

Valorisation du froment d'hiver dans l'alimentation du poulet de chair : influence de la variété et de l'année de culture

F. Piron¹, Y. Beckers¹, K. Ounissi¹, B. Bodson², C. Massaux³, J. Lenartz⁴, A. Théwis¹

1. Introduction

Malgré ses indéniables avantages, l'emploi de froment à des taux d'incorporation élevés dans l'alimentation du poulet de chair est parfois confronté à des difficultés. Les performances animales ne sont pas toujours à leurs niveaux optimaux et les conditions d'élevage peuvent se détériorer (litière humide, contamination microbienne des carcasses, fortes production d'ammoniac).

Les arabinoxylanes solubles du froment sont classiquement tenus pour responsables des performances sub-optimales parfois observées. La mesure de la viscosité d'un extrait aqueux des grains a été proposée comme mesure indirecte de l'importance de ces facteurs antinutritionnels. Les travaux conduits à l'Unité de Zootechnie [Wéry *et al.*, 2003 et Beckers *et al.*, 2004] ont permis de montrer que la viscosité de l'extrait aqueux et les viscosités des phases liquides des contenus intestinaux des poulets variaient fortement en fonction du lot de froment (effets de la génétique et/ou des conditions de culture). De même, les performances zootechniques des animaux pouvaient fortement différer d'un lot à l'autre. Mais la relation liant ces paramètres n'était pas simple et rendait illusoire l'appréciation du potentiel zootechnique du froment sur base du seul critère viscosité. Cette constatation est en accord avec d'autres études qui montrent que la seule viscosité intestinale n'est pas suffisante et que les paramètres caractérisant la viscosité doivent être relativisés.

La démarche suivante, objet de cette communication, a consisté à examiner la relation liant la variété de froment et les performances zootechniques en s'intéressant, en plus de la viscosité, aux caractéristiques de la fraction amidon, aux polysaccharides non amylacés totaux (fibres solubles et insolubles) et à la fraction protéique. Quatre variétés de froment, cultivées dans la même zone au cours de deux années successives, ont été testées sur poulets de chair. Ces tests poursuivaient deux objectifs. Le premier consistait à rechercher les critères analytiques, relatifs au froment, les plus pertinents, afin de discriminer les variétés les plus appropriées pour l'alimentation des poulets de chair. Le second visait à étudier l'influence de la variété et de l'année de culture sur les performances zootechniques des poulets de chair. Deux essais en parquets (élevage au sol) ont été mis en place pour déterminer le potentiel zootechnique des lots étudiés et pour mesurer les viscosités intestinales. Quatre variétés (Agami, Corvus, Folio

¹ F.U.S.A.Gembloux – Unité de Zootechnie

² F.U.S.A.Gembloux – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

³ F.U.S.A.Gembloux – Unité de Technologie des Industries Agro-alimentaires

⁴ CRA-W – Département Qualité des Productions Agricoles

et Meunier) cultivées dans des conditions similaires durant deux années de suite (récolte en 2003 et en 2004) ont été testées. Le dispositif expérimental est parfaitement identique pour les deux années et consiste en 24 cages (2 m² utiles) de 30 poussins appartenant à la souche Ross (30 x 6 blocs x 4 variétés). Un régime starter (57.6 % de froment) est distribué aux animaux jusqu'à l'âge de 10 jours. Ensuite, ils sont alimentés à l'aide d'un régime croissance (61.4 % de froment). Ces mélanges sont réalisés de manière identique pour les quatre variétés sur base des valeurs tabulaires.

2. Influences de l'année de récolte

L'année de récolte peut influencer les résultats de deux manières. La première possibilité est un effet direct sur les performances animales. La seconde consiste en une interaction entre l'année de récolte et la variété. Cette deuxième voie aurait pour conséquence de modifier le classement des variétés d'une année à l'autre. Des effets directs ou d'interaction sont observés sur quelques paramètres. Il s'agit principalement de certaines mesures réalisées sur les animaux avant l'âge de 19 jours.

