

Valeur nutritive des associations céréales – protéagineux cultivées en agriculture biologique et utilisées pour la complémentation des ruminants

COUTARD J.P.

Chambre d'Agriculture de Maine et Loire – Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou " La garenne de la cheminée " 49220 Thorigné d'Anjou

RESUME - Dans les élevages de ruminants conduits en agriculture biologique, les associations céréales – protéagineux récoltées en grain constituent la principale source de complémentation énergétique des rations. L'objectif des éleveurs est de récolter un mélange productif, riche en légumineuses, en évitant la verse, et avec une bonne maîtrise des adventices. Dans six essais en petites parcelles, la valeur nutritive des associations a été comparée à celle des céréales cultivées pures, avec analyse de chaque constituant des associations. Les céréales cultivées pures en agriculture biologique, en situation de nutrition azotée limitante, ont une teneur en matières azotées très faible. Le triticale a une valeur nutritive proche du blé ; cette espèce rustique constitue la céréale par excellence de l'éleveur biologique. Les associations céréales - protéagineux constituent une solution pour produire un concentré plus riche en matières azotées. La teneur en matières azotées de la céréale associée augmente avec la proportion de protéagineux récoltés. L'association à privilégier pour la récolte en grain est l'association triticale – pois fourrager. La proportion de protéagineux récoltés est variable ; avec 35% de pois récoltés elle permet de produire un concentré équilibré à 90 – 95 g de PDIN/UFL. L'introduction d'avoine ne présente pas d'avantage. L'association blé 30 – pois protéagineux 70 permet également d'atteindre en moyenne cet objectif ; elle est par contre moins productive. Deux abaques ont été élaborés pour estimer la valeur nutritive de l'association binaire à partir du pourcentage de pois récoltés.

Cereal – legume nutritive value grown in organic farming used as supplement for ruminants

COUTARD J.P.

Chambre d'Agriculture de Maine et Loire – Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou "La garenne de la cheminée" 49220 Thorigné d'Anjou

SUMMARY - In ruminant organic farming, cereal-legume intercrops harvested as grain are the main source of energetic feed -supplementation. The farmers objectives are to harvest a highly productive mixture, rich in legumes, avoiding laying down and with a low pressure of weeds. In six small-field tests, the nutritive value of mixtures was compared to the cereal cultivated alone; each constituent of the mixture was analysed separately. Cereals cultivated alone in organic farming under restricted nitrogen conditions have a very low nitrogen level. The nutritive value of the triticale is close to wheat. This rustic species is the best cereal for organic farmers. Cereal - legume mixtures provide a solution to produce a concentrate rich in nitrogen. The nitrogen content of the associated cereal increased with the proportion of legume harvested. The best mixture for the grain harvesting was the triticale-field pea mixture (assas). The legume ratio was variable; with 35 % of pea harvested, the concentrate produced was balanced for a protein level with 90 - 95 PDI/UFL. The introduction of oat had no interest. The wheat 30- field pea 70 mixture also obtained this objective but had a lower yield. Two abacus were created to estimate the nutritive value of the binary mixture from the percentage of pea harvested.

INTRODUCTION

Dans les élevages de ruminants conduits en agriculture biologique, les associations céréales – protéagineux récoltées en grain constituent la principale source de complémentation énergétique des rations. Elles sont en général composées d'une ou deux espèces de céréales et d'une ou deux espèces de protéagineux. L'objectif des éleveurs est de récolter un mélange productif, riche en légumineuses, en évitant la verse, et avec une bonne maîtrise des adventices. Six essais en petites parcelles ont permis d'étudier la valeur nutritive de certaines associations.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. LES ESSAIS

