout de la partie tiges/feuilles seront complétés avec des céréales produites sur l'exploitation, telles que l'orge, le blé ou le maïs grain.

Les nouvelles références acquises par l'Inra et Arvalis sur l'ensilage de maïs permettent de proposer deux indicateurs pour préciser la provenance de l'énergie du maïs fourrage :

- **la digestibilité des fibres végétales NDF dans le tube digestif complet (dNDF)**. La partie digestible des parois végétales NDF est source d'unités fourragères. La partie indigestible ralentit le transit digestif pour améliorer la digestibilité de la ration et favoriser la rumination des animaux. Un équilibre est donc nécessaire entre l'apport de fibres digestibles, pour favoriser la production laitière ou la croissance, et la présence de fibres indigestibles en quantité suffisante pour la santé des animaux et la qualité de digestion.

- **la dégradabilité de l'amidon dans le rumen (DT6amidon)**. Une forte dégradation de l'amidon dans le rumen entraîne la production de protéines microbiennes (source de PDIE) mais engendre aussi des risques plus élevés d'acidose. Elle peut être prévue à partir des teneurs en matière sèche et en amidon du fourrage vert. La quantité d'amidon dégradable dans le rumen est alors calculée en multipliant la teneur en amidon par son taux de dégradation ruminale.

Trois catégories de maïs ensilé

Pour bien interpréter la valeur énergétique du maïs (en UF), il faut connaître la provenance de l'énergie d'un échantillon de maïs fourrage. Il suffit alors de positionner les résultats

DIGESTIBILITÉ DES FIBRES : d'autant meilleure que le remplissage des grains est peu avancé

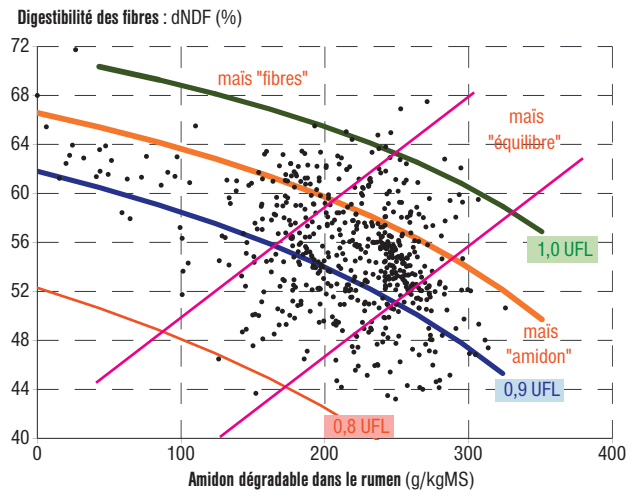


Figure 1 : Diversité de l'origine de la valeur énergétique des maïs fourrage. Étude Arvalis à partir de 602 analyses de maïs fourrage issues du laboratoire Germ-Services (2015, France entière). Deux maïs à 0,90 UFL/kg MS peuvent avoir des profils qui diffèrent totalement par la part d'énergie apportée par leur amidon et par les fibres digestibles.

d'analyse de laboratoire d'un échantillon en fonction des axes correspondant aux deux nouveaux critères, dNDF et quantité d'amidon dégradable dans le rumen (figure 1). Suivant la principale source d'énergie du maïs, le classement en trois grandes catégories conduira à bien choisir les aliments complémentaires, selon leur teneur en amidon dégradable (voir l'article « Quel maïs fourrage pour les bovins ? » de ce même numéro). Les choix génétiques, la date de récolte et les conditions climatiques sont les principaux facteurs à l'origine de ces types de maïs obtenus à la récolte.

Alexis Férard - a.ferard@arvalis.fr

Évolution des PDIE et stade de récolte

Une récente étude d'Arvalis a montré que, pour un maïs récolté à 39 % de MS, l'augmentation de la dégradabilité de l'amidon dans le rumen au cours de la conservation était réelle. Elle doit ainsi être prise en compte. Un maïs fourrage récolté à plus de 35 % de MS gagnera plus de 2 g/kgMS de PDIE après 6 mois de conservation ! Sa valeur PDIE restera cependant inférieure à celle d'un maïs récolté au bon stade.



L'énergie apportée par le maïs ensilé provient de l'amidon et des parois végétales digestibles, en proportions variables.

Quel maïs fourrage pour les bovins ?



Le choix du type de maïs fourrage selon sa source dominante d'énergie (amidon dégradable ou fibres NDF digestibles) doit répondre aux objectifs d'utilisation du maïs dans la ration.

Les proportions de fibres digestibles et d'amidon d'un maïs fourrage déterminent son type de profil énergétique. Celui-ci dépend de son utilisation finale et de l'adjonction ou non d'un fourrage complémentaire dans la ration.

Dans les rations à base de maïs fourrage récolté en plante entière, le rationnement se raisonne en considérant le maïs ensilé comme le fourrage qui contribuera le plus à l'apport total d'énergie et à l'apport de fibres NDF nécessaires à la rumination. Les apports complémentaires de fourrage et de concentrés sont surtout destinés à équilibrer les rations, notamment sur le plan protéique. Le choix du type de profil énergétique de maïs fourrage diffère s'il est destiné à des vaches laitières ou à de jeunes bovins à l'engraissement, et selon le souhait ou non d'introduire de l'herbe dans la ration.

L'incorporation dans la ration d'un fourrage complémentaire de type herbe (enrubannage ou en ensilage de graminées et/ou légumineuses) est à considérer pour deux raisons principales. Dans une ration où l'apport de maïs, très riche en amidon, risque de compromettre l'équilibre ruminal et la santé des animaux, il permet de diluer la teneur en amidon de la ration globale des vaches laitières. Quel que soit

le type de ration pour des vaches laitières, l'objectif est de rester sous le seuil de 22-25 % d'amidon total - ou, plus précisément, de 20-22 % en amidon dégradable sur la base de matière sèche. L'incorporation d'un fourrage complémentaire réduit aussi la consommation de correcteur azoté et la part de maïs fourrage dans la ration.

Pour les jeunes bovins l'engraissement, le seuil maximal de teneur en amidon dans la ration est de 35 %. Ces animaux tolèrent mieux les régimes riches en énergie en effectuant des repas fractionnés tout au long de la journée et en s'alimentant de fourrage fibreux mis à disposition, telle une bonne paille appétente.

Trois types de profils énergétiques

Selon l'origine de l'énergie du maïs (voir article précédent), on distingue trois grandes catégories de maïs fourrage ayant pourtant la même teneur en énergie globale mesurée en unités fourragères. Le choix du type de maïs et du type de

MAÏS TYPÉ « FIBRES » : facile à utiliser, quelle que soit la composition de la ration des vaches laitières

Composition-type de la ration		Type de profil énergétique de maïs fourrage (tous à 0,90 UFL/kgMS)		
Ingestion estimée de maïs fourrage (kg de MS)	Fourrages et concentrés complémentaires	Typé « Fibres » (28 % d'amidon dNDF=54 %)	Typé « Équilibre » (32 % d'amidon dNDF=50 %)	Typé « Amidon » (36 % d'amidon dNDF=46 %)
18,5	0,5 kg paille + tourteau			
15	3,5 kg MS herbe + tourteau			
14	3,5 kg MS herbe + 1,5 kg céréale « amidon rapide ⁽¹⁾ » + tourteau			
14	3,5 kg MS herbe + 1,5 kg céréale « amidon lent ⁽²⁾ » + tourteau			
10,5	7 kg MS herbe + tourteau			
9	7 kg MS herbe + 3 kg céréale « amidon rapide ⁽¹⁾ » + tourteau			
9	7 kg MS herbe + 3 kg céréale « amidon lent ⁽²⁾ » + tourteau			

(1) Céréale à amidon rapidement dégradable dans le rumen. Ex : blé, orge, triticale, maïs grain humide.
 (2) Céréale à amidon lentement dégradable dans le rumen. Ex : maïs grain sec, sorgho grain sec.