Ces effets peuvent être des manifestations de différences entre les années de récolte ou de divergences entre les deux essais zootechniques (un essai par récolte). Comme les poids initiaux des animaux (à 3 jours) sont différents ($p \leq 0.01$) entre les deux années, il est permis de poser l'hypothèse que la réalisation de deux expériences zootechniques distinctes est à l'origine des différences observées entre les deux récoltes sur les jeunes animaux. Il peut donc être conclu que l'effet réel de l'année de récolte (2003 ou 2004) doit être considéré comme relativement négligeable dans le cadre de cette étude.

3. Effets de la variété observés durant deux récoltes (2003 et 2004)

Pour les poids vifs et les GQM cumulés mesurés avant 19 jours, qui sont significativement ($p < 0.05$) influencés par l'interaction « variété * récolte », l'effet « variété » ne peut s'apprécier que récolte par récolte (variation du classement variétal entre les récoltes). Néanmoins, Folio reste systématiquement supérieure ($p < 0.07$, $n = 24$) à Agami dans les deux cas pour ces grandeurs. Par contre, pour les autres paramètres, une analyse de l'effet « variété » sur l'ensemble des données (deux récoltes, $n = 48$) est possible.

3.1. Ingestions volontaires des animaux pour les deux récoltes (2003 et 2004)

Il n'y a pas, sur l'ensemble des deux récoltes, de différence ($p > 0.05$) entre les quantités ingérées (MS), par période ou cumulées, des différents aliments préparés avec les quatre variétés. La quantité moyenne de matière sèche ingérée entre les jours 3 et 38 est identique pour l'ensemble des deux récoltes et s'élève à 83.9 ± 0.7 g MS/j/poulet (moyenne \pm SEM).

3.2. Poids vifs et croissance des animaux pour les deux récoltes (2003 et 2004)

Pour l'ensemble des deux récoltes, la vitesse de croissance est supérieure ($p < 0.05$) pour Folio et Meunier par rapport à Corvus et Agami entre 12 et 33 jours (tableau 1). Au cours de la dernière semaine (de 33 à 38 jours), il n'est plus mis en évidence d'effet des variétés ($p > 0.05$) sur la vitesse de croissance ($p > 0.05$).

Tableau 1 : Gains quotidiens moyens (g/j/poulet) des animaux mesurés par période et par cage ($n = 48$) et relatifs à l'ensemble des deux récoltes (2003 et 2004).

Périodes (j)	Agami	Corvus	Folio	Meunier	SEM	p
10 à 12	25.2 ^c	28.0 ^b	30.2 ^a	29.1 ^{ab}	0.5	***
12 à 19	44.5 ^b	44.1 ^b	46.8 ^a	46.8 ^a	0.5	**
19 à 26	65.1 ^c	64.9 ^c	69.9 ^a	67.4 ^b	0.6	***
26 à 33	87.2 ^b	87.7 ^b	92.4 ^a	91.1 ^a	0.8	**
33 à 38	102.7	105.0	107.1	109.0	1.1	NS

a, b, c : dans une même ligne, les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$) ; ** : $p < 0.01$; *** : $p < 0.001$ et NS : $p > 0.05$.

En fin de bande (38 jours) et pour l'ensemble des deux récoltes, la variété influence le poids vif ($p < 0.001$). Folio (2 257 g) et Meunier (2 223 g) donnent des animaux plus lourds ($p < 0.05$, SEM = 18 g) que Corvus (2 144 g) et Agami (2 117 g). La différence extrême de poids vifs à 38 jours (entre Folio et Agami) est de 140 g/poulet, ce qui correspond à une différence de 6 % par rapport au poids moyen.

3.3. Indices de consommation pour les deux récoltes (2003 et 2004)

Les indices de consommation (g matière sèche ingérée/g croissance) relatifs à l'ensemble des deux récoltes sont présentés au tableau 2 (valeurs cumulées). Les variétés diffèrent ($p < 0.01$) notamment au niveau de l'indice de consommation cumulé sur 38 jours (calculé en matière sèche). Folio et Meunier sont mieux transformées ($p < 0.05$) que Corvus et Agami.

