

EFFET DE L'ADDITION DE AVIZYME 1300 SUR LA VALEUR ALIMENTAIRE DE RÉGIMES À BASE DE BLÉ CHEZ LE POULET DE CHAIR ET LA POULE PONDEUSE

B. BARRIER-GUILLOT¹, M. BEDFORD², J.P. MÉTAYER¹, F. GROSJEAN¹, F. GATEL¹

(1) ITCF - 91720 BOIGNEVILLE, FRANCE

(2) Finnfeeds International Ltd, Market House, Ailesbury Court, High Street, Marlborough, Wiltshire, SN8 1AA, UK

Alors que les premières études concernant l'addition d'enzymes à des aliments pour volailles ont tout d'abord surtout concerné l'orge notamment du fait de sa forte teneur en β -glucanes solubles, la mise au point et la commercialisation d'enzymes microbiennes concernant le blé n'ont été réalisées que dans un passé plus récent. En fait, il n'a été démontré que récemment que les arabinoxylyanes du blé pouvaient exercer une activité antinutritionnelle rappelant celle des β -glucanes, en particulier sur jeunes oiseaux. Quant aux données concernant les volailles adultes, elles sont par contre beaucoup plus rares.

La variabilité de la valeur alimentaire du blé cultivé en France semble moins importante que celle décrite dans d'autres pays comme l'Angleterre, le Canada ou l'Australie, du fait probablement de conditions climatiques meilleures et plus homogènes. Ceci explique peut-être pourquoi les données disponibles sur l'effet de l'addition d'enzymes à des régimes à base de blé sont encore moins nombreuses en France qu'à l'étranger. C'est pourquoi nous avons testé l'effet de l'addition d'une préparation enzymatique à base de xylanases sur la valeur alimentaire de régimes à base de blé cultivés en France, à la fois chez le poulet de chair et chez la poule pondeuse.

I. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. MATIÈRES PREMIÈRES

Quatre lots de blés des récoltes 1993 et 1994 ont été retenus et testés sur poulets de chair : un mélange commercial (BM) récolté en 1993 (essentiellement à base de la variété Soissons), trois lots de variétés pures récoltées en 1994 : Soissons (BS), Thésée (BT) et Futur (BF). Les variétés Soissons et Thésée sont très largement répandues en France puisque avec respectivement 39 et 5 % des surfaces cultivées en blé, elles sont les premières et troisièmes variétés les plus cultivées en 1994. A l'opposé, la variété Futur n'est pratiquement plus cultivée en France, mais elle présente habituelle-

ment une teneur élevée en arabinoxylyanes, et elle est également caractérisée par des viscosités in vitro importantes. Dans l'essai sur poules pondeuses, les mêmes lots de variétés Soissons (BS) et Futur (BF) que dans l'essai sur poulets sont testés.

Une analyse fourragère classique est réalisée sur les quatre lots de blés. La teneur en arabinoxylyanes solubles et la viscosité capillaire d'un extrait aqueux sont également déterminées sur ces blés selon Saulnier et al. (1995).

2. ESSAI SUR POULETS DE CHAIR

2.1 Les aliments expérimentaux

Les quatre lots de blés sont testés et comparés à un lot de maïs dans des régimes de composition centésimale identique (tableau 1). Les céréales sont incorporées à 62% dans des régimes relativement simples (tourteau de soja, gluten, acides aminés, minéraux et vitamines). Des acides aminés de synthèse sont ajoutés de manière à couvrir les besoins des animaux. Par contre, du fait d'une formulation identique, les régimes à base de maïs et de blé ne sont pas iso énergé-

tiques et iso protéiques. Chacun des régimes à base de blé est supplémenté ou non par une préparation enzymatique à base de xylanases (AVIZYME 1300, Finnfeeds International), à raison de 1g/kg.

Neuf régimes sont donc testés au total, un régime à base de maïs, et quatre régimes à base des quatre lots de blés supplémentés ou non en xylanases, ces régimes ne différant entre eux que par la céréale et/ou l'addition d'enzymes.

Les régimes sont granulés à la vapeur (60°C) avant d'être distribués aux animaux.