Six essais en petites parcelles (dispositif bloc à 4 répétitions avec des parcelles élémentaires de 3 m sur 10) ont été réalisés de 2002 à 2008, sur la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou (49), conduite en agriculture biologique depuis sa création à l'automne 1998. Sur cette ferme, la fertilisation azotée repose totalement sur : la fixation symbiotique par les légumineuses, les apports de fumier et de compost, les restitutions au pâturage par le troupeau allaitant, et les rotations de longue durée (5 à 9 ans). Aucun

achat d'engrais organique azoté n'a été réalisé. Les associations céréales – protéagineux ont été comparées à des céréales cultivées pures avec le triticale (T) et le blé tendre (B) comme témoin. Les principales associations étudiées sont triticale – pois fourrager (TPf), triticale – avoine – pois fourrager (TaPf), et blé - pois protéagineux (BPp). Nous avons également testé les associations triticale précoce – pois protéagineux (TPp) et orge pois protéagineux (OPp), ainsi que l'introduction de vesce commune dans le mélange triticale – pois fourrager (TPfV). Ces essais permettent de comparer les valeurs nutritives toutes choses égales par ailleurs. Le choix du protéagineux associé est lié à la compatibilité des stades de récolte, et à la hauteur de végétation. Le pois fourrager nécessite un tuteur ; il est adapté à des mélanges à base de triticale, ou de triticale + avoine. Le pois protéagineux, est inadapté aux mélanges à base de triticale (sauf avec des variétés de triticale très précoces) ; son utilisation est à réserver à des mélanges à base de blé et d'orge. Les associations comportant des pois protéagineux sont composées en pourcentage des densités utilisées en culture pure ; sur blé nous avons étudié les associations blé 30 – pois 70 (B30Pp70) et blé 50 – pois 50 (B50Pp50). Comparativement à un blé pur semé à 330 g/m²

et un pois semé à 90 g/m², une association blé 30 – pois 70 est semée avec 110 g/m² de blé et 65 g/m² de pois.

1.2. LES ANALYSES REALISEES

Des prélèvements d'échantillons ont été effectués, lors de la récolte, sur 31 associations et 22 cultures pures. Pour les associations nous avons : 1) mesuré avec précision la proportion de chaque composante dans le grain récolté, 2) analysé séparément chaque espèce, 3) calculé la valeur nutritive du mélange au prorata de la contribution de chaque espèce. Cette approche a permis de quantifier les interactions entre espèces. L'hypothèse faite est celle de l'additivité des valeurs. Au total, 117 échantillons ont été analysés.

Les analyses ont concerné la teneur en matière sèche (MS), matières minérales, matières azotées totales (MAT), cellulose brute, matières grasses, Phosphore total (P), Calcium total (Ca), Magnésium total; la digestibilité enzymatique à la pepsine cellulase (dCO) (Aufrère *et al.*, 2007) a été utilisée pour prédire la digestibilité de la matière organique (dMO), en utilisant l'équation suivante : $dMO = 0,699 \times dCO + 22,6$, $R^2 = 0,96$, ETR = 3,2. Les valeurs énergétiques (UFL, UFV) et azotées (PDIA, PDIN, PDIE) ont été prévues conformément aux recommandations INRA (Baumont *et al.*, 2007). Les teneurs en phosphore et en calcium ont été exprimées en minéral absorbable (Meschy, 2007).

1.3. LA VALEUR PDIE DES POIS

Des essais sur jeunes bovins ont montré que la valeur PDIE des protéagineux, distribués aplatis, prédite par l'analyse est fortement sous estimée (Bastien *et al.*, 2004). Ces résultats sont cohérents avec des résultats de recherche sur la digestion des protéagineux (Remond *et al.*, 1997, Poncet *et al.*, 1999). Dans les résultats présentés la valeur PDIE des pois a été corrigée (PDIEc.) sur la base de l'écart constaté dans les essais zootechniques.

1.4. ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses de variance ont été réalisées en dispositif bloc avec 3 à 5 répétitions; les moyennes ont été comparées avec le test de Newman Keuls au seuil de 5%.