■ Ration très acidogène ■ Ration acidogène ■ Ration peu acidogène

Tableau 1 : Impact du profil énergétique du maïs fourrage utilisé (0,90 UFL/kg MS) dans différents types de ration sur le risque acidogène liée à la teneur en amidon dégradable.

ration envisagé a des conséquences fortes sur la teneur en amidon dégradable de la ration (tableau 1). Ce dernier critère est un élément déterminant pour le bon fonctionnement de la digestion dans le rumen.

Les maïs fourrages typés « fibres » sont des maïs à haute digestibilité des tiges et des feuilles (notamment des fibres NDF) et à teneur en amidon réduite. Ils sont utilisables dans tous les types de rations, y compris celles où le maïs fourrage « plat unique » est complété avec un correcteur azoté.

Les fourrages « amidon » sont des maïs typés « grains » qui possèdent une partie épi très développée au stade 32-33 % de MS plante entière. Ces maïs fournissent l'essentiel de la teneur en amidon des rations ; ils sont destinés à maintenir un niveau d'apport d'énergie rapidement fermentescible dans le rumen, générateur de PDIE, et à relever le taux protéique du lait. Ils ne sont pas toujours recommandés, notamment pour les rations de vaches laitières où la part d'herbe est limitée, voire inexistante. Pour maintenir une teneur en amidon dégradable optimale dans le rumen, il est nécessaire de diluer la teneur en amidon de la ration en incorporant au moins 4 kg de MS d'herbe, qui a généralement une teneur en unités fourragères inférieure à celle du maïs fourrage. Le maintien d'une densité énergétique élevée s'obtient en ajoutant des concentrés pauvres en amidon (drèches, pulpe de betterave) et/ou à amidon lentement dégradable dans le rumen, tels que le maïs grain sec.

Une digestibilité des fibres et de l'amidon en forte diminution au-delà de 35 % de MS

La teneur en amidon des ensilages de maïs augmente en moyenne de 48 g/kg MS entre les stades 28 et 33 % de MS plante entière, au détriment de la teneur en NDF qui diminue de 44 g/kg MS. L'effet de la maturité sur la digestibilité de la matière organique et de l'amidon de la plante entière reste faible, alors que la digestibilité des fibres NDF diminue fortement entre les stades « grain laitex » et « grain vitreux ».

Les maïs récoltés tardivement présentent une dégradabilité dans le rumen de l'amidon nettement plus faible. Cet amidon vitreux est mal valorisé par les vaches laitières. Les jeunes bovins en engraissement sont capables de mieux digérer ces maïs récoltés trop secs, tant que la récolte ne dépasse pas le stade 38 % de MS et sous réserve d'une bonne qualité de conservation.

Un essai à la station Arvalis de La Jaillière (44) a comparé les performances laitières de deux ensilages de maïs récolté aux stades 33 et 39 % de MS, incorporés dans des rations avec deux niveaux d'enrubannage d'herbe de bonne qualité. Il montre que le potentiel énergétique du maïs récolté tardivement est élevé, en raison de son fort taux d'amidon, mais que son niveau réel de valorisation est d'autant plus diminué que la ration est pauvre en fibres NDF. D'après les résultats d'ingestion et de production laitière mesurés dans cet essai pour la ration contenant 15 % d'herbe, le maïs récolté à 39 % de MS devra avoir un rendement au champ supérieur de 9 % à celui récolté à 33 % de MS pour un coût alimentaire équivalent. Pour un maïs à 12 t MS/ha, c'est l'équivalent de 1 t MS/ha. Au-delà de la baisse de valorisation du maïs récolté tardivement, les risques de mauvaise conservation et de dérive de la qualité de hachage et d'éclatement des grains sont nettement plus élevés au stade 39 % de MS. Ce stade de récolte est donc fortement déconseillé.

Alexis Férard - a.ferard@arvalis.fr



Les maïs récoltés tardivement présentent une dégradabilité dans le rumen de l'amidon nettement plus faible.

© Droits réservés - AGRIV-GIE

La sensibilité du pâturage à un aléa climatique est accrue en conduites de culture très simplifiées.

Quelles performances face aux aléas climatiques ?

Dans un contexte économique peu porteur, le pâturage reste une nécessité pour les éleveurs. Or, les aléas climatiques sont de plus en plus fréquents, avec notamment des sécheresses plus marquées. Arvalis a comparé les performances animales et les productions végétales pour deux types de prairie sur plusieurs années climatiques.

Station de recherche issue d'un partenariat entre Arvalis et quatre chambres d'agriculture, la ferme expérimentale des Bordes à Jeu-les-Bois (36) centre ses expérimentations sur la valorisation de l'herbe en élevage bovin allaitant. Un essai pluriannuel sur le pâturage a été mené de 2008 à 2011 dans deux systèmes fourragers basés chacun sur un type de prairie, avec pour objectifs d'évaluer la sensibilité de ces systèmes vis-à-vis des aléas climatiques et d'observer l'effet du type de prairie sur les performances animales et la production d'herbe.

L'essai s'est déroulé sur plus de 31 ha, en grandes parcelles implantées en sols sablo-limoneux à tendance hydromorphe, avec une pluviométrie moyenne de 750 mm par an. Chaque grande parcelle a été divisée en deux parcelles de 1,5 à 2,2 ha, l'une semée avec une association de graminées et de légumineuses, et l'autre avec un mélange multi-espèces. Les associations sont majoritairement constituées de ray-grass anglais et de trèfles blancs. Les multi-espèces sont des mélanges de 5 à 8 espèces, dont les graminées de

base sont le ray-grass anglais, la féтуque élevée et le dactyle ; les légumineuses sont le trèfle blanc et le lotier.

Chaque année, deux lots de 20 ou 21 couples mère-veau ont pâturé ces parcelles, le premier pâture exclusivement les associations, et le second, les multi-espèces. La conduite du pâturage a été gérée par la méthode Herbo-LIS. Le chargement était de 1,3 UGB/ha.

Un facteur « année » prépondérant sur le rendement des prairies

La production des prairies est intéressante, avec des rendements moyens qui dépassent les 7 t MS/ha/an et de très bonnes valeurs alimentaires (0,84 UFL/kg MS et 88 g PDIE/kg MS), ces dernières variant au cours de la saison (*figure 1*).

Les mélanges prairiaux ont permis de produire plus de 980 kg MAT/ha/an. Dans le contexte de Jeu-les-Bois, les apports protéiques permis par les prairies temporaires de type « pâture » ont offert en moyenne +146 kg MAT/ha/an par rapport aux meilleures prairies temporaires de type

PERFORMANCES ANIMALES : affectées ni par l'année climatique ni par le type de prairie

	Associations graminées-légumineuses					Multi-espèces				
	2008	2009	2010	2011	Moy.	2008	2009	2010	2011	Moy.
Durée de pâturage jusqu'au sevrage (j)	140	166	145	170	155	140	139	145	170	149
GMQ veau (g/j)	1244	1173	1275	1141	1208	1180	1286	1189	1089	1186
GMQ vaches (g/j)	218	259	465	239	295	226	473	433	120	313

Tableau 1 : Moyennes annuelles des gains moyens quotidiens (GMQ) depuis la mise à l'herbe jusqu'au sevrage selon le type de prairie. Essai de Jeu-les-Bois.