Tableau 2 : Indices de consommation cumulés (g MS/g) des animaux ($n = 48$) et relatifs à l'ensemble des deux récoltes (2003 et 2004).

Périodes (j)	Agami	Corvus	Folio	Meunier	SEM	p
3 à 10 (Starter)	1.39 ^a	1.33 ^a	1.21 ^b	1.28 ^{ab}	0.02	**
3 à 12	1.38 ^a	1.31 ^b	1.21 ^c	1.27 ^{bc}	0.02	***
3 à 19	1.27	1.26	1.21	1.25	0.01	NS
3 à 26	1.33 ^a	1.32 ^a	1.26 ^b	1.30 ^a	0.01	**
3 à 33	1.37 ^a	1.35 ^{ab}	1.31 ^c	1.34 ^{bc}	0.01	***
3 à 38	1.40 ^a	1.40 ^a	1.36 ^b	1.37 ^b	< 0.01	**

a, b, c : dans une même ligne, les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$) ; ** : $p < 0.01$; *** : $p < 0.001$ et NS : $p > 0.05$.

3.4. Indices d'efficience (EEF_{MS}) pour les deux récoltes (2003 et 2004)

Il existe un indice d'efficience appelé european efficiency factor (EEF) et défini par la formule suivante [Aviagen, 2002] :

$$EEF = \frac{(100 - \% \text{ mortalité}) \times \text{Poids vif}}{\text{Age} \times \text{Indice de Consommation}} \times 100$$

Plus la valeur de cet indice est élevée, plus la performance technique est bonne. L'âge est exprimé en jours, le poids vif en kg et l'indice de consommation est la valeur mesurée depuis l'éclosion (valeur cumulée). Dans la pratique, les utilisateurs expriment l'indice de consommation par rapport à la matière fraîche ; normalement, l'indice d'efficience correspond donc à des grandeurs libellées en matière fraîche. Cependant, dans notre cas, le mode d'expression sera la matière sèche et l'indice correspondant sera nommé : EEFMS. Le point de départ est fixé au jour 3. Les indices d'efficience (exprimés en matière sèche) correspondants à l'ensemble des deux récoltes, sont présentés au tableau 3. Sur l'ensemble de la durée des bandes de production (de 3 à 38 jours), Folio et Meunier sont significativement ($p < 0.05$) plus efficaces que Corvus et Agami.

Tableau 3 : *Indices d'efficience (EEFMS) des animaux (n = 48) relatifs à l'ensemble des deux récoltes (2003 et 2004).*