2. RESULTATS

2.1. LES CEREALES

Le triticale est la céréale par excellence de l'éleveur biologique; cette céréale est productive en grain et en paille; elle supporte des conditions de milieu difficiles et est peu sensible aux maladies; elle constitue un bon tuteur pour les protéagineux, et offre une couverture du sol favorable à la maîtrise des adventices. Sur l'ensemble des essais variétés réalisés sur la ferme expérimentale, l'écart moyen de productivité en faveur du triticale par rapport au blé est de 6 q/ha (+13%). La teneur en MAT des céréales cultivées en agriculture biologique varie beaucoup (de 90 à 140 g/kg MS). En absence de fertilisation minérale, la nutrition azotée de la céréale est souvent limitante (environ 6 fois sur 10 sur la ferme expérimentale). Dans ces conditions, la teneur en MAT et la valeur PDIN sont très faibles (en moyenne environ 65 PDIN/kg MS), la digestibilité et la valeur énergétique de la céréale sont légèrement plus faibles (-0.02 à -0.03 UFL/kg MS). Cela justifie l'utilisation privilégiée des cultures associées. Dans les 5 essais comparatifs blé vs triticale, avec des variétés productives (tableau 4), la digestibilité et la valeur énergétique du triticale sont inférieures respectivement de 1 point de digestibilité et de 0,02 UFL/kg de MS; ces écarts sont significatifs mais faibles. La teneur en MAT et les valeurs PDI sont comparables. La teneur en P du triticale est plus élevée de 0,5 g/kg MS.

2.2. LES ASSOCIATIONS

2.2.1. Productivité des associations

La productivité par ha des cultures associées est fréquemment inférieure à celle du triticale. Elle est exprimée en base 100 du triticale cultivé pur (tableau 1). La variabilité selon les années est importante. Deux associations testées trois ans ont en moyenne une production comparable à la culture pure : TPf et TaPf avec le pois fourrager semé à la densité de 20 g/m². L'augmentation de la densité de protéagineux semés se traduit en moyenne par une baisse des rendements.

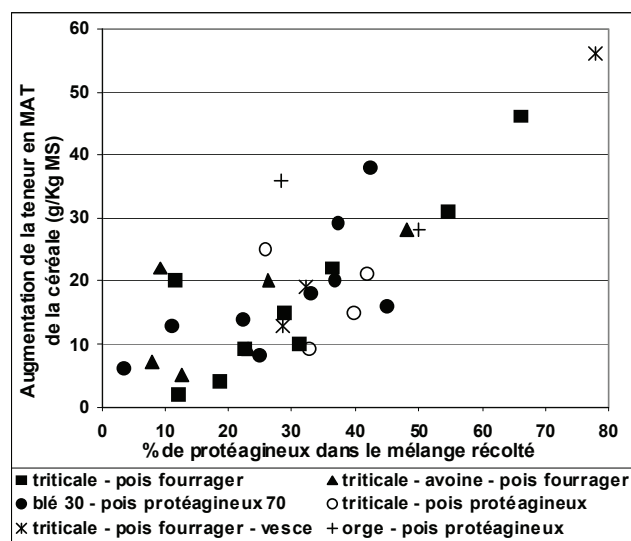
2.2.2. Proportion de protéagineux récoltés

La proportion de protéagineux récoltés varie beaucoup (tableau 1); elle augmente avec la densité semée mais avec une variabilité très importante. Les proportions les plus faibles ont été constatées en 2003 à la suite d'un gel partiel des protéagineux. " Avec les associations on sait ce que l'on sème, et on constate ce que l'on récolte ". Les associations TPf et TaPf, avec le pois fourrager semé à 20 g/m², et les associations céréale 30 – pois protéagineux 70 produisent en moyenne un concentré comportant environ 35% de pois.

2.2.3. Incidence de la présence de protéagineux sur la valeur nutritive de la céréale associée

L'augmentation de la valeur azotée des associations est liée au cumul de deux facteurs : 1) la valeur azotée plus élevée des protéagineux, 2) l'incidence de la présence de protéagineux sur la valeur azotée de la céréale associée. La teneur en MAT de la céréale associée augmente avec la proportion de protéagineux récoltés. Cette augmentation est constatée sur triticale, blé et orge. (figure 1).