« fauche » d'un précédent essai. Si on compare ces apports à ceux obtenus par des protéagineux purs, ils sont aussi supérieurs : 822 kg MAT/ha pour du pois protéagineux (239 g MAT/kg MS ; rendement : 40 q/ha) et 885 kg MAT/ha pour de la féverole à fleurs colorées (294 g MAT/kg MS ; rendement : 35 q/ha).

Les années climatiques ont été hétérogènes et peuvent se séparer en deux catégories d'aléas : l'aléa « classique » (2008 à 2010), correspondant à une sécheresse estivale « normale », et l'aléa extrême (2011), avec une sécheresse printanière marquée. Malgré ces stress hydriques d'intensité et de périodes variables, les rendements des deux types de prairie n'ont pas été significativement différents : 7,4 t MS/ha/an pour les associations et 7,3 t MS/ha/an pour les multi-espèces. Ainsi, les avantages de productivité et de robustesse des multi-espèces par rapport aux associations n'ont pas été mis en évidence dans cet essai.

Par contre, l'effet « année » est significatif sur la productivité des prairies, avec des écarts interannuels allant jusqu'à 1 t MS/ha. Cet effet « année » est à relier aux conditions météorologiques. L'impact négatif d'une sécheresse printanière est bien plus important et difficile à gérer que celui des déficits hydriques estivaux, puisque la pousse de l'herbe se fait principalement au printemps (figure 1). En 2011, la perte de production est de 1,6 t MS/ha (soit -21 %) par rapport à la moyenne des quatre ans d'essai avec, en outre, un affouragement des animaux au champ (1 mois), ce qui est préjudiciable à l'autonomie d'un système herbager.

Des croissances animales satisfaisantes

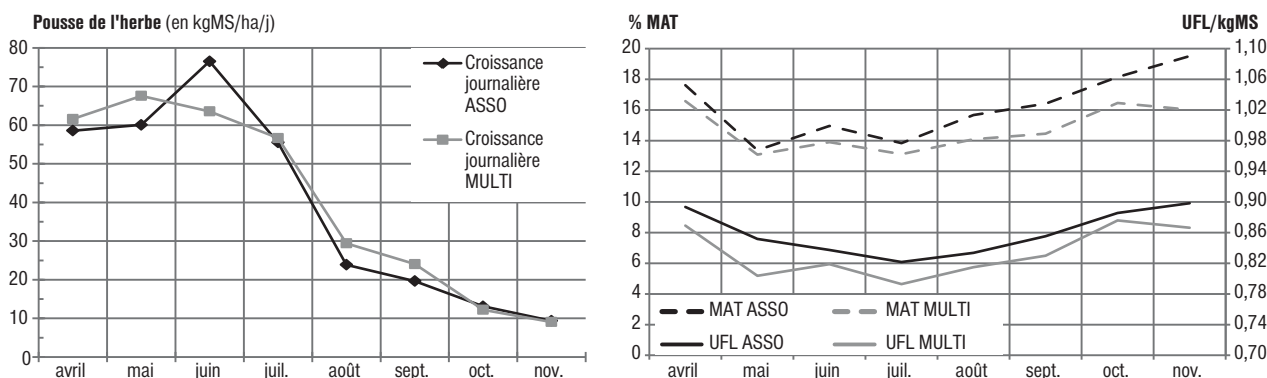
Les performances des animaux n'ont été affectées ni par les années climatiques, ni par le type de prairie. Pour les veaux, nés en moyenne dans la première décade de février, les gains moyens quotidiens (GMQ) de la mise à l'herbe au sevrage (à 8-8,5 mois) ont été de 1 198 g/j en moyenne pour les deux modalités. Les vaches ont conservé un état corporel satisfaisant avec des GMQ moyens de 304 g/j (tableau 1).

Ces croissances permettent une production moyenne au pâturage de 187 et 174 kg de viande vive par veau respectivement pour les associations et les multi-espèces, ou 204 kg de viande vive par hectare en moyenne pour les deux types de mélange. Il est donc possible de produire de la viande au pâturage sans complémentation, même en cas d'aléa climatique majeur.

Il paraît, par contre, primordial de gérer son pâturage au mieux, en gardant à l'esprit que la plupart des techniques de pâturage se valent en conditions optimales mais que, face à un aléa climatique, la sensibilité est accrue pour les techniques de conduite très simplifiées, ces dernières étant plus délicates à gérer. D'autres leviers peuvent réduire la sensibilité des systèmes herbagers aux aléas, soit par des choix tactiques (fauche précoce, allongement de la saison de pâturage...), soit par des décisions stratégiques comme la diversification des prairies.

Rémi Brochier - r.brochier@arvalis.fr

PRAIRIES : productives et de bonne valeur alimentaire



ASSO : association de graminées et légumineuses. MULTI : multi-espèces.

Figure 1 : Courbe de croissance de l'herbe et évolution des teneurs en MAT et UFL au cours de la saison. Moyennes 2008-2011, essai de Jeu-les-Bois.

Améliorer l'autonomie protéique et fourragère



Le semis de prairies en mélanges est une pratique courante dans certaines régions françaises et en agriculture biologique. Cet engouement pour les mélanges répond à de nombreuses attentes des éleveurs qui cherchent avant tout à réduire leurs achats de concentrés.

De plus en plus d'agriculteurs désireux de semer une prairie ont recours aux mélanges de semences. Les aides récentes proposées pour favoriser l'introduction de légumineuses, les aléas de production liés aux intempéries (sécheresses, excès d'eau, ...), ou encore le respect des principes agroécologiques pour limiter l'utilisation des intrants sont autant de facteurs qui amènent les éleveurs à s'interroger sur la meilleure manière de composer leurs mélanges prairiaux.

Les expérimentations menées depuis les années 2000, en bio comme en conventionnel, par ARVALIS-Institut du végétal et ses partenaires dans plusieurs régions françaises, permettent de proposer aux conseillers et aux éleveurs des mélanges adaptés aux différentes conditions de sol ou de climat des principales régions fourragères. Parallèlement, grâce à l'autorisation de la vente de semences en

mélanges (2004), l'offre proposée par les semenciers ne cesse de s'étoffer ; ainsi, la part de la vente de semences fourragères en mélanges dans le total des ventes de semences fourragères est aujourd'hui de l'ordre de 20 % (figure 1). La création, en 2015, du label « France Prairie » par l'AFPF (Association Française pour la Production Fourragère) témoigne de la volonté de proposer des solutions techniques validées, fiables et adaptées aux situations agronomiques françaises les plus variées.

Une combinaison d'espèces « à la carte »

Les mélanges prairiaux, tout comme les associations simples d'une espèce de graminée avec une espèce de légumineuse, constituent aujourd'hui un véritable levier agronomique pour améliorer la compétitivité des exploitations. Toutefois, définir la composition idéale du mélange

MÉLANGES POUR PRAIRIES : ils représentent désormais plus de 20 % des ventes de semences

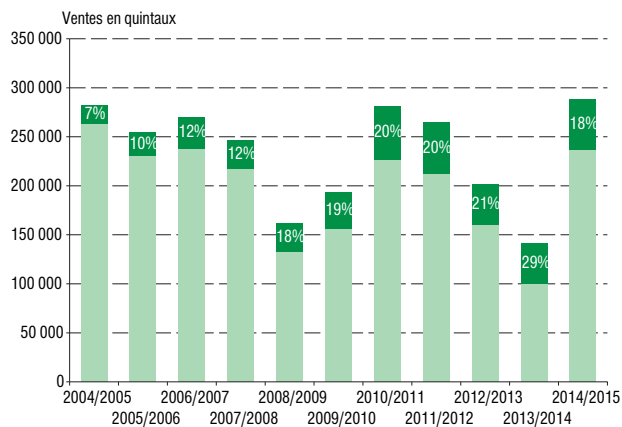


Figure 1 : Part des ventes de semences fourragères en mélanges en France. Source : GNIS 2015

reste un exercice complexe. Les parcelles d'une exploitation peuvent avoir des sols dont le comportement est différent (parcelles sur « coteaux séchants » et parcelles en bord de cours d'eau avec un risque d'inondation par exemple). Pour un contexte de sol et de climat donné, il faut intégrer le mode d'exploitation habituel de l'herbe (fauche, pâture ou combinaison des deux) sur la parcelle à semer. Ensuite, il convient de choisir un mélange d'espèces dont les fonctions sont complémentaires : productivité, qualité (protéines et énergie), pérennité et/ou pouvoir concurrentiel vis-à-vis des mauvaises herbes. Pour aider les agriculteurs, les conseillers et les semenciers à composer leurs mélanges, l'AFPF propose deux guides techniques téléchargeables gratuitement sur www.afpf-asso.org.