Tableau 1 : COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES PRÉVISIONNELLES DES ALIMENTS POUR POULETS

RÉGIME	MAÏS	BS	BM	BT	BF
Composition (%)					
Maïs	62,00	-	-	-	-
Blé Soissons (BS)	-	62,00	-	-	-
Blé Mélange (BM)	-	-	62,00	-	-
Blé Thésée (BT)	-	-	-	62,00	-
Blé Futur (BF)	-	-	-	-	62,00
Tourteau soja 48	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90
Gluten 60	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Huile	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
L-Lysine	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
DL-Méthionine	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Carbonate de calcium	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Phosphate bicalcique	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
COV	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Caractéristiques prévisionnelles (g/kg)					
Matière sèche	881,1	886,5	881,1	892,0	888,8
EMAn (kcal/kg)	3 100	2 900	2 885	2 920	2 910
MAT	201,4	214,3	216,7	214,3	215,0
Lysine	11,2	11,6	11,7	11,6	11,7
Méthionine	5,6	5,5	5,5	5,5	5,5
Méthionine+Cystine	9,0	9,3	9,3	9,3	9,3
Thréonine	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
Tryptophane	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5
Calcium	9,3	9,6	9,6	9,6	9,6
Phosphore total	6,5	6,7	6,8	6,7	6,8
Phosphore disponible	3,5	4,2	4,2	4,2	4,2

2.2 Conduite expérimentale

220 poussins mâles de souche ISA JV15, âgés d'un jour, sont placés au sol en poussinière et élevés pendant 14 jours avec un aliment démarrage commercial.

A J15, tous les poulets sont pesés et 144 animaux de poids homogènes sont mis en cages (72 cages de 2). Ils reçoivent leur aliment expérimental (phase d'adaptation) jusqu'à J21 (8 cages de 2 poulets pour chacun des 9 régimes). A J17, les fientes sont collectées pendant 3.5 heures consécutives, sur lesquelles sont déterminées immédiatement leur teneur en matière sèche (dans le but de limiter au maximum l'évaporation d'eau).

Les animaux sont ensuite mis à jeûn à J21 pendant 17 heures, puis sont alimentés ad libitum pendant 55 heures avant d'être mis à jeûn de nouveau pendant 17 heures. Les fientes sont alors collectées toutes les 24 heures pendant ces trois derniers jours. Lors de chaque collecte, les plumes et les écailles sont séparées des fientes. Les excréta sont regroupés par animal, pesés et placés dans un congélateur à -20°C, avant d'être lyophilisés, pesés, broyés et tamisés. Un échantillon est ensuite prélevé pour les analyses biochimiques.

Pendant toute la durée de l'essai, les poulets ont accès à l'eau à volonté. La consommation d'eau par cage est mesurée pendant la période du bilan (de J22 à J24).

Les poulets reçoivent à nouveau leur aliment expérimental de J25 à J28. Les animaux sont alors pesés, puis sacrifiés. La viscosité des contenus jéjunaux est mesurée immédiatement après le sacrifice.

2.3 Variables mesurées et calculées

Les performances zootechniques (croissance, consommation, IC) sont enregistrées pendant toute la période où les poulets sont en cages et reçoivent les aliments expérimentaux (J15 à J28).

La matière sèche des fientes fraîches est déterminée à J17. Pendant la période du bilan, la consommation d'eau est enregistrée permettant de calculer le rapport eau consommée/aliment ingéré. La quantité de matière sèche excrétée et la matière sèche mesurée des fientes fraîches permettent de calculer la quantité d'eau excrétée.

Sur les aliments sont calculées, la rétention de matière sèche, l'EMA, l'EMAn après correction selon le bilan azoté (Hill et Anderson, 1958), la digestibilité apparente de l'azote (Terpstra et de Hart, 1974) et la rétention du phosphore.

La viscosité des contenus jéjunaux est déterminée à l'aide d'un viscosimètre Brookfield (modèle DV II +) à 25°C selon Bedford et Classen (1993).

3 ESSAI SUR POULES PONDEUSES

3.1 Aliments expérimentaux

Les deux lots de blé (Soyssons et Futur) sont introduits à 64.5 % dans des régimes expérimentaux, dont la composition est présentée dans le tableau 2. Tout comme pour les poulets, les régimes expérimentaux sont relativement simples et sont formulés pour couvrir les besoins des animaux ; ils ne diffèrent en composition que par le blé utilisé, et sont supplémentés ou non par une préparation enzymatique à base de xylanases (1g/kg, AVIZYME 1300, Finnfeeds International). Ces aliments sont distribués aux poules pondeuses de l'âge de 22 semaines à l'âge de 45 semaines.