Figure 1 Augmentation de la teneur en MAT de la céréale en fonction du pourcentage de protéagineux récolté (6 essais réalisés de 2002 à 2008)



Le rythme moyen d'augmentation est d'environ 6 g de MAT/kg de MS par tranche de 10% de protéagineux. Pour l'association triticale – pois, l'augmentation de la teneur en MAT de la céréale (D MAT) en fonction du pourcentage de protéagineux (%P) est de : $D MAT = 0,59 \times \%P$ ($R^2 = 0,75$). Lorsque la proportion de protéagineux est élevée, la teneur en MAT de la céréale peut parfois atteindre 150 g/kg MS. La céréale est plus compétitive pour l'azote minéral du sol que le protéagineux en raison d'une croissance racinaire plus rapide et de besoins supérieurs en début de cycle. Cette forte compétitivité de la céréale stimule la fixation symbiotique par le protéagineux associé.

2.2.4. Les protéagineux associés

Dans les essais réalisés, le pois fourrager a une digestibilité de trois points inférieure à celle du pois protéagineux et une valeur énergétique inférieure de 0,05 UFL/kg MS (tableau 2). Les teneurs en MAT et les valeurs PDI sont comparables.

Tableau 1 Rendements, % de protéagineux, et valeur PDIN des différentes modalités comparées

Culture	Nb (a)	Rendement			Protéagineux			PDIN		
		base 100 triticale			% dans la récolte			/kg MS		
		Moy	mini	maxi	Moy	mini	maxi	Moy	mini	maxi
triticale culture pure	6	100			0			72	59	90
blé culture pure	5	93	81	104	0			70	60	91
orge culture pure	2	59	55	62	0			64	64	64
triticale - pois fourrager (15 g/m ²)	3	85	71	95	14	12	19	98	92	104
triticale - avoine (60 g/m ²) - pois fourrager (15g/m ²)	3	90	82	99	10	8	13	88	75	102
triticale - pois fourrager (20g/m ²)	3	100	92	110	35	22	55	106	97	121
triticale - avoine (30 g/m ²) - pois fourrager (20 g/m ²)	3	100	90	111	32	23	48	103	95	115
triticale - pois fourrager (30 g/m ²)	3	94	85	102	45	31	66	118	104	140
triticale - pois fourrager (20 g/m ²) - vesce (20 g/m ²)	3	86	76	95	46	29	78	133	110	173
blé 30 - pois protéagineux 70 (65 g/m ²)	5	84	65	98	34	11	45	108	92	134
blé 50 - pois protéagineux 50 (45 g/m ²)	3	92	86	105	17	4	25	95	81	118
triticale précoce 30 - pois protéagineux 70 (65 g/m ²)	3	77	66	98	36	26	42	112	98	133
orge 30 - pois protéagineux 70 (65 g/m ²)	2	55	52	59	34	26	42	101	98	104

(a) nombre d'années d'essais

les données entre parenthèse correspondent aux densité de semis en grains par m²

Dans les trois essais comportant de la vesce commune, la teneur en MAT de la vesce commune est beaucoup plus élevée que celle du pois fourrager (+ 98 g/kg MS) et la valeur PDIN est plus élevée de 53 g/kg MS. La valeur énergétique des deux protéagineux est comparable. La teneur en phosphore de la vesce est nettement plus élevée (tableau 2). Malgré l'intérêt zootechnique de ce protéagineux, son utilisation en récolte en grain est limitée par les risques de verse et d'égrenage en fin de cycle. La teneur en MAT des pois varie également beaucoup selon les conditions climatiques des essais (230 à 300 g MAT/kg MS). Elle varie dans le même sens que la MAT de la céréale cultivée pure. Lorsque les disponibilités en azote minéral du sol sont plus importantes la teneur en MAT des pois est élevée.