Le premier est dédié aux prairies de longue durée (3 ans et plus) et le deuxième aux prairies de courte et moyenne durée (moins de 3 ans). Les préconisations fournies dans ces documents sont le fruit d'une expertise collective (Arvalis, Inra, Idele, Gnis, BTPL, UFS, Fourrage Mieux) qui s'appuie sur des dispositifs de recherche de longue durée. Au-delà du choix du mélange approprié, il est indispensable de porter une attention particulière aux conditions de semis (date, préparation du sol, dose, mode de semis...), à la fumure de fond (P, K), à la fertilisation azotée et au chaulage. Ces actions jouent un rôle majeur pour réussir l'implantation d'une prairie et, donc, garantir son potentiel de production et sa pérennité.

Un label de qualité pour les semences en mélanges

Le label « France Prairie » a pour objectif de promouvoir l'utilisation de mélanges de qualité en France, en bénéficiant des progrès génétiques au travers des variétés du catalogue. Ce label permet aux éleveurs de profiter de l'expertise technique sur les mélanges, ainsi que des dernières références obtenues dans les dispositifs expérimentaux de l'ensemble des acteurs de la filière. Tous les ans, à partir des nouvelles variétés inscrites, l'AFPF dresse une liste des meilleures variétés fourragères issues du « Herbe-book » (www.herbe-book.org) pour les espèces majeures ; cette liste de variétés « incorporables » est ensuite validée par la commission d'agrément du label. Chaque semencier peut alors proposer un mélange à labelliser (nom commercial et composition précise) à partir de variétés choisies dans cette liste, dans le respect du règlement technique de fabrication et de commercialisation des mélanges de semences pour prairie. Si toutes les conditions sont respectées, le label « France Prairie » est attribué au mélange proposé. Il est identifiable grâce au logo « France Prairie » apposé sur le sac. Un mélange est labellisé pour une ou plusieurs combinaisons de modes d'exploitation et de types de sol. La liste des mélanges agréés est mise à jour tous les ans (elle est accessible gratuitement sur www.franceprairie.fr). Actuellement, six semenciers sont engagés dans la démarche et 31 mélanges ont été labellisés en 2016. Pour sa deuxième année d'existence, la surface semée en mélanges labellisés, multipliée par quatre, atteint 18 000 ha.

Didier Deleau - d.deleau@arvalis.fr



Les variétés des mélanges sont adaptées à la pérennité attendue des prairies : courte à moyenne (moins de 3 ans) ou longue durée (plus de 3 ans).

ISSN n°2266 - 6753 - Dépôt légal à la parution - Réf: 17110

Ont collaboré à ce document : les équipes d'ARVALIS-Institut du végétal et de Terres Inovia

Photo de couverture : N. Cornec - ARVALIS-Institut du végétal

Avec la participation financière du Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural (CASDAR), géré par le ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.

Limiter les pertes lors de la récolte

Depuis plusieurs années, Arvalis conduit des expérimentations sur la récolte des graminées et légumineuses prairiales. Les références acquises au cours de ces essais donnent du recul sur les paramètres importants à respecter pour préserver la quantité et la qualité du fourrage récolté.



En début de séchage, la vitesse de séchage dépend de l'étalement du fourrage. L'effet du conditionnement se révèle essentiellement au-delà de 40-45 % de MS.

Les légumineuses prairiales, telles que la luzerne et le trèfle violet, sont sensibles à la perte mécanique au cours des opérations de récolte. Cette sensibilité vient notamment de la fragilité du lien (pétiole) entre les feuilles et les tiges, ainsi qu'à la friabilité des feuilles lorsqu'elles sont sèches. Des pertes de matière sèche (MS) interviennent également lors de la récolte des graminées, pures ou en mélange.

Les feuilles concentrent les éléments digestibles (fibres, glucides et protéines), surtout chez les légumineuses. Leur préservation est donc indispensable pour tirer pleinement parti des qualités potentielles de ces fourrages. D'autres pertes, invisibles, sont générées durant le processus de séchage - il s'agit des pertes par respiration. Elles sont d'autant plus faibles que le fourrage sèche vite.

Le type de faucheuse conditionne le niveau de pertes

En 2016, en partenariat avec les chambres d'agriculture du Limousin et Kuhn S.A., Arvalis a mis en place un essai à Branceilles (19) visant à quantifier les pertes mécaniques lors de l'opération de fauche d'une luzerne avec différents matériels et réglages (figure 1).

Les faucheuses classiques et conditionneuses à rouleaux en fer ou en polyuréthane occasionnent les niveaux de pertes les plus bas - 3,8 à 4,9 % de la biomasse initiale. Des niveaux de pertes équivalents avaient été enregistrés en 2015 dans un essai conduit par les mêmes partenaires sur une prairie multi-espèces (80 % de graminées).

Les conditionneuses à doigts/fléaux présentent une agresseivité plus importante vis-à-vis des feuilles et occasionnent davantage de pertes. À même vitesse de rotation du conditionneur (800 tours/minute), la dépose en andain large (85 % d'étalement plutôt que 37 %) semble entraîner un niveau de pertes supérieur. Ceci s'explique notamment par la forte présence de feuilles détachées des tiges et piégées dans la masse de fourrage, suite au conditionnement agressif, qui tombent ensuite au sol. Sur un plan opérationnel, on retiendra que l'utilisation d'une faucheuse conditionneuse à doigts/fléaux est moins préjudiciable pour les fourrages sur



Au fanage comme à l'andainage, l'intervention sur un fourrage encore humide ou réhumidifié limite les pertes mécaniques.

lesquels peu d'opérations sont requises entre la fauche et la récolte, comme en cas d'ensilage.

À vitesse plus élevée (1 000 tours/minute) et en andain éparpillé, les pertes mécaniques atteignent 9,3 %. Bien que la variabilité associée à la mesure soit importante, la réduction de la vitesse du conditionneur semble être un levier de réduction de pertes. Ces constatations corroborent celles d'essais conduits aux États-Unis au début des années 2000.