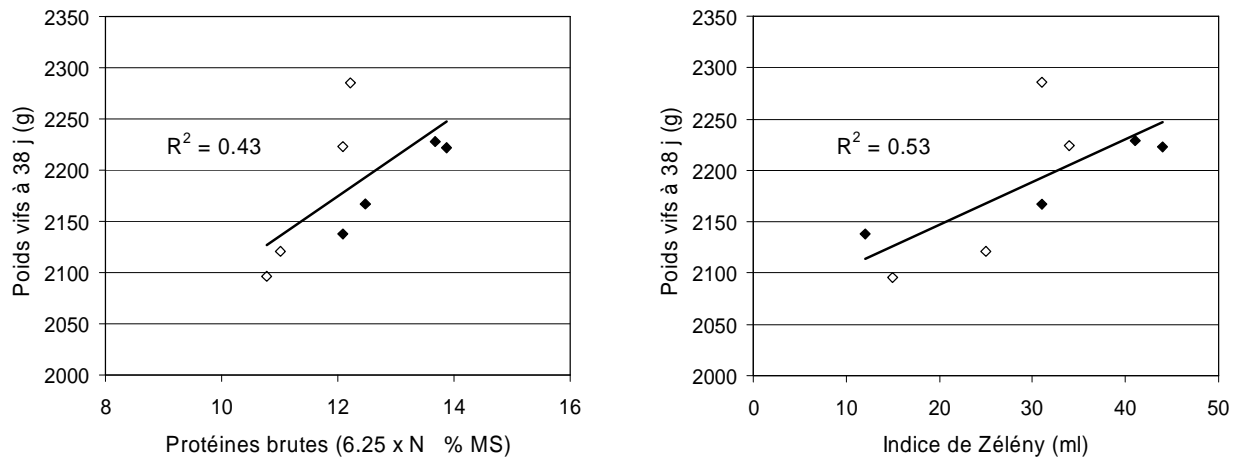
Périodes (j)	Agami	Corvus	Folio	Meunier	SEM	p
3 à 10 (Starter)	126 ^c	136 ^{bc}	161 ^a	142 ^b	4	***
3 à 12	135 ^c	149 ^b	175 ^a	157 ^b	4	***
3 à 19	220 ^c	225 ^c	251 ^a	237 ^b	4	***
3 à 26	282 ^c	287 ^c	324 ^a	304 ^b	4	***
3 à 33	348 ^c	350 ^c	388 ^a	371 ^b	4	***
3 à 38	389 ^b	391 ^b	426 ^a	415 ^a	4	***

^{a, b, c} : dans une même ligne, les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$) ; ** : $p < 0.01$ et *** : $p < 0.001$.

4. Recherche de critères discriminants : principaux résultats

La teneur en protéines brutes des grains et l'indice de Zélény sont significativement corrélés aux performances zootechniques (avec EEFMS, $r = 0.41$ et 0.46 , $p < 0.01$, $n = 48$). Les figures 1 et 2 représentent l'évolution des valeurs moyennes de ces paramètres et les régressions linéaires qui peuvent leur être ajustées ($n = 8$). Ces résultats montrent que pour des taux d'incorporation élevés en froment ($\pm 60\%$), la fraction protéique des grains de blé a une importance nutritionnelle, même si la ration est largement complétée par du tourteau et des acides aminés de synthèse (sur base des valeurs tabulaires). D'autre part, l'indice de Zélény est un critère de qualité technologique et caractérise le gonflement et la sédimentation des protéines en milieu faiblement acide. Il dépend de la quantité et du poids moléculaire des protéines. Outre la composante « quantité de protéines » déjà mise en évidence, le

gonflement de celles-ci semble également impliqué. Le rapport Zélény/teneur en protéines est, en effet, corrélé ($r = 0.44$, $p < 0.01$, $n = 48$) à l'indice d'efficacité (EEFMS). L'analogie avec l'acidité stomacale pourrait être évoquée pour expliquer la relation entre l'indice de Zélény (qui est une mesure en milieu acide) et les performances animales.



Figures 1 et 2. Évolutions des poids vifs moyens à 38 jours (g) par rapport à la teneur en protéines brutes ($6.25 \times N \% MS$) et l'indice de Zélény (ml) des grains de froment (signes pleins : 2003 et signes vides : 2004).

La dureté des grains est également corrélée ($r = 0.35$, $p < 0.05$, $n = 48$) à l'indice d'efficacité (EEFMS). Elle traduit la résistance des grains à l'action mécanique durant leur broyage. Au niveau de la granulométrie des broyats, la dureté interagit donc avec les paramètres de réglage des moulins. Elle agit également dans le gésier qui est lui même un instrument de broyage. En outre, d'un point de vue microscopique, elle dénote la cohésion de la matrice amidon – protéine de l'albumen. Dans ce cadre, elle pourrait représenter le degré d'interdépendance entre la digestion de l'amidon et celle des protéines de cette matrice commune. Cette diversité de modes et de lieux d'action et l'interaction avec le broyage éventuel par un moulin, compliquent la relation liant la dureté des grains de froment et les performances zootechniques. Des travaux complémentaires sont donc nécessaires pour se positionner vis-à-vis de ce critère de choix qui est, par ailleurs, de détermination aisée et peu coûteuse.

