

9. Qualité froment

1	Aperçu de l'année écoulée	2
	<i>Récolte 2006 : pire, ça n'existe peut-être pas !</i>	<i>2</i>
2	Expérimentations, résultats, perspectives.....	4
	<i>Effets de la dureté des grains et du mode de présentation du froment sur la digestion de l'amidon chez le poulet de chair !.....</i>	<i>5</i>
	<i>Variabilité importante des caractéristiques des amidons de blés indigènes : vers une utilisation différenciée des lots</i>	<i>11</i>
3	Recommandations pratiques.....	18
	3.1 Récolter à maturité !	18
	3.2 Livrer des lots de qualité !	18
	3.3 De nouveaux débouchés !.....	19

1 Aperçu de l'année écoulée

Récolte 2006 : pire, ça n'existe peut-être pas !

G. Sinnaeve¹, A.M. Paridaens¹, J. Lenartz¹, J-L. Herman², L. Couvreur² B. Bodson³, F. Vancutsem⁴,
A. Falisse³, P. Dardenne¹, R. Oger⁵ et X. Frand⁶

L'année 2006 a été surtout marquée par des conditions de récolte très particulières. Les scénarii de 2004 et 2005 se sont reproduits mais en pire. Toute fin juillet, les blés étaient pratiquement à maturité et la récolte était prometteuse sur le plan de la qualité (hautes teneurs en protéines et indices Zélény élevés). Les moissons ont pu débuter toute fin juillet pour les situations affectées par le temps chaud et sec de juillet (variétés précoces, terres sablonneuses ou caillouteuses, ...). Certains froments ont cependant été récoltés alors que la maturité physiologique n'était pas encore atteinte. A partir du dernier week-end de juillet et durant tout le mois d'août, comme pour les deux campagnes précédentes, on n'a plus jamais bénéficié de plus de deux jours consécutifs de franc bon temps. Les récoltes se sont opérées par petites touches au gré des conditions météorologiques.

Dans le cadre de la réception des céréales, le premier critère est l'humidité avec des frais de séchage pouvant être importants. Le poids à l'hectolitre est le deuxième élément prépondérant : les PHL inférieurs à 72 kg/hl étant, en principe, déclassés en fourrager sans tenir compte d'autres paramètres de qualité. Puis, comme il fallait s'y attendre les valeurs de Hagberg ont commencé à baisser début août pour les variétés sensibles et des situations précoces non récoltées. Au fil du temps, de plus en plus de variétés et de situations ont été affectées au point que les lots ont été, à juste titre, systématiquement déclassés en fourrager à partir du 14 août. Au 28 août il restait encore quelques 60 000 hectares à battre. Dès lors, c'est une stratégie du "sauve-qui-peut" qui a été adoptée. Certaines parcelles, dont les pailles se sont affaïssées, étaient fortement germées au point que certaines parcelles ont du être ensilées (notamment dans le sud du pays).

¹ CRA-W. – Département Qualité des productions agricoles

² CRA-W. – Département Production Végétale

³ FUSAGx – Unité de Phytotechnie des régions tempérées

⁴ FUSAGx – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGA du Ministère de la Région Wallonne

⁵ CRA-W. – Biométrie, Gestion des données et Agrométéorologie

⁶ asbl Requasud

9. Qualité froment

Après trois campagnes au scénario identique, on commence à connaître les conséquences de ces conditions de récolte:

- Frais de séchage pouvant être importants,
- Déclassement des lots de panifiable en fourrager sur base du poids à l'hectolitre et du Hagberg avec pertes des bonifications subséquentes,
- Difficultés pour les négociants stockeurs de constituer des lots vers la meunerie,
- Difficultés de réceptionner et mettre en stockage des lots à la limite du "réceptionnable"
- Conséquences néfastes pour la production de semences,
- Pailles difficiles à rentrer et de piètre qualité, ...

Les moissons se sont terminées vers les 5-6 septembre avec un niveau d'ensoleillement qu'on n'avait pas connu durant tout le mois d'août. Les plus anciens se rappelleront de moisson au 5-6 de septembre mais pas avec des grains arrivés à maturité à la fin juillet.