Privilégier une faucheuse à rouleaux pour des récoltes en foin

L'effet du conditionnement sur le séchage intervient essentiellement au-delà de 40 à 45 % MS, lorsque l'eau sort des tiges. Au début du séchage, il importe d'étaler le fourrage sur une surface importante pour maximiser l'exposition aux rayons du soleil. L'utilisation des dispositifs d'éparpillement large permet d'étaler le fourrage sur plus de 80 % de la surface fauchée et joue le rôle de premier fanage. À l'inverse, par rapport à une fauche classique qui étale le fourrage sur

“ La préservation des feuilles, notamment des légumineuses, est indispensable pour tirer pleinement parti des qualités potentielles du fourrage ”

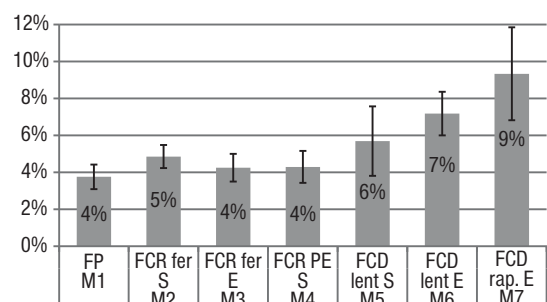
70 à 80 %, un fourrage conditionné et laissé en andain étroit (étalement sur 30 à 40 % de la surface fauchée) séchera moins vite (tableau 1).

Sur le terrain, à mesure que le taux de légumineuses dans le couvert augmente, on préférera utiliser des faucheuses classiques ou des conditionneuses à rouleaux. Ces dernières facilitent, de surcroît, la sortie d'eau des tiges en fin de séchage – un avantage pour la conduite en foin.

Étant donné la surface moyenne occupée par les légumineuses pures dans les exploitations, il apparaît peu opportun d'investir dans des matériels spécifiques à leur conduite, bien que des solutions en commun puissent être envisagées. Avec le matériel à disposition, le premier réflexe à avoir est d'utiliser tous les réglages qui réduisent l'agressivité des pièces travaillantes et facilitent le flux du fourrage : l'effacement des peignes, l'éloignement de la tôle de conditionnement, la réduction de la vitesse du conditionneur.

Dans les conditions de l'essai, la valeur alimentaire du fourrage perdu à la fauche a été calculée. Par rapport au témoin (faucheuse classique), le préjudice économique associé à la perte de quantité et de qualité est reporté dans le tableau 2. Les simulations ont été réalisées afin de compenser les

CHOIX DU MATÉRIEL : l'agressivité des faucheuses conditionneuses génère des pertes importantes



FP : faucheuse classique à plat. FCR : faucheuse avec conditionneur à rouleaux en fer ou en plastique (PE). FCD : faucheuse avec conditionneur à doigts (lent : régime du conditionneur à doigts de 800 tours/min ; rap. : 1 000 tours/min). Le pourcentage d'étalement des andains est le rapport largeur de l'andain/largeur de la surface fauchée ; E : andain étalé, S : andain serré.

Figure 1 : Niveau de pertes de matière sèche (MS) à la fauche d'une luzerne en fonction du matériel de fauche et des réglages utilisés. Résultats exprimés en pourcentage de la biomasse sur pied avant fauche. Moyenne de 3 mesures par modalité. Luzerne pure, 2^e cycle, 6 semaines de repousse, 4,1 +/- 0,2 t MS/ha sur pied.

PRÉDOMINANCE DE LÉGUMINEUSES : éviter la conditionneuse à doigts

	Préservation des feuilles		Vitesse de séchage
	Graminées pures ou dominantes	Légumineuses pures ou dominantes	
Faucheuse classique à plat	++	++	+
Conditionneuse à rouleaux	++	+ / ++	
Conditionneuse à doigts/fléaux (> 800 tours/min, tôle de conditionnement serrée)	-	--	- (andain étroit) à ++ (andain large ou fanage sitôt après la fauche)*
Conditionneuse à doigts/fléaux (< 800 tours/min, tôle de conditionnement desserrée)	-/+	-	

-- : inadapté à ++ : très adapté

Tableau 1 : Adéquation du matériel et de la vitesse de séchage en vue d'optimiser la qualité du foin, selon la composition de la prairie et la vitesse de rotation du conditionneur à doigts.

perles par un aliment équivalent à base de paille, blé et tourteau de soja selon deux contextes de prix.

Lors des opérations de fanage et d'andainage, le risque de pertes est avant tout déterminé par l'humidité du fourrage au moment de l'intervention. À mesure que les feuilles sèchent, elles deviennent cassantes. Ceci est particulièrement vrai pour les légumineuses, comme l'illustre l'essai d'Arvalis mis en place en 2013 à La Jaillière (44) et Saint-Hilaire-en-Woëvre (55).

Pour le fanage et l'andainage, intervenir sur un fourrage réhumidifié

À la Jaillière, le fait de réaliser les opérations de pré-andainage (confection de petits andains) et d'andainage l'après-midi, en pleine chaleur, occasionne deux fois plus de pertes de matière sèche à l'hectare que le matin (667 kg MS/ha contre 315).

Côté qualité, pour les deux sites d'étude, l'intervention le matin entraîne des pertes limitées allant de -0,1 à -0,4 point de MAT. L'après-midi, les pertes qualitatives sont nettement

Quand faucher ?

L'heure de l'intervention n'a pas d'effet sur les pertes mécaniques à la fauche. Une fauche dès le retrait de la rosée permet de profiter du séchage dès la première journée. Attendre le milieu ou la fin de l'après-midi pour maximiser la teneur en sucres du fourrage est un « luxe » à s'accorder uniquement si la fenêtre météo est favorable sur une longue période, car le séchage de la première journée est en grande partie compromis.



supérieures : de -1,8 à -2,8 points de MAT. Ce levier devra absolument être mis à profit pour préserver la qualité du fourrage récolté. En comparaison d'une intervention le matin, le manque à gagner est important : la compensation quantitative et qualitative des pertes est comprise entre 70 et 110 €/ha (hypothèses de prix bas et haut avec remplacement par de la paille, du blé et du tourteau de soja 48). Par ailleurs, la réduction de la vitesse de prise de force à 400-450 tours/minute pourra réduire l'agressivité des dents du gyro-andaineur et donc les pertes de fourrage. Le couple « régime de prise de force/Vitesse d'avancement du tracteur » devra cependant assurer un ramassage efficace, surtout lorsque le fourrage est encore humide et lourd.

Anthony Uijtewaal – a.uijtewaal@arvalis.fr

Didier Deleau – d.deleau@arvalis.fr

PERTES ÉCONOMIQUES : plus importantes avec une conditionneuse à doigts

Contexte de prix	Modalité						
	FP	FCR fer S	FCR fer E	FCR PE S	FCD lent S	FCD lent E	FCD rap. E
Bas Paille 60 €/t Blé 130 €/t Tourte. soja 350 €/t	0	- 8	- 4	- 4	- 14	- 24	- 39
Élevé Paille 90 €/t Blé 200 €/t Tourte. soja 450 €/t	0	- 11	- 5	- 5	- 19	- 33	- 54

FP : faucheuse classique à plat. FCR : faucheuse avec conditionneur à rouleaux en fer ou en plastique (PE). FCD : faucheuse avec conditionneur à doigts (lent : régime du conditionneur à doigts de 800 tours/min ; rap. : 1 000 tours/min). E : andain étalé, S : andain serré.

Tableau 2 : Préjudice économique (en €/ha) associé aux pertes à la fauche par rapport au témoin (faucheuse classique à plat FP), selon le contexte des prix.

Le chaulage, un préalable à toute implantation

Les légumineuses, et particulièrement la luzerne, nécessitent un pH_{eau} du sol au moins égal à 6 pour bien s'implanter. L'amendement du sol par un chaulage est un gage de bon fonctionnement de la prairie dans la durée.



L'idéal est de procéder en routine à une analyse du sol pour ajuster finement le chaulage.