A partir de 46 semaines d'âge, les pondeuses reçoivent un deuxième type d'aliment, de profil globalement comparable au premier, mais légèrement moins riche en énergie (-50 kcal/kg MS), en protéines et acides aminés, en phosphore et un peu plus concentré en calcium de manière à être assez proche des besoins des animaux (tableau 2). En conséquence, le taux d'incorporation du blé passe de 64.5 % à 68.0 %.

Tous les aliments sont présentés en farine.

3.2 Conduite expérimentale

40 poules pondeuses (Warren Isa Brown) reçoivent leurs aliments expérimentaux (10 animaux par régime) à l'âge de 22 semaines, et ceci tout au long du cycle de ponte. Chaque poule reçoit donc le même aliment pendant toute la durée de l'essai, y compris après le changement de formule à la 46ème semaine d'âge. Plusieurs bilans successifs sont effectués à intervalles réguliers, toutes les 4 semaines en début de ponte, puis toutes les 8 semaines. Le premier bilan est effectué à l'âge de 23 semaines, un minimum d'une semaine d'adaptation étant recommandé chez la poule pondeuse avant toute mesure de bilan digestif (ITCF, 1994, non publié). Les bilans ont donc été effectués aux âges de 23, 27, 35, 43, 51 et 59 semaines.

Pour chacun des bilans, les poules pondeuses sont d'abord mis à jeûn pendant 17 heures. Elles reçoivent ensuite leurs aliments expérimentaux pendant 103 heures (soit 4 jours et 7 heures), avant d'être de nouveau mis à jeûn pendant 17 heures. Les fientes sont collectées toutes les 24 heures pendant les 5 jours du bilan, et sont traitées de façon identique à celle décrite dans l'essai sur poulets de chair. De même, lors de chaque bilan, sont mesurées la consommation d'eau ainsi que la matière sèche des fientes fraîches sur une collecte de courte durée (3.5 heures).

Les performances de ponte sont enregistrées sur la totalité de l'essai.

Tableau 2 : COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES PRÉVISIONNELLES DES ALIMENTS POUR POULES PONDEUSES

ÂGE	22 à 45 SEMAINES		46 à 59 SEMAINES	
RÉGIME	BS	BF	BS	BF
Composition (%)				
Blé Soissons (BS)	64,50	-	68,00	-
Blé Futur (BF)	-	64,50	-	68,00
Tourteau soja 48	20,80	20,80	17,70	17,70
PX1	1,50	1,50	1,50	1,50
Huile	3,60	3,60	2,50	2,50
DL-Méthionine	0,07	0,07	0,08	0,08
Carbonate calcium	7,63	7,63	8,62	8,62
Phosphate bicalcique	0,90	0,90	0,60	0,60
COV	1,00	1,00	1,00	1,00
Caractéristiques prévisionnelles (g/kg)				
Matière sèche	889,2	891,6	888,3	890,8
EMAn (kcal/kg)	2 785	2 790	2 725	2 730
MAT	171,3	172,0	161,2	161,2
Lysine	8,2	8,2	7,4	7,5
Méthionine	3,7	3,7	3,7	3,7
Méthionine+Cystine	6,8	6,8	6,7	6,7
Thréonine	6,0	6,0	5,6	5,6
Tryptophane	2,2	2,2	2,1	2,1
Calcium	34,9	34,9	38,0	38,0
Phosphore total	4,9	5,0	4,3	4,3
Phosphore disponible	2,8	2,9	2,4	2,4

3.3 Variables mesurées ou calculées

Exceptée la détermination de la viscosité jéjunale, les variables mesurées ou calculées sont identiques à celles de l'essai sur poulets.

II. RÉSULTATS-DISCUSSION

1. MATIERES PREMIERES

L'analyse chimique des 4 blés est présentée dans le tableau 3.

Les quatre lots de blé présentent des caractéristiques très proches pour les constituants classiques majeurs : MAT, fibres insolubles, amidon, matières grasses, matières minérales. Par contre, BS, BT et BF se distinguent nettement au niveau de leurs teneurs en arabinoxylanes solubles avec respectivement des valeurs de 4.4, 6.4 et 9.8 g/kg MS, confirmant que la variété Futur a bien des teneurs en arabinoxylanes supérieures aux autres variétés cultivées en France. Ces trois lots de blé BS, BT et BF se distinguent également en matière de viscosité de leur extrait aqueux avec respectivement 1.52, 1.90 et 2.99, ce qui est en accord avec les travaux de Saulnier et al. (1995). De plus,

il se confirme que BM, avec des valeurs faibles, est à base de Soissons.