Cela nous a conduit pour les 3 essais suivants à baisser la densité d'avoine semée (30 g/m² au lieu de 60) et à augmenter la densité de protéagineux (20 g par m² au lieu de 15) ; dans ces essais, la proportion de pois récoltée est plus importante et le concentré produit équilibré (en moyenne 93 g PDIN/UFL avec 35% de pois). Globalement, la présence d'avoine ne présente pas d'intérêt car : 1) elle ne permet pas d'amélioration significative du rendement, 2) elle risque de faire chuter la valeur énergétique du concentré récolté, 3) elle tend à faire légèrement baisser la proportion de protéagineux récoltés dans 5 essais sur 6 (en moyenne de 4%) . Dans les associations à base de triticale, l'augmentation de la densité de protéagineux semés, au delà de 20 grains par m², s'accompagne en moyenne : 1) d'une augmentation de la densité de protéagineux récoltés et de la valeur azotée du mélange, 2) d'une baisse des rendements, 3) et d'un fort risque de verse, particulièrement avec l'utilisation de vesce. Pour éviter la verse, la densité de pois fourrager semés doit donc, dans les conditions de Thorigné d'Anjou, être limitée à 20 grains par m².

Tableau 2 Valeur nutritive des protéagineux associés

Nombre d'essais	5 (2002-2008)				3 (2006-2008)			
	pois fourrager		pois protéag.		pois fourrager		vesce commune	
Nb échantillons	16		23		3		3	
Variétés	ASSAS		LUCY, ISARD		ASSAS		CORAIL	
Critère	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET
MAT g/kg MS	257	25	251	23	254	13	352	13
dMO %	86,1	1,2	89,1	0,8	86,5	0,4	87,4	0,5
UFL /kg MS	1,15	0,01	1,20	0,01	1,14	0,02	1,14	0,01
UFV /kg MS	1,15	0,01	1,21	0,02	1,14	0,01	1,12	0,01
PDIN g/kg MS	162	15	158	4	160	8	213	8
PDIE g/kg MS	94	2	95	2	95	2	107	1
PDIE c. g/kg MS	134	3	136	3	134	3	107	1
P abs g/kg MS	3,1	0,7	3,3	0,4	3,2	0,3	4,4	0,8
Ca abs g/kg MS	0,5	0,0	0,5	0,1	0,5	0,0	0,5	0,1

Moy (moyenne) , ET (écart-type)

2.2.5. Triticale – pois fourrager et triticale – avoine – pois fourrager

Six essais ont permis de comparer les TPf et TAPf. Dans les trois premiers, le pois était semé à la densité de 15 g/m² et l'avoine à la densité de 60 g/m² ; dans les trois suivants le pois fourrager était semé à la densité de 20 g/m² et l'avoine à la densité de 30 g/m² (tableau 3). Dans les trois premiers essais, la proportion de protéagineux récoltée est faible. Cela s'explique pour partie par le gel partiel de 2003 et par la densité de semis modeste du pois fourrager. Dans l'association TAPf la forte présence d'avoine s'est traduite par une baisse sensible de la valeur énergétique du mélange récolté (-0.07 UFL/kg MS) expliquée par une valeur énergétique de l'avoine inférieure de 0.26 UFL/kg MS à celle du triticale.

Tableau 3 Valeur nutritive du triticale pois fourrager et du triticale – avoine – pois fourrager