© N. Comec - ARVALIS-Institut du végétal

L'acidification des sols, processus naturel et inévitable, est notamment influencée par le type de sol, le climat, l'activité biologique et les pratiques culturales. Le pH influe sur la disponibilité des éléments dans le sol. Au-dessous d'un pH_{eau} de 5,5, la principale contrainte de production est la toxicité aluminique, qui affecte la nutrition minérale des plantes et pénalise la productivité des cultures. Des pH proches de 6 suffisent à répondre aux exigences de la plupart des cultures (graminées prairiales, céréales à paille, maïs). Toutefois, bien que les légumineuses puissent germer à des pH_{eau} inférieurs à 6, leur croissance juvénile est fortement perturbée, et la mise en place des nodosités de *Rhizobium meliloti* fixatrices d'azote est faible, voire nulle. Or c'est la condition *sine qua non* de l'autonomie de la plante vis-à-vis de son alimentation azotée. Un pH_{eau} de 6, voire 6,5 favorisera, en revanche, l'implantation, la productivité et la pérennité de la luzerne et des prairies à base de légumineuses.

Un essai récent confirme le pH_{eau} seuil de 6 pour l'implantation de la luzerne

Dans le cadre du programme SOS Protein, Arvalis a conduit un essai sur la station expérimentale de La Jaillière (44) visant à mesurer l'effet de l'apport d'un produit de chaulage, fin ou grossier, sur la productivité de la luzerne durant les deux premières années. La modalité témoin n'a reçu aucun apport. Les autres modalités ont reçu avant l'implantation 1 000 ou 2 000 unités de carbonates (CaO) sous forme broyée ou pulvérisée, afin de distinguer les effets « dose » et « forme » de l'apport. Le pH_{eau} du sol était de 6,1 juste avant l'apport des produits de chaulage, enfouis sur 15 cm de profondeur. La productivité a été évaluée sur les 4 cycles durant la campagne 2015, et sur 3 cycles seulement durant la campagne 2016, en raison du fort déficit hydrique de fin d'été qui a empêché le redémarrage au 4^e cycle.

Le chaulage a un effet positif sur le rendement. À l'issue des deux campagnes de récolte, les rendements cumulés s'établissent à 18,4 tonnes de matière sèche (MS) par hectare pour le témoin non chaulé, et à 21,5, 22,4, 23,8 et 24,2 t/MS/ha pour les modalités 2 à 5 respectivement. Pour une même dose de CaO apportée, il n'apparaît pas possible de distinguer ici l'effet de la forme (broyée ou pulvérisée) sur le rendement. Néanmoins, à l'automne 2015, soit 14 mois après l'apport, le pH_{eau} du sol est significativement différent : de 5,7, 6,4, 6,6, 7,0 et 7,2 pour les modalités 1 à 5 respectivement.

L'implantation des légumineuses doit être anticipée afin

RENDEMENT : un léger effet « dose » mais pas d'effet « forme » significatif

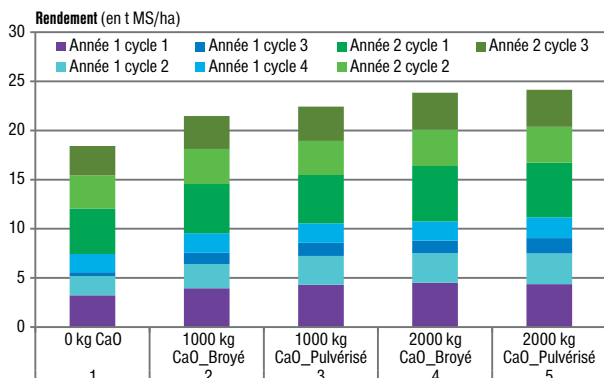


Figure 1 : Rendement cumulé sur 2 ans de la luzerne, et contribution de chaque coupe, pour différentes pratiques de chaulage. Moyennes ajustées. Essais « CaO » 2014-2016 d'Arvalis, Station La Jaillière (44), programme SOS Protein.

d'ajuster le statut chimique du sol (P, K, Ca, Mg...). Lorsque le pH_{eau} est très acide ($< 5,5$), il est préférable d'apporter la chaux sur deux années consécutives pour rehausser le pH_{eau} du sol par pallier. En effet, sur les sols à faible capacité d'échange cationique (CEC), un chaulage massif peut bloquer l'assimilation de certains éléments (manganèse, bore et zinc).

Quelle quantité apporter, sous quelle forme ?

Le tableau 1 détaille la quantité de valeur neutralisante (VN) par hectare nécessaire pour rehausser le pH_{eau} du sol de 0,5 point en fonction de sa CEC. Ensuite, la quantité d'amendement correspondante est calculée en fonction de la teneur en valeur neutralisante (VN) du produit inscrite sur l'étiquette. Par exemple, pour apporter 1 000 unités de VN

“ L'implantation d'une prairie à base de légumineuses doit être anticipée, afin d'ajuster le statut chimique du sol et d'étaler l'éventuel chaulage sur deux ans. ”

avec un amendement calcaire cru dont la valeur neutralisante est de 55, il faudra épandre 1 820 kg (1 000/0,55) de ce produit par hectare.

Il existe plusieurs types d'amendement basiques. Les produits crus (calcaires...) se distinguent par leur finesse de mouture, du plus grossier (calcaire concassé) au plus fin (calcaire pulvérisé). Combinée à la dureté du carbonate, cette finesse de mouture détermine la vitesse de dissolution de

DOSAGE DE LA CHAUX : ajuster selon la capacité d'échange cationique du sol

Valeur de la CEC _{Metsou} (en meq/100 g ou cmole(c)/kg)	5	10	15
Unités neutralisantes/ha pour augmenter le pH de 0,5 unité	700	1400	2000

Tableau 1 : Quantités d'unités neutralisantes nécessaires pour augmenter le pH_{eau} de 0,5 unité sur la couche labourée (0-25 cm) en fonction de la CEC_{Metsou} et pour un pH_{eau} initial compris entre 5 et 6. Valeurs moyennes obtenues à partir d'expérimentations réalisées en France.

l'amendement, et donc sa vitesse d'action de neutralisation de l'acidité : plus un produit est fin, plus il agit rapidement. En raison de leur coût plus important, les produits de chaulage à action rapide seront choisis lorsque le redressement est urgent, c'est-à-dire pour un pH inférieur à 5,5 et quand le délai entre l'application et l'implantation de la culture est inférieur à 1 mois. Dans les autres situations avec travail du sol, l'utilisation d'amendements à vitesse d'action moyenne à lente est à privilégier.

Il faut ensuite tenir compte de l'exportation par la culture. Les légumineuses sont des espèces réputées plus acidifiantes en raison de leur mode d'alimentation azotée, principalement par fixation symbiotique de l'azote de l'air. De plus, la luzerne exporte 25 à 30 kg de CaO/t MS. Selon la situation pédoclimatique, 150 à 350 kg de CaO/ha/an doivent être apportés pour contenir l'acidification et répondre aux besoins des légumineuses.

Contrairement aux idées reçues, les effluents d'élevage, et notamment les fumiers et composts, ont tendance à accroître le pH. Dans les situations bénéficiant régulièrement d'apports de matière organique, l'apport de chaux pourra être revu à la baisse.

La manière la plus sûre d'ajuster les apports reste de procéder à une analyse de sol régulière (tous les 5 ans pour le pH) sur l'horizon travaillé et, si possible, toujours à la même période de l'année car le pH varie au cours de la saison.

Anthony Uijttewaal – a.ujttewaal@arvalis.fr

Didier Deleau – d.deleau@arvalis.fr

Il est important que la chaux soit incorporée de façon homogène sur les 10 à 15 premiers centimètres du sol.