Enfin, les performances (EEFMS) sont corrélées négativement ($r = -0.41$, $p < 0.01$, $n = 48$) à la classe de granulométrie la plus fine (particules inférieures à 0.05 mm). Une augmentation de la teneur en matière très fine semble donc néfaste sur les performances des animaux. Cette observation peut être rapprochée des résultats relatifs à la dureté des grains (effets sur la mouture des grains).

Par contre, il n'est pas observé de corrélation négative entre les performances zootechniques et les viscosités des extraits aqueux (in vitro). De même, les teneurs en arabinoxylanes solubles des grains (qui sont considérés comme responsables de cette viscosité) ne sont pas corrélés (avec l'EEFMS : $r = 0.10$, $p > 0.05$, $n = 48$) aux performances mesurées. Ces paramètres ne paraissent donc pas participer négativement aux différences de performances qui séparent les quatre variétés étudiées sur les deux récoltes (2003 et 2004). Cette observation tranche avec les conclusions classiques, mais est en accord avec des résultats

obtenus précédemment et se rapproche de certains éléments de la littérature scientifique récente.

5. Viscosités intestinales (données groupées des deux récoltes)

Dans cette étude, il n'est pas observé d'effet ($p > 0.05$) de l'interaction des effets « variété » et « récolte » sur les viscosités intestinales. L'année de récolte (ou l'essai zootechnique qui lui est confondu) a uniquement un effet ($p \leq 0.05$) sur la viscosité distale (iléon) mesurée durant la période starter. La récolte 2004 est caractérisée, en période starter, par des viscosités distales plus élevées ($p \leq 0.05$) que celle de 2003.

Les tableaux 4 et 5 présentent les valeurs de viscosités intestinales observées pour chaque variété et pour les deux années de récolte. Les viscosités moyennes relatives à Meunier sont significativement ($p < 0.05$) plus élevées que celles qui caractérisent Folio et Agami.

Tableau 4 : Viscosités (mPa.s) Intestinales Proximales (début de l'intestin : duodénum et jéjunum) relatives aux deux récoltes (2003 et 2004).

Âges des prélèvements (j)	Agami	Corvus	Folio	Meunier	SEM	p
8 à 10 (Starter)	3.9 ^b	5.0 ^{ab}	4.2 ^{ab}	5.5 ^a	0.3	*
15 et 16	4.5 ^b	4.3 ^b	4.5 ^b	6.4 ^a	0.2	***
22 et 23	3.6 ^{ab}	3.3 ^b	4.0 ^a	4.7 ^a	0.2	*
moyennes	4.0 ^b	4.2 ^b	4.2 ^b	5.5 ^a	0.1	***

^{a, b} : dans une même ligne, les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$) ; * : $p < 0.05$; *** : $p < 0.001$; $n = 48$.

Ces constatations montrent que la viscosité de la phase aqueuse intestinale est essentiellement sous l'influence de la variété. Le classement n'est pas modifié ($p > 0.05$) entre les deux récoltes (2003 et 2004).