Toutefois, il est peut-être hasardeux ou prématuré de vouloir imputer l'augmentation de la viscosité observée de BS à BF uniquement à l'augmentation de la teneur en arabinoxylanes solubles. En effet, si ces derniers sont connus pour exercer des propriétés de viscosité, donc avec une expression probablement d'autant plus importante que leur concentration est élevée, il est également admis que ces propriétés de viscosité dépendent également de la structure de la molécule, et par conséquent de l'arrangement des monomères et de leur fréquence le long de cette molécule. A cet effet, on peut observer que, si à la fois les teneurs en arabinose et en xylose augmentent de BS à BF, cette augmentation est beaucoup plus forte pour le xylose (x2.8) que pour l'arabinose (x1.7). Le rapport arabinose/xylose varie alors de 1.10 pour BS (il y a donc

plus d'arabinoses en substitution que de xyloses présents sur la chaîne principale) à 0.63 pour BF. Les résultats de viscosité dépendent donc également de ce rapport arabinose/xylose. Campbell et al. (1991) observent également qu'une variété de seigle particulièrement visqueuse est caractérisée par un faible

ratio arabinose sur xylose de leurs arabinoxylanes solubles. De même, Annison et al. (1995) observent des différences très importantes de viscosité d'extraits d'arabinoxylanes issus de son de riz (2cP) ou de blé (64cP), ainsi que des rapports arabinose/xylose très différents (1.23 vs 0.58 respectivement).

Tableau 3 : CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DES BLÉS (g ou kcal/kg MS)

BLÉ	BS	BM	BT	BF
MAT	124,3	129,9	122,9	125,0
Parois insolubles	107,2	110,2	109,3	112,3
NDF	105,7	-	102,9	113,9
ADF	31,3	31,0	36,2	33,6
ADL	9,9	9,3	9,5	9,1
Cellulose brute	26,6	25,8	26,8	28,9
Amidon	715,9	711,1	707,3	706,1
Matières grasses	15,4	15,2	15,5	14,1
Matières minérales	20,4	16,9	15,8	16,5
Phosphore	3,4	3,9	3,6	3,7
Arabinoxylanes solubles	4,4	5,4	6,4	9,8
Arabinose	2,6	3,1	3,4	4,3
Xylose	2,4	3,1	4,0	6,8
Arabinose/Xylose	1,10	1,01	0,85	0,63
Viscosité relative	1,52	1,71	1,90	2,99
Energie brute	4 374	4 376	4 411	4 374

Cette observation peut s'expliquer par l'augmentation du potentiel de viscosité des polysaccharides non amyliques hydrosolubles avec la présence de zones non ramifiées de conformation régulière (suite de xylose non substitués) permettant des attractions intermoléculaires, ainsi que la faible incidence des ramifications (Carré, 1992), donc avec un plus faible ratio arabinose/xylose. La présence d'arabinose relativement au xylose donne à la molécule une structure beaucoup plus branchée, ce qui réduit ces interactions intermolé-

culaires, et donc l'expression de la viscosité (Annison et al., 1995).

2. ESSAI SUR POULETS DE CHAIR

Les performances de croissance des poulets sont présentées dans le tableau 4. Du fait du nombre limité de répétitions (8 cages), celles-ci sont plus données à titre de contrôle et d'observations de tendance que d'analyses fines.

Tableau 4 : PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES POULETS

RÉGIME	MAÏS	BS		BM		BT		BF		P	ETR
Xylanases	-	-	+	-	+	-	+	-	+		
Poids J15 (g)	329	328	327	327	327	327	326	327	326	-	2
Poids J28 (g)	1 111	1 110	1 126	1 115	1 150	1 115	1 141	1 124	1 145	NS	42
Consommation J15 à J28 (g)	1 224	1 243	1 241	1 283	1 280	1 293	1 269	1 281	1 277	NS	67
IC J15 à J28	1,56	1,59	1,55	1,63	1,55	1,64	1,56	1,62	1,56	0,20	0,08

Les niveaux de consommation sont très similaires entre les différents régimes. Le poids en fin d'essai (J28) des poulets ayant reçu le régime à base de maïs n'est pas plus élevé que celui des animaux ayant reçu les régimes à base de blé, probablement du fait d'un moindre apport protéique dans le premier type de régime. Par contre, le poids des animaux a tendance à être amélioré avec l'addition de xylanases, et ceci systématiquement quel que soit le blé utilisé. Cette tendance laisse envisager que les apports des régimes en énergie et/ou en protéines étaient à un niveau suboptimal, et que l'addition de xylanases a permis d'augmenter ces apports en ayant un effet bénéfique sur la croissance.