Une source de protéines pour les monogastriques



Le dépelliculage améliore la valeur nutritionnelle des féveroles en valorisant davantage ses protéines et son énergie. La féverole dépelliculée est donc plus compétitive en particulier sur les marchés de l'alimentation animale sous cahier des charges (poules pondeuses, poulets label non OGM, pisciculture...).

La graine de féverole est une graine de légumineuse riche en protéines (25 % de la matière brute (MB)) et en amidon. Elle présente un profil en acides aminés essentiels complémentaire à celui des céréales, puisque riche en lysine et plus pauvre en acides aminés soufrés. La féverole est une culture à usages multiples. Elle peut être destinée à l'alimentation des ruminants et des monogastriques. Sa richesse en fibres et en facteurs antinutritionnels (tanins et vicine/convicine) peut cependant représenter un frein à son utilisation pour l'alimentation des volailles. Les tanins, composés résistants à la chaleur contenus dans les pellicules des graines de féveroles à fleurs colorées, réduisent la digestibilité des protéines de la ration et affectent les performances des monogastriques.

Améliorer la valeur nutritionnelle

Afin d'améliorer la qualité nutritionnelle des graines de féveroles et de faciliter son utilisation en formulation pour volailles, plusieurs pistes sont explorées. Si la recherche

variétale a permis la mise sur le marché de plusieurs variétés de féveroles à faibles teneurs en vicine et convicine, la mise au point de variétés à fleurs blanches (sans tanins) répondant à la fois à des critères agronomiques et de composition chimique reste compliquée. Plusieurs procédés technologiques ont été développés et testés pour améliorer la valeur nutritionnelle des féveroles. Parmi ceux-ci, le dépelliculage est un traitement mécanique simple et peu coûteux. Par l'élimination d'une grande partie des pellicules, les teneurs en constituants pariétaux peu digestibles par les monogastriques sont fortement diminuées et les teneurs en protéines et en amidon sont augmentées.

Deux essais de digestibilité ont été menés, en collaboration, par Terres Univia, OLEAD et l'INRA, pour évaluer la valeur nutritionnelle de cinq variétés de féveroles à fleurs colorées (Fabelle, Tiffany, Lady, Espresso et Fanfare), entières ou dépelliculées, chez le poulet de chair⁽¹⁾. Le dépelliculage permet d'augmenter les teneurs en protéines des féveroles de 1,5 à 4 points de matière sèche (MS), les différents

Dépelliculage et prix d'intérêt

Le Céréopa, Centre d'étude et de recherche sur l'économie et l'organisation des productions animales, a comparé l'intérêt de trois types de féveroles entières et dépelliculées dans les aliments composés. Cette étude a montré que le dépelliculage augmenterait le prix d'intérêt de la féverole de 35 à 90 €/t en fonction des tonnages disponibles sur le marché national et du contexte de prix de la protéine. Alors que les féveroles entières sont davantage utilisées dans les rations pour vaches laitières (plus de 70 %), le modèle Prospective Aliment du Céréopa suggère que le principal débouché des féveroles dépelliculées en France serait en premier lieu l'alimentation des volailles puis des porcins. La valorisation de cette matière première se ferait majoritairement en formulation non OGM.



lots présentant des aptitudes au dépelliculage différentes. Cette augmentation de la teneur en protéines s'accompagne d'une réduction des teneurs en fibres, allant de 3 à 8 points de cellulose en moins (sur MS). Le procédé augmente les valeurs d'énergie métabolisable (EMAn) selon des effets très variables, de 100 à 600 kcal/kg MS en fonction des féveroles. La digestibilité des protéines augmente également de 3 à 8 %. Les causes de cette variabilité ne sont pas bien connues, l'humidité et la taille des graines seraient des facteurs impactant le rendement et la qualité du dépelliculage. Une étape préalable de séchage des graines facilite la séparation des pellicules et de l'amande mais augmente la production de fines lors du dépelliculage.

Les résultats de ces essais récents viennent confirmer de précédents essais menés par l'INRA⁽²⁾ et l'UNIP ainsi que des travaux similaires réalisés en Nouvelle-Zélande⁽³⁾. L'analyse de l'ensemble des données disponibles a mis en évidence

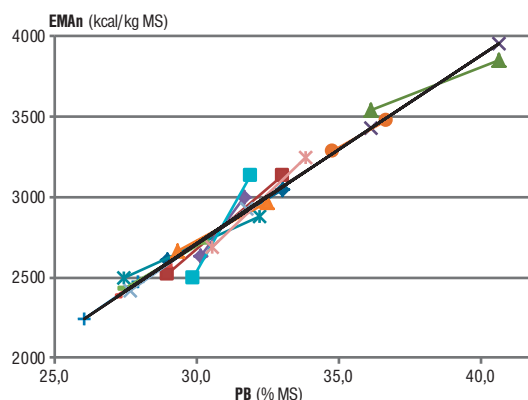


Figure 1 : Effet du dépelliculage sur l'énergie métabolisable apparente des féveroles chez le poulet de chair (résultats de méta analyse).

que l'augmentation d'un point de protéines (sur MS) par dépelliculage induirait une augmentation de 2,3 points de la digestibilité des protéines et de 120 kcal/kg MS de l'énergie métabolisable (figure 1).

La féverole, une alternative au soja

Grâce à l'amélioration de son profil nutritionnel la féverole dépelliculée apparaît donc comme une alternative intéressante à l'utilisation de tourteaux de soja dans les aliments pour monogastriques. Il est possible de formuler des aliments pour poulets de chair sans tourteau de soja, et en incorporant jusqu'à 35 % de féverole dépelliculée en phase croissance et 40 % en phase finition, sans altérer les performances de croissance⁽⁴⁾. Dans ce cas l'équilibre de la ration était obtenu par l'ajout de tourteaux de tournesol HiPro et de drêches de maïs pour compléter l'apport en protéines. Les pellicules éliminées lors du dépelliculage peuvent représenter 15 à 30 % du poids des graines en fonction des lots et de l'optimisation du procédé. Il s'agit d'une matière première riche en fibres indigestibles et pouvant contenir une certaine concentration en facteurs antinutritionnels. Elle peut néanmoins être valorisée en alimentation animale dans des rations riches en fibres (ruminants, lapins, truies...). La recherche de débouchés non alimentaire peut également être envisagée. Le dépelliculage de la féverole permet une meilleure valorisation de cette matière première grâce à l'amélioration de sa valeur nutritionnelle, notamment en protéines. La féverole dépelliculée constitue donc une nouvelle matière première dont le prix d'intérêt en alimentation animale est plus élevé que celui de la féverole classique, et dont les débouchés sont spécifiques (alimentation sous cahier des charges ou non OGM).

(1) Tormo et al., 2017. Digestibilité de la féverole entière ou dépelliculée chez le poulet de chair. Douzièmes journées de la recherche avicole et palmipèdes à foie gras.

(2) Lacassagne et al., 1991. The nutritional values of faba bean flours varying in their mean particle size in young chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 34 (1-2): 11-19.

(3) Nalle et al., 2010. Influence of dehulling on the apparent metabolizable energy and ileal amino acid digestibility of grain legumes for broilers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (7): 1227-1231.

(4) Tormo et al., 2016. Utilisation d'un mélange de pois et féverole dans l'alimentation de poulets de chair : effet du décorticage et de l'extrusion sur les performances de croissance. 1^{res} rencontres francophones sur les légumineuses.



© Terres Inovia



© L. Jung - Terres Inovia

Suivi de la qualité nutritionnelle et valorisation

Depuis quelques années, la valorisation de la fraction protéique des tourteaux de colza et de tournesol est devenue un enjeu majeur pour la filière oléagineuse française. D'une part en alimentation animale afin de réduire la part de soja importé dans les rations, d'autre part en alimentation humaine pour rechercher de nouveaux débouchés. Voici les résultats de l'observatoire de la qualité nutritionnelle de ces produits.