Pour ce qui est de l'aptitude à la panification, les conditions de récolte ont été telles que 2006 est à ranger au rayon des mauvais souvenirs.

2 Expérimentations, résultats, perspectives

Deux articles résultant de travaux récents montrent que le froment peut être utilisé à d'autres fins que la filière meunerie-boulangerie avec pour corollaire des attentes spécifiques de ces filières.

Le premier article rédigé par des collègues de l'Unité de Zootechnie de la F.U.S.A.Gx et intitulé « Effets de la dureté des grains et du mode de présentation du froment sur la digestion de l'amidon chez le poulet de chair » traite de la qualité requise pour cette filière « alimentation animale ».

Le deuxième article intitulé « Variabilité importante des caractéristiques des amidons de blés indigènes : vers une utilisation différenciée des lots » ouvre des voies d'une utilisation différenciée des blés sur base des propriétés spécifiques de leur amidon.

Effets de la dureté des grains et du mode de présentation du froment sur la digestion de l'amidon chez le poulet de chair !

F. Piron⁷, C. Collin⁷, B. Bodson⁸, A. Théwis⁷ et Y. Beckers⁷

Introduction

En Wallonie, le froment (*Triticum aestivum* L.) est actuellement la céréale de choix pour l'alimentation du poulet de chair. En effet, sa culture y est très répandue et il peut représenter une part prépondérante du régime alimentaire. En fonction du cours du froment et du marché de la volaille, de nombreux aviculteurs céréaliers peuvent incorporer directement le froment produit sur l'exploitation à un pré-mélange commercial pour constituer le régime alimentaire de leurs poulets.

En cas d'autoconsommation, il existe plusieurs modes possibles de présentation du froment dans les rations des poulets de chair : entier, aplati ou broyé plus ou moins finement. Toutefois, la confection des régimes au sein même des exploitations, rend difficilement envisageable leur granulation. De tels mélanges sont donc classiquement distribués en l'état.

Chez le poulet, la dureté des grains de froment (blé tendre) peut avoir un impact sur les performances et la digestion. La dureté dépend essentiellement de l'origine génétique du froment (variété) et elle dénote la cohésion des granules d'amidon dans la matrice protéique de l'albumen. Au niveau technologique, la dureté intervient dans le comportement du grain à la mouture et sur la qualité des farines (granulométrie, endommagement de l'amidon, hydratation...).

La dureté est un paramètre mesurable facilement, rapidement et à faible cout, par spectrométrie infrarouge (NIR). Elle pourrait donc, le cas échéant, participer efficacement au choix de lots variétaux destinés spécifiquement à l'alimentation des poulets de chair.

Dans le cadre de la préparation d'aliments à base de froment et destinés aux volailles, la dureté des grains de froment interagit avec les paramètres de réglage des moulins sur la granulométrie des broyats. Cette granulométrie peut aussi influencer les performances zootechniques. La dureté pourrait aussi agir dans le gésier des volailles qui est lui même un instrument de broyage. Enfin, comme la dureté représente le degré de cohésion des granules d'amidon et des protéines dans l'albumen du grain de froment, elle pourrait également traduire le niveau d'interdépendance entre les deux processus digestifs de ces nutriments.

Cette diversité de modes et de lieux d'action complique la relation liant la dureté des grains de froment et les performances zootechniques et digestives du poulet. De plus, il est généralement difficile de séparer les effets directs de la dureté de ceux qui résultent de son

⁷ FUSAGx – Unité de Zootechnie

⁸ FUSAGx – Unité de Phytotechnie des régions tempérées

influence sur la granulométrie des farines. Une manière d'étudier distinctement l'effet direct de la dureté consiste à mesurer les effets de l'interaction entre le mode de présentation des grains de froment (broyage plus ou moins fin, grains partiellement introduits entiers dans les régimes) et leur dureté sur les processus digestifs.