En conséquence, l'indice de consommation est amélioré avec l'addition de xylanases quel que soit le blé employé ($P=0.20$). De plus, si les indices de consommation sont légèrement différents entre régimes à base de blé non supplémentés (1.59, 1.63, 1.64, 1.62 pour BS, BM, BT, BF), l'addition de xylanases permet en plus de l'amélioration

systématique, d'atteindre des niveaux d'indice similaires entre régimes (1.55, 1.55, 1.56, 1.56 pour BS, BM, BT, BF).

La consommation d'eau, le rapport eau/aliment et la matière sèche des fientes ne montrent pas de différences significatives entre les régimes. Toutefois, si pour BT aucun effet n'est enregistré pour ces paramètres avec l'addition de xylanases, l'addition d'enzymes a tendance pour les trois autres régimes à base de blé à diminuer la consommation d'eau et le rapport eau/aliment, ainsi qu'à augmenter la matière sèche des fientes. De plus, cette humidité légèrement plus faible des fientes avec l'addition de xylanases (pour BS, BM, BF) combinée à une quantité de fientes émises nettement diminuée conduit à une quantité d'eau excrétée par poulet nettement améliorée ($P<0.001$). Ce paramètre peut avoir des répercussions importantes en élevage, notamment sur l'état des litières ainsi que sur les conditions d'ambiance dans le bâtiment ou l'état sanitaire des animaux.

Tableau 5 : EAU CONSOMMÉE ET EXCRÉTÉE, MATIÈRE SÈCHE DES FIENTES ET VISCOSITÉ JÉJUNALE

RÉGIME	MAÏS	BS		BM		BT		BF		P	ETR
Xylanases	-	-	+	-	+	-	+	-	+		
Eau consommée J22 à J24 (ml)	442	477	455	493	492	491	490	505	488	NS	51
Eau/aliment	1,65	1,65	1,59	1,71	1,67	1,64	1,66	1,74	1,71	NS	0,13
MS fientes J21 (%)	24,70	24,30	25,60	24,30	24,80	25,20	23,90	23,60	24,20	NS	2,30
Eau excrétée (ml)	198c	248abc	200c	263ab	229bc	264ab	252abc	289a	217bc	< 0,001	39
Viscosité jéjunale J28 (cP)	2,7c	3,2c	3,1c	4,1b	3,2c	4,5b	3,2c	6,6a	3,1c	< 0,001	0,5

Les résultats de viscosité obtenus in vivo au niveau jéjunal sur les régimes à base de blé sans enzymes sont concordants avec les résultats in vitro sur les extraits aqueux de blé, avec un classement identique des blés, et notamment les valeurs les plus élevées avec BF. La détermination de la viscosité d'un extrait aqueux de blé rend donc très bien compte de l'expression de la viscosité dans le tube digestif du poulet.

L'addition de xylanases réduit cette viscosité dans le tube digestif. Cette réduction est d'autant plus forte que la viscosité induite par le blé est élevée. Cette réduction est insignifiante pour BS (le niveau de viscosité étant très faible pour ce blé) alors qu'elle est forte pour BF. En d'autres termes, l'addition de xylanases permet de réduire la viscosité à un niveau similaire pour tous les blés, quel que soit le niveau de viscosité d'origine, à un niveau très proche du régime à base de maïs (sans expression de viscosité).

Les résultats de valeur alimentaire des régimes sont présentés dans le tableau 6.

Les énergies métabolisables des quatre régimes à base de blé sans enzymes sont très proches (de 3120 à 3140 kcal/kg MS), tout comme (à un degré moindre) la digestibilité des protéines de ces régimes (78.0 à 80.2%)

L'addition de xylanases conduit pour ces régimes à base de blé à une amélioration systématique de la rétention de matière sèche, de la valeur énergétique ou de la digestibilité des protéines. L'amélioration d'EMAn des régimes est en moyenne de 130 kcal/kg MS (de 110 kcal/kg MS pour BF à 160 kcal/kg MS pour BM). Ceci correspond par extrapolation à une amélioration de l'EMAn du blé de 210 kcal/kg MS en moyenne (soit une amélioration de 6.2 %, en retenant comme valeur pour l'EMAn du blé 3370 kcal/kg MS, Larbier et Leclercq, 1992), ce qui réduit de moitié l'écart d'EMAn entre blé et maïs.