Nb d'essais	3			Ecart		3			Ecart	
	2002, 2003, 2005			T/	TP/	2006, 2007, 2008			T/	TPf/
Nature	T	TPf	TaPf	TPf	TaPf	T	TPf	TaPf	TPf	TaPf
Rendt q/ha	56,3	48,0	51,0			46,1	46,6	46,5		
Avoine %			27,2					8,0		
Pois %		14,0	9,9			35,3	32,4			
MAT g/kg MS	119	146	137	S	NS	102	167	162	S	NS
dMO %	86,9	86,8	81,4	NS	S	86,8	87,0	85,6	NS	NS
UFL /kg MS	1,14	1,14	1,06	NS	S	1,13	1,14	1,12	NS	NS
UFV /kg MS	1,14	1,14	1,04	NS	S	1,13	1,14	1,12	NS	NS
PDIN g/kg MS	77	95	88	S	S	66	106	103	S	NS
PDIE c. g/kg MS	96	103	94	S	S	94	111	107	S	NS
P abs g/kg MS	2,8	3,0	2,8	NS	NS	3,1	3,3	3,2	NS	NS
Ca abs g/kg MS	0,2	0,3	0,4	S	NS	0,2	0,3	0,3	NS	NS

2.2.6. Blé – pois protéagineux

L'association B30Pp70 (tableau 4) est moins productive que le triticale (en moyenne de 16%) ; elle permet en moyenne de produire un concentré équilibré (92 g PDIN/UFL), avec une bonne valeur énergétique (1,18 UFL/kg MS). Le blé associé obtient, comparativement au blé pur, une teneur en MAT et une valeur PDIN plus élevée (respectivement + 22 g de MAT et + 15 g de PDIN / kg de MS). L'association B50Pp50 obtient logiquement une plus faible proportion moyenne de protéagineux (17 vs 34%) ; sa productivité et sa valeur nutritive sont intermédiaires entre la culture pure et l'association B30Pp70.

Les autres associations céréale 30 – pois protéagineux (T30Pp70, O30Pp70) se sont avérées décevantes au niveau de leur productivité par hectare. La baisse de rendement consécutive à la culture associée est beaucoup plus importante avec le triticale précoce qu'avec le blé.

Tableau 4 Valeur nutritive du triticale, du blé et de l'association blé 30 – pois protéagineux 70

Nb essais	5 (2002, 2003, 2005, 2007, 2008)						Ecart	
	T		B		B30Pp70		B/T	BP/B
Critère	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET		
Rendit q/ha	55,1	4,9	51,3	8,6	46,3	6,4		
Pois %					33,7	13,6		
MAT g/kg MS	111	19	105	20	168	26	NS	S
dMO %	86,6	0,9	87,6	0,6	88,5	0,6	S	S
UFL /kg MS	1,13	0,02	1,15	0,02	1,18	0,02	S	S
UFV /kg MS	1,13	0,03	1,15	0,02	1,18	0,02	S	S
PDIN g/kg MS	72	13	70	13	108	16	NS	S
PDIE c. g/kg MS	95	4	98	5	114	6	NS	S
P abs g/kg MS	2,9	0,2	2,5	0,1	2,8	0,3	S	S
Ca abs g/kg MS	0,2	0,0	0,2	0,0	0,3	0,1	NS	S

Moy (moyenne), ET (écart -type), Rendt (rendement)

3. DISCUSSION

3.1. COMPARAISON AVEC LES NORMES INRA

Comparativement aux tables INRA (Baumont *et al.*, 2007, Sauvant *et al.*, 2004) : 1) les céréales biologiques récoltées en situation de nutrition azotée limitante ont une valeur énergétique (-0,04 UFL) et une teneur en matières azotées (-17 g de PDI/kg MS) plus faibles notamment sur blé ; en situation favorable les écarts sont beaucoup plus faibles. 2) le pois fourrager a une digestibilité et une valeur énergétique plus faible (-5.9 points de digestibilité et -0,06 UFL/kg MS), une teneur en MAT et une valeur PDIN légèrement plus élevée (+ 18 g MAT et + 12 g de PDI/kg MS) ; sur pois protéagineux les écarts constatés sont faibles. 3) La teneur en Ca des céréales récoltées sur la ferme expérimentale est plus faible. (-0, 4 à -0,5 g/kg MS sur triticale et blé) ; la nature des sols de la ferme expérimentale constitue une hypothèse explicative.

3.2. VARIABILITE DU POURCENTAGE DE POIS

Nous poursuivons les essais pour mieux comprendre les facteurs de variation de la très forte variabilité de la proportion de pois récoltés.