Description de l'expérience

Cette expérience fait partie d'un travail de recherche dont l'objectif est de mieux comprendre l'impact de la dureté sur la digestion de l'amidon par le poulet de chair. Le cas échéant, le but est également de définir le(s) mode(s) de présentation du froment le(s) plus adéquat(s), chez le poulet, en fonction de la dureté des grains.

Un bilan digestif est réalisé entre l'âge de 34 jours et celui de 38 jours sur 108 poulets mâles (Ross 308). Ils sont répartis en 36 cages pour former un dispositif comprenant 6 traitements (3 présentations x 2 duretés) et 6 répétitions. Cette expérience est approuvée, sous la référence *fusagx 05/06*, par le comité d'éthique compétent. Le régime alimentaire (à partir de l'âge de 10 jours) est constitué de 60.0 % de froment, 20.7 % de tourteau de soja 46, 6.9 % de graines de soja toastées, 7.2 % d'huile de soja, d'acides aminés de synthèse, de minéraux et de vitamines. Les régimes ne sont pas granulés et sont distribués à volonté.

La première forme de présentation (**Fin**) correspond à du froment entièrement broyé à l'aide d'un moulin à marteaux équipé d'une grille dont les mailles circulaires ont un diamètre de 2 mm. La seconde présentation (**Grossier**) est relative à du froment entièrement broyé (moulin à marteaux, grille dont les mailles circulaires ont un diamètre de 5 mm). Les animaux affectés à la troisième modalité de présentation (**Entier**) reçoivent progressivement du froment entier à raison de 10 % (du régime total) entre j 10 et j 17, 20 % de j 17 à j 24 et 30 % à partir de j 24. Dans le cas du traitement Entier, le solde du froment (pour atteindre 60 % de froment dans le régime total) est broyé au moulin à marteaux à la grille de 2 mm. Ce broyat fin qui est utilisé complémentaiement aux grains entiers permet de réaliser facilement les régimes, malgré l'incorporation d'huile.

La variation du facteur dureté est obtenue grâce à l'emploi de deux lots de froment. Il s'agit des variétés **Deben** et **Folio** cultivées dans les mêmes conditions à Loncée et récoltées en 2005. Ces deux lots ont été choisis (parmi 7 lots disponibles et cultivés dans des conditions similaires) sur la base de leurs principales caractéristiques physico-chimiques : dureté, teneurs en amidon et en protéines brutes (6.25 x azote). La dureté des grains est mesurée par spectrométrie infrarouge (NIR), après standardisation des grains à 15.5 % d'humidité et mouture (Cyclotec 1093 de Foss-Tecator équipé d'une grille de 1 mm).

Principales caractéristiques des deux lots variétaux

Les deux lots variétaux de froment diffèrent fortement au niveau de la dureté des grains (tableau 1). Deben, qui peut être qualifié de soft, est nettement plus tendre que Folio qui peut être qualifié de hard. La dureté est, en effet, un critère principalement sous influence génétique.

9. Qualité froment

Tableau 1 - Caractéristiques des 2 lots de froment.

		Deben	Folio
Dureté		soft	hard
		27	82
MAT	% MS	11.5	12.7
Amidon	% MS	67	65

Malheureusement, une différence apparaît également (tableau 1) au niveau de la teneur en protéines (MAT = 6.25 x N). En effet, pour les 7 lots disponibles, la dureté a tendance à être corrélée à la teneur en MAT ($r = 0.72$, $p = 0.066$). La différence de teneurs en MAT des froments a notamment pour conséquence que le régime préparé avec Folio est légèrement plus riche en protéines que celui préparé avec Deben (21.6 vs. 20.9 % MS).

Granulométries des six aliments

La Figure 1 présente les granulométries des six mélanges alimentaires obtenus à partir des trois modalités de présentation des grains de froment provenant de deux lots de dureté différentes. Le mode de présentation des grains de froment influence clairement la granulométrie des mélanges alimentaires pour les deux duretés.

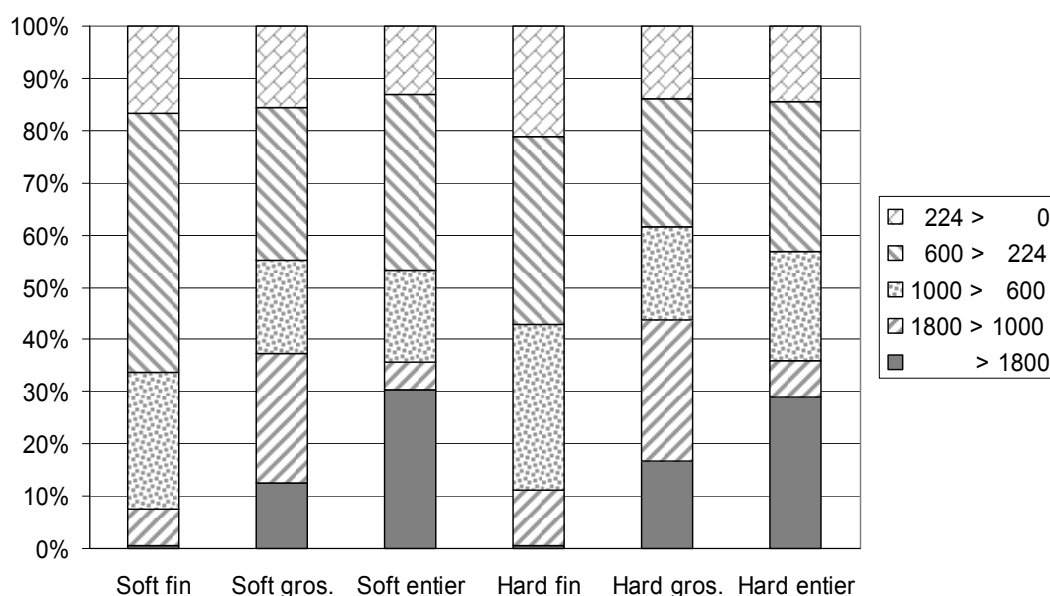


Figure 1 – Granulométries (tamis à mailles carrées dont les cotés sont mesurés en μm ; après dégraissage) des aliments préparés à partir des deux lots de froment (soft = Deben ; hard = Folio) présentés suivant trois modalités (broyage fin, broyage grossier et grains partiellement entiers).

La dureté (variété) a également une influence sur la granulométrie des mélanges alimentaires (Figure 1). Cet effet de la dureté (variété) est présent pour les trois modes de présentation mais diffère selon le cas. Dans le cas de la mouture fine (grille de 2 mm), la variété hard donne plus de fragments gros et moyens (entre 1 800 et 600 μm) et moins de particules fines (entre 600 et 224 μm) comparée à la variété soft. Pour la mouture grossière (grille de 5 mm), la variété hard donne plus de fragments gros et très gros (supérieurs à 1 000 μm) et moins de

particules fines (entre 600 et 224 μm) comparée à la variété soft. Enfin, dans le cas de l'introduction partielle de grains entiers (30 % du régime total sous forme de grains de froment entiers et 30 % du régime total sous forme de froment broyé à la grille de 2 mm), la différence entre la granulométrie de hard et de soft résulte de l'effet de la dureté sur le broyat fin utilisé complémentirement aux grains entiers.

Digestion de l'amidon chez le poulet

La dureté a un effet sur la variabilité de la digestion de l'amidon chez le poulet

Les quantités d'amidon excrétées par les différents groupes d'animaux sont caractérisées par des variabilités (écarts-types) relativement importantes (Figure 2). De plus, la dureté influence ces variabilités : les mesures sur la variété Folio (hard) sont plus variables que celles relatives à Deben (soft). Cette différence de variabilité se répercute au niveau du pourcentage de digestibilité (Figure 3).

A ce sujet, il a déjà été observé, chez le poulet, que les valeurs de digestion de l'amidon les moins favorables pouvaient être associées à de plus grande variabilité entre individus. Cela pourrait indiquer que les poulets (qui proviennent pourtant d'