Depuis 2003, l'interprofession Terres Univia et l'institut technique Terres Inovia conduisent, en collaboration avec les tritrateurs français (Cargill et Saipol), l'observatoire de la qualité nutritionnelle des tourteaux de colza et de tournesol métropolitains. La conduite de cette enquête, réalisée en synergie avec celle sur la qualité des graines, apporte une meilleure connaissance de la qualité des tourteaux produits en France. L'objectif est de mieux les valoriser et de définir les besoins de recherche permettant d'améliorer leur qualité.

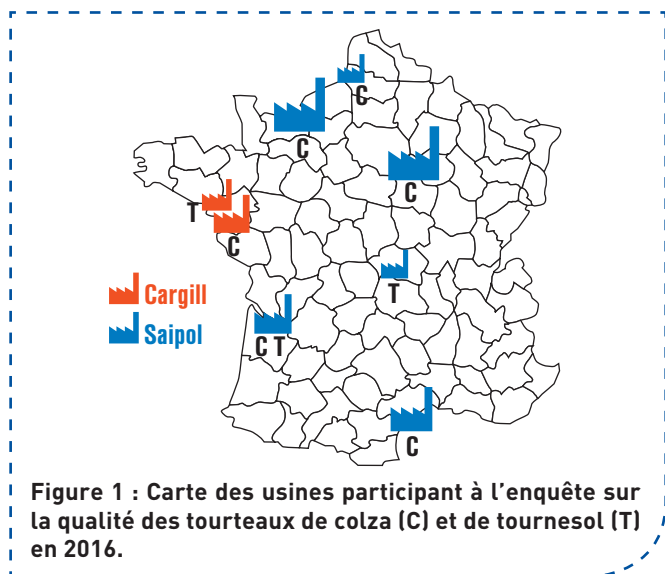
Pour la campagne 2015-2016, 1,1 million de tonnes de graines de tournesol et 4,5 millions de tonnes de graines de colza ont été triturées en France, produisant 580 000 tonnes de tourteau de tournesol et 2,6 millions de tonnes de tourteau de colza⁽¹⁾.

L'alimentation animale représente le principal débouché des tourteaux d'oléagineux. En aliments composés, le Cereopa⁽²⁾ estime (selon les résultats de son modèle Prospective Aliments) que le tourteau de colza aurait été utilisé durant

la campagne 2015-2016 pour 70 % dans des aliments bovins et pour 30 % dans des aliments porcins. Les tourteaux de tournesol sont utilisés de façon plus variée par les différentes espèces animales recherchant des sources de protéines associées à des fibres. Le tourteau de tournesol 36, dit HiPro, plus riche en protéines et plus faible en fibres, était majoritairement utilisé pour l'alimentation des volailles mais semble, aujourd'hui, de plus en plus attractif pour l'ensemble des espèces animales.

Les usines impliquées

Neuf sites de trituration ont participé à la collecte d'échantillons de tourteaux de colza et de tournesol depuis la création de l'observatoire (figure 1). Chaque mois, les usines participantes à l'enquête qualité envoient un échantillon de tourteau au laboratoire de Terres Inovia à Ardon, qui réalise les analyses selon des méthodes normalisées. Ces analyses comprennent les teneurs en matière sèche (MS), matières grasses (MG), protéines brutes (MAT), cellulose brute (CB)



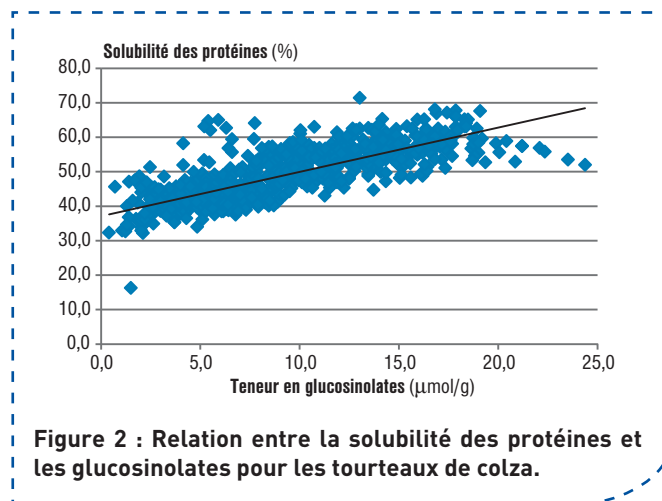
et en glucosinolates (GLS, pour les tourteaux de colza seulement) ainsi que la mesure de la solubilité des protéines (SolProt) dans la potasse et la digestibilité enzymatique (DE1, depuis 2010).

Suivi de la qualité des tourteaux de colza

Bien que des tendances soient observées sur l'ensemble des données collectées depuis 2002-2003, les teneurs en MS, en MG, en MAT et en CB apparaissent relativement stables avec une variabilité inter-sites faible, contrairement aux teneurs en GLS et aux valeurs de SolProt. Les teneurs en GLS des tourteaux sont fortement corrélées à la solubilité des protéines (figure 2) et à la DE1. Ces critères de qualité des tourteaux sont fortement impactés par le procédé de trituration, en particulier par l'étape de désolvantation. Les contraintes hydrothermiques appliquées lors de cette étape engendrent une dénaturation des protéines contenues dans les tourteaux. Ainsi les échantillons présentant les teneurs en GLS les plus faibles sont également les échantillons dont les protéines ont été le plus dénaturées par le procédé, comme le traduisent les valeurs de DE1, plus faibles sur tourteaux de colza que sur tourteaux de tournesol, dont les conditions appliquées lors de la désolvantation sont moins intenses. Ces critères sont également largement dépendants du site de trituration, témoignant ainsi des conditions de procédés propres à chaque unité, avec des variabilités inter-sites deux fois plus élevées que celles observées inter-campagnes.

Suivi de la qualité des tourteaux de tournesol

Depuis sa création, l'observatoire s'appuie sur la participation de cinq sites de trituration de tournesol (figure 1) distribuant des tourteaux de qualités variées en fonction du taux de décortiquage appliqué aux graines avant pressage. Si la plupart des sites fournissent des tourteaux de tournesol pailleux (type 29), le site de Lezoux applique un décortiquage partiel des graines et obtient un tourteau de type 32 tandis que le site de Bassens fournit un tourteau de type 36 (HiPro)



depuis 2013. Le degré de décortiquage des graines augmente les teneurs en protéines et réduit les teneurs en cellulose des tourteaux obtenus après trituration. L'évolution des teneurs moyennes en protéines au cours des campagnes précédentes (tournesol non-décortiqué et HiPro) est présentée dans la figure 3.

Les valeurs de solubilité des protéines obtenues sur les tourteaux de tournesol sont plus élevées et moins variables que celles obtenues sur tourteaux de colza en raison des conditions de désolvantation moins intenses.

L'analyse de la qualité des tourteaux de colza et de tournesol depuis la création de l'observatoire a mis en évidence une grande stabilité de la composition des tourteaux, laquelle est en accord avec les tables nutritionnelles de l'INRA-AFZ. Pour le tourteau de tournesol, la mise en place du décortiquage poussé dans l'usine de Bassens a permis de produire à grande échelle (plus de 200 000 t/an) un tourteau riche en protéines qui concurrence directement le tourteau de soja d'importation pour l'alimentation des volailles.

(1) Sources : Huileries et margarineries de France avec Douanes et FranceAgriMer
 (2) Centre d'étude et de recherche sur l'économie et l'organisation des productions animales