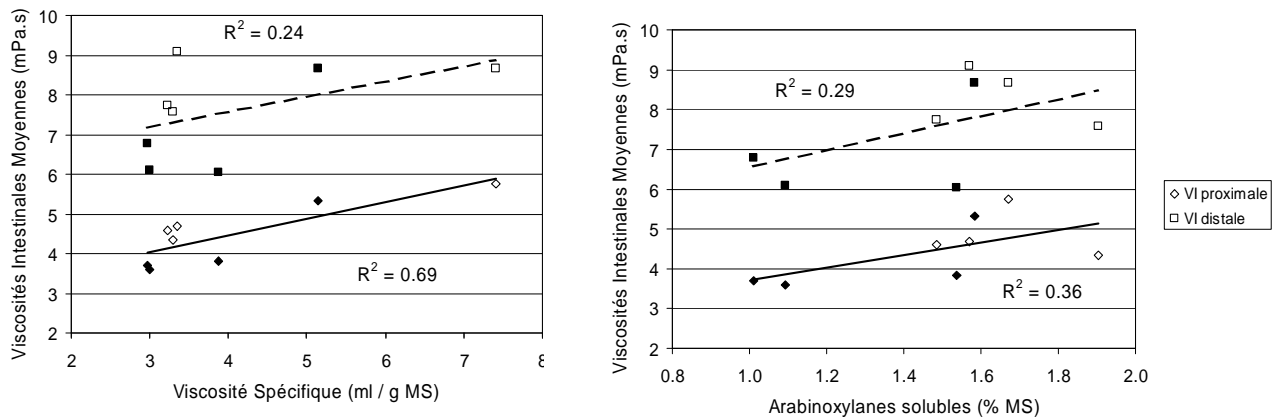
Tableau 5 : Viscosités (mPa.s) Intestinales Distales (fin de l'intestin : iléon) relatives aux deux récoltes (2003 et 2004).

Âges des prélèvements (j)	Agami	Corvus	Folio	Meunier	SEM	p
8 à 10 (Starter)	6.9	9.5	7.1	8.7	0.6	NS
15 et 16	7.9	7.8	7.1	9.4	0.3	NS
22 et 23	5.7	6.6	6.5	7.9	0.4	NS
moyennes	6.8 ^b	8.0 ^{ab}	6.9 ^b	8.7 ^a	0.3	*

^{a, b} : dans une même ligne, les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$) ; * : $p < 0.05$ et NS : $p > 0.05$; $n = 48$.

La figure 3 présente l'évolution des viscosités intestinales (in vivo) par rapport aux viscosités des extraits aqueux des grains (in vitro). La figure 4 montre les mêmes viscosités intestinales relativement aux teneurs en arabinoxylanes solubles. Les régressions linéaires ($n = 8$) qui

peuvent leur être ajustées sont également représentées. Les corrélations en rapport avec les viscosités in vitro sont significatives sur le plan statistique ($r = 0.65$, $p < 0.001$, $n = 48$). De même, les corrélations relatives aux arabinoxylanes solubles sont significatives ($r = 0.47$, $p < 0.01$, $n = 48$). Il faut noter que le pouvoir viscosant des arabinoxylanes solubles dépend notamment de leurs teneurs et de leurs structures chimiques.



Figures 3 et 4 : Evolutions des viscosités intestinales moyennes (in vivo) proximales et distales (mPa.s) par rapport aux viscosités spécifiques moyennes (in vitro) des extraits de grains (ml/g MS) et aux teneurs moyennes en arabinoxylanes solubles (% MS) des grains de froment (signes pleins : 2003 et signes vides : 2004).

Certains paramètres de performances sont corrélés ($p < 0.05$) aux viscosités intestinales. C'est particulièrement le cas pour les jeunes animaux. Cette observation est courante. Néanmoins, dans cette étude où deux essais zootechniques ont été réalisés et pour lesquels les poids de départ des poussins étaient différents, il est très délicat de conclure sur les effets relatifs aux jeunes.

Lorsque les animaux sont plus âgés (et que l'effet « poids des poussins » s'estompe), certaines mesures d'ingestion évoluent à la baisse lorsque la viscosité intestinale augmente. Mais cette évolution n'a pas d'impact significatif ($p > 0.05$) sur les quantités ingérées sur l'ensemble de la bande d'élevage (de 3 à 38 jours).

6. Conclusions

La variété a un effet sur les performances des animaux. En particulier, sur l'ensemble de la période d'essai (de 3 à 38 jours) et sur les deux récoltes (2003 et 2004), les variétés Folio et Meunier sont supérieures aux variétés Corvus et Agami.