Tableau 6 : VALEUR ALIMENTAIRE DES RÉGIMES POULETS

RÉGIME	MAÏS	BS		BM		BT		BF		P	ETR
Xylanases	-	-	+	-	+	-	+	-	+		
Rétention MS (%)	72,7	68,9	71,6	68,1	71,2	67,1	70,1	68,8	71,1	< 0,001	1,7
EMA (kcal/kg MS)	3570a	3300cd	3450b	3300cd	3460b	3270d	3400bc	3310cd	3420b	< 0,001	76
EMAn (kcal/kg MS)	3390a	3130c	3280b	3130c	3290b	3120c	3240b	3140c	3250b	< 0,001	71
CUDa N (%)	83,9a	80,2bc	81,2ab	78,7bc	81,7ab	78,0c	79,8bc	79,4bc	81,3ab	< 0,001	2,0
Rétention P (%)	41,5	39,1	39,8	38,8	40,5	39,3	39,7	39,7	42,1	NS	3,3

Cette augmentation en énergie ne peut s'expliquer seulement par une diminution de viscosité intestinale, puisque l'amélioration énergétique est assez similaire pour tous les blés, y compris pour BS, blé à très faible viscosité non diminuée par l'addition de xylanases. L'augmentation en énergie semble donc indépendante de la diminution de viscosité, et on peut remarquer que c'est sur BF que l'amélioration d'énergie est la moins importante.

Les mécanismes d'action des polysaccharides solubles non amylacés restent d'ailleurs très complexes (Annisson, 1993), et ne sont pas complètement élucidés. S'il est clair que de par leurs propriétés, les arabinoxylanes solubles peuvent induire des viscosités élevées dans le tube digestif du jeune animal et réduire la digestibilité des nutriments en limitant l'accès des enzymes à leurs substrats, les phénomènes de viscosité ne peuvent à eux seuls tout expliquer. L'autre voie possible est la libération de nutriments rendus accessibles par la rupture des membranes des cellules de l'endosperme sous l'effet des xylanases. Il n'est pas à exclure qu'il existe des effets de seuil avec des mécanismes d'action différents suivant les blés. Ainsi pour des blés à faible viscosité, en particulier de type Soissons, c'est probablement plus l'accès aux nutriments cellulaires ou pariétaux que la diminution de viscosité qui est responsable de cette augmentation d'énergie.

L'addition de xylanases conduit à une amélioration de la digestibilité des protéines en moyenne égale à 1.9 points. Sachant que les protéines apportées par le blé représentent 32 % des protéines totales du régime, l'addition de xylanases conduit alors à une augmentation en moyenne de 5.9 points de digestibilité des protéines du blé, soit une aug-

mentation du même ordre de grandeur que pour l'énergie. Si cette augmentation apparaît pour tous les blés, elle est cependant plus variable que pour l'énergie (de 1.0 point pour BS à 3.0 points pour BM).

L'addition de xylanases est sans effet sur la rétention en phosphore. Toutefois les conditions expérimentales n'étaient probablement pas réunies pour conclure au niveau de la digestibilité intestinale du phosphore. En effet, les apports en phosphore couvrant certainement largement les besoins des animaux d'une part, le phosphore en excès pouvant se retrouver dans les fientes via l'urine d'autre part, il est alors très difficile de mettre en évidence une différence au niveau fécal.

3. ESSAI SUR POULES PONDEUSES

Les performances zootechniques obtenues pendant la durée totale de l'essai sont présentées à titre indicatif du fait du nombre limité de poules pondeuses (tableau 7).

Alors que le taux de ponte est similaire avec les différents régimes, on peut noter une tendance à avoir un poids de l'oeuf légèrement plus élevé avec BS par rapport à BF d'une part, et avec l'addition de xylanases d'autre part. La consommation d'aliment est diminuée avec l'addition d'enzymes (P=0.13), en liaison probablement avec l'augmentation énergétique des aliments. L'indice de consommation est alors légèrement amélioré avec l'addition de xylanases, de manière équivalente pour les deux blés.