3.3. RECOMMANDATIONS

Pour estimer la valeur nutritive des associations, nous conseillons dans les conditions du terrain, de prélever des échantillons dans chaque remorque, de constituer après brassage un échantillon moyen par parcelle et de le trier pour déterminer la proportion de protéagineux (les associations binaires se trient facilement avec un tamis). Les analyses de laboratoire posent en effet deux problèmes : 1) la représentativité des échantillons, 2) le choix des hypothèses pour le calcul des valeurs UF et PDI par le laboratoire, lorsque la proportion des composantes n'est pas connue. Une valeur nutritive indicative est proposée dans les abaques des tableaux 5 et 6 ; ces abaques sont valables dans les conditions de nutrition azotée limitante de la céréale cultivée pure. Les résultats sont exprimés par kg brut standardisé à 86% de matière sèche ; entre un triticale et une association avec 60% de pois fourrager l'écart de valeur PDIN est de 55 g par kg brut. L'écart maximum entre la prévision et les résultats observés est de 0.02 UFL et de 5 g de PDIN par kg brut.

Tableau 5 Valeur nutritive de l'association triticale – pois fourrager (par kg brut à 86% MS)

pois %	0	10	20	30	40	50	60
MAT g/kg	86	103	120	135	149	163	175
UFL /kg	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99
UFV /kg	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98
PDIN g/kg	56	67	77	87	95	103	111
PDIE c. g/kg	80	84	88	92	96	100	103
P abs g/kg	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6
Ca abs g/kg	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4

Tableau 6 Valeur nutritive de l'association blé – pois protéagineux (par kg brut à 86% MS)

pois %	0	10	20	30	40	50
MAT g/kg	83	101	118	133	148	161
UFL /kg	0,98	0,99	1,00	1,01	1,01	1,02
UFV /kg	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,02
PDIN g/kg	56	67	77	87	95	104
PDIE c. g/kg	83	87	91	96	99	103
P abs g/kg	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5
Ca abs g/kg	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3

CONCLUSION

Les céréales cultivées pures en agriculture biologique, en situation de nutrition azotée limitante, ont une teneur en matières azotées et une valeur énergétique faible. Le triticale a une valeur nutritive proche du blé. Cette espèce rustique constitue la céréale de l'éleveur biologique. Les associations céréales - protéagineux constituent une solution pour produire un concentré plus riche en matières azotées. La présence de protéagineux contribue à la nutrition azotée de la céréale. L'association à privilégier pour la récolte en grain est l'association triticale – pois fourrager. La proportion de protéagineux récoltée est variable. Avec 35% de pois, elle permet de produire un concentré équilibré à 90 – 95 g de PDIN/UFL. L'introduction d'avoine ne présente pas d'avantage. L'association blé 30 – pois protéagineux 70 permet également d'atteindre en moyenne cet objectif ; elle est par contre moins productive. Deux abaques ont été élaborés pour estimer la valeur nutritive de l'association binaire à partir du pourcentage de pois récoltés.

Ces essais ont été réalisés avec la participation financière du département de Maine et Loire et 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
Bastien D., Farrie J.-P., Hardy A., Chaigneau F., Le Pichon D., Renon J., 2004. Renc. Rech. Ruminants, 11, 177
Baumont R., Dulphy J.-P., Sauvant D., Meschy F., Aufrère J., Peyraud J.-L., 2007. in Alimentation des bovins, ovins et caprins. Editions Quae, 149-179
Meschy F, 2007. INRA Prod.Anim. 20(2), 119-128
Poncet C., Remond D., Le Guen M.-P., 1999. Renc. Rech. Ruminants, 6, 111
Remond D., Aufrère J., Bernard L., Poncet C., Peyronnet C., 1997. Renc. Rech. Ruminants, 4, 133-136
Sauvant D., Perez J.-M., Tran G., 2004. Table de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. INRA-AFZ