Au niveau de cette étude, l'effet de l'année culturale sur les performances des poulets est faible ou nul. Néanmoins, il est délicat de généraliser trop largement cette conclusion. En effet, les recherches n'ont porté que sur un échantillon de deux conditions climatiques : celles de 2003 et de 2004 rencontrées à 5030 Lonzée (Belgique). Il ne peut être exclu que des conditions météorologiques différentes pourraient influencer sur les performances zootechniques. D'autre part, les lots de céréales étudiés ont été cultivés au même endroit et de manière similaire (plate-forme d'essais de la fusagx à Lonzée). Dans d'autres conditions pédologiques

et/ou phytotechniques, l'influence des conditions climatiques et/ou de leur interaction avec les variétés pourrait être différente. Enfin, dans le cas de l'emploi d'autres cultivars, il ne peut être exclu que des effets des conditions climatiques et/ou de leur interaction avec les variétés soient significatifs (sensibilité ou résistance génétiques aux aléas culturels).

La fraction protéique (teneur et qualité technologique) semble importante dans le cadre du choix du lot de froment destiné à l'alimentation du poulet de chair. Cette fraction ne devrait pas être négligée lorsque le blé est introduit massivement dans une ration, même si une complémentation protéique, large et théoriquement équilibrée, est réalisée (p. ex. : tourteaux et acides aminés de synthèse). A ce niveau, outre la teneur en protéines, l'indice de Zélény est, sur base des récoltes 2003 2004, un bon candidat au titre de critère de choix. De plus, il est déjà d'emploi courant dans le segment panification. A ce sujet, on conseillera, au moins, la prudence face à des lots dont on connaît la faiblesse du Zélény ou de la teneur en protéines.

La dureté des grains de froment semble également être un bon candidat pour devenir un critère de choix des lots de froment. De plus, la dureté est d'une détermination très aisée et économique. Néanmoins, elle agit de manière complexe à différents niveaux (moulins, gésier et échelle microscopique). Des travaux de recherche complémentaires sont donc nécessaires pour mieux comprendre les effets de la dureté sur les performances animales.

Enfin, les arabinoxylanes solubles qui sont impliqués dans les phénomènes viscosants et les viscosités *in vitro* ne participent pas négativement aux différences de performances zootechniques (mesurées sur l'ensemble de la bande d'élevage) qui séparent les quatre variétés étudiées (récoltes 2003 et 2004). Les critères de viscosité ne semblent donc pas pertinents pour discriminer les variétés les plus performantes en alimentation du poulet. Cette conclusion tranche avec les considérations classiques mais est en accord avec certains résultats obtenus précédemment et se rapproche de certains éléments repris dans la littérature récente.

7. Remerciements

Ces recherches sont financées par la Direction Générale de l'Agriculture du Ministère de la Région wallonne. Cette étude a été réalisée grâce à l'appui technique de Charles Baudouin, qui a été grandement apprécié. L'aide ponctuelle du personnel de l'Unité de Zootechnie a significativement contribué à la bonne marche des travaux.

8. Références

Aviagen, 2002. Ross. Broiler management manual. Newbridge, UK. http://www.ross-intl.aviagen.com/broilermanual/broilerManual/css/broilerManual_1.htm (accédé le 15/12/2003).

Beckers, Y., Wéry, O., Théwis, A., 2004. Potentiel zootechnique du froment d'hiver chez le poulet de chair. Livre Blanc « Céréales » FUSA et CRA Gembloux, février 2004.

Wéry, O., Beckers, Y., Théwis, A., 2003. Valorisation du froment d'hiver dans l'alimentation du poulet de chair. Livre Blanc « Céréales » FUSA et CRA Gembloux, février 2003.

9. Abréviations

EEFMS : indice d'efficience (european efficiency factor) exprimé sur base de la matière sèche

GQM : gain de poids quotidien moyen

j : jour

MAT : protéines brutes (matières azotées totales)

ml : millilitre

mPa.s : milliPascal seconde (unité de viscosité)

MS : matière sèche

N : azote

n : effectif utilisé

p : probabilité associée aux tests statistiques (risque d'erreur)

SEM : erreur standard sur la moyenne (dispersion des valeurs autour de la moyenne)