Tableau 7 : PERFORMANCES DE PONTE (22-59 SEMAINES)

BLÉ	BS		BF		P _{blé}	P _{enz}	P _{bléenz}	ETR
	-	+	-	+				
Xylanases								
Tx ponte (%)	90,8	90,1	90,4	90,3	NS	NS	NS	5,6
Poids oeuf (g)	60,6	61,4	59,6	60,3	0,12	NS	NS	2,2
Masse d'œuf (g/p/j)	55,0	55,3	53,9	54,4	NS	NS	NS	3,2
Consommation (g)	116,6	114,5	115,0	113,9	NS	0,13	NS	3,3
IC	2,12	2,08	2,14	2,10	NS	0,24	NS	0,12

Aucun effet des enzymes n'est observé que ce soit sur la consommation d'eau, le rapport eau/aliment ou sur la matière sèche des fientes (tableau 8). On peut noter d'autre part une consommation d'eau et un rapport eau/aliment plus faibles avec BF par rapport à BS. Ce résultat est

assez surprenant, puisque ces paramètres varient en sens opposé à la viscosité des blés. Celle-ci s'exprime d'ailleurs probablement moins chez la pondeuse - animal mature - que chez un jeune poulet, et a donc certainement moins de répercussion sur l'alimentation hydrique de la pondeuse.

Tableau 8 : EAU CONSOMMÉE ET EXCRÉTÉE ET MS DES FIENTES (MOYENNE DES 6 BILANS)

BLÉ	BS		BF		P _{blé}	P _{enz}	P _{bléenz}	ETR
	-	+	-	+				
Xylanases								
Eau consommée (ml)	904	901	866	809	< 0,001	0,11	NS	148
Eau/aliment	1,67	1,74	1,63	1,56	< 0,001	NS	0,02	0,23
Eau excrétée (ml)	447	424	443	410	NS	0,01	NS	84
MS fientes (%)	24,2	23,4	23,9	23,8	NS	NS	NS	3,4

Tout comme pour le poulet, la quantité d'eau excrétée est significativement diminuée avec l'addition de xylanases. Elle n'est pas liée à des fientes plus sèches, mais à un volume de déjection réduit, puisque la rétention de la matière sèche est améliorée avec l'addition d'enzymes (tableau 9). L'addition de xylanases augmente la valeur énergétique des régimes à base de blé, de 60 kcal/kg MS en moyenne, soit extrapolé au blé un gain de 90 kcal/kg MS, contre 210 kcal/kg MS chez le poulet de chair. L'améliora-

tion d'énergie du blé chez la pondeuse avec des régimes présentés en farine est donc moindre que celle observée sur jeunes poulets avec des régimes granulés. Cette différence d'amélioration énergétique (120 kcal/kg MS) est du même ordre de grandeur que la différence de valeur énergétique attribuée au blé entre volailles jeunes et adultes (100 kcal/kg MS, Larbier et Leclercq, 1992). En d'autres termes, la valeur énergétique du blé additionné de xylanases devrait être proche entre jeunes et adultes.

Tableau 9 : VALEUR ALIMENTAIRE DES RÉGIMES (MOYENNE DES 6 BILANS)

BLÉ	BS		BF		P _{blé}	P _{enz}	P _{bléenz}	ETR
	-	+	-	+				
Xylanases								
Rétention MS (%)	71,2	72,5	71,2	72,9	NS	< 0,001	NS	1,6
EMA (kcal/kg MS)	3 145	3 185	3 130	3 210	NS	< 0,001	0,04	60
EMAn (kcal/kg MS)	3 035	3 075	3 020	3 090	NS	< 0,001	0,05	56
CUDa N (%)	80,7	81,0	80,7	81,9	0,01	< 0,001	0,01	1,4

Tableau 10 : EMAN DES RÉGIMES PAR BILAN (kcal/kg MS)

BLÉ	BS		BF		P _{blé}	P _{enz}	P _{bléenz}	ETR
	-	+	-	+				
Xylanases								
Semaine 23	3 065	3 055	3 025	3 105	NS	0,07	0,03	60
Semaine 27	3 005	3 080	3 005	3 080	NS	< 0,001	NS	63
Semaine 35	3 075	3 120	3 100	3 175	0,07	0,006	NS	64
Semaine 43	3 050	3 090	3 045	3 120	NS	0,007	NS	63
Semaine 51	3 030	3 080	2 980	3 035	0,001	< 0,001	NS	41
Semaine 59	2 985	3 030	2 980	3 035	NS	< 0,01	NS	54

On peut noter toutefois une interaction ($P=0.05$) entre blés et enzymes pour l'EMAN des régimes. Celle-ci est en fait prononcée au premier bilan (semaine 23) où l'addition de xylanases est sans effet sur BS (tableau 10). Cette interaction disparaît par la suite, même si l'augmentation d'énergie a toujours tendance à être plus forte pour BF que BS. Ce résultat est opposé à celui obtenu sur poulet de chair, où l'amélioration d'énergie est la moins importante avec BF.

L'examen des résultats obtenus lors des différents bilans montre des résultats très homogènes au cours du cycle de ponte. Les résultats concernant l'EMAN des régimes sont indiqués dans le tableau 10. Que ce soit pour les régimes addi-

tionnés ou non d'enzymes, les valeurs énergétiques varient dans une fourchette très étroite pour un même régime (75 kcal/kg MS au maximum entre la semaine 23 et 43 pour des aliments de même composition). La valeur énergétique du blé semble donc relativement constante au cours du cycle de ponte de la poule pondeuse.

Comme pour l'énergie, une interaction significative est également notée pour la digestibilité des protéines, avec une augmentation de 1.2 points avec l'addition de xylanases pour BF, alors que celle-ci est sans effet pour BS. Cette interaction se retrouve pour la plupart des bilans, et semble donc indépendante du stade de ponte

CONCLUSION

L'addition de xylanases à des régimes à base de blé présentés en granulés pour poulet de chair augmente leur énergie métabolisable, de manière systématique et assez similaire quel que soit le blé utilisé. Cette amélioration est indépendante de la viscosité des blés, y compris pour des blés caractérisés par une viscosité très faible. Chez la poule pondeuse, cette augmentation se retrouve également sur des régimes présentés en farine, mais à degré moindre. Dans les deux cas, l'addition d'enzymes permet de réduire les quantités de déjections et d'eau excrétée.

Cependant les mécanismes d'action des enzymes restent à élucider. Il est ainsi clair que dans l'essai sur poulet, le gain d'énergie n'est pas liée uniquement à la diminution de viscosité. De plus, il faudrait différencier la part provenant de l'âge de celle provenant de la présentation de l'aliment quant aux différentes améliorations d'énergie observées entre les deux essais avec des mêmes lots de blé. Enfin, les mécanismes d'action diffèrent peut-être entre type de blé, présentation de l'aliment et âge ou type d'animal, puisque les gains d'énergie observés ont tendance à être plus élevés pour BS par rapport à BF chez le poulet, alors que le contraire semble être observé chez la pondeuse.

RÉFÉRENCES

- ANNISON G., 1993. The role of wheat non-starch polysaccharides in broiler nutrition. *Aust. J. Agric. Res.*, 44, 405-422.
- ANNISON G., MOUGHAN P.J., THOMAS D.V., 1995. Nutritive activity of soluble rice bran arabinoxylans in broiler diets. *Br. Poultry Sci.*, 36, 479-488.
- BEDFORD M.R., CLASSEN H.L., 1993. An in vitro assay for prediction of broiler intestinal viscosity and growth when fed rye-based diets in the presence of exogenous enzymes. *Poultry Sci.*, 72, 137-143.
- CAMPBELL G.L., TEITGE D.A., CLASSEN H.L., 1991. Genotypic and environmental differences in rye fed to broiler chicks with dietary pentosanase supplementation. *Can. J. Anim. Sci.*, 71, 1241-1247.
- CARRÉ B., 1992. Les polysaccharides non amylacés hydrosolubles. 8ème Conférence avicole, Groupe Français WPSA, 49-58.
- HILL F.W., ANDERSON D.L., 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *J. Nutr.*, 64, 587-603.
- LARBIER M., LECLERCQ B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. INRA Editions. 352 p.
- SAULNIER L., PENEAU N., THIBAUT J.F., 1995. Variability for grain extract viscosity and water-soluble pentosan content in soft-wheat. *J. Cereal Sci.*, in press.
- TERPSTRA K., de HART N., 1974. The estimation of urinary nitrogen and faecal nitrogen in poultry excreta. *Z. Tierphysiol., Tierernähr. Futtermittelkd.*, 32, 306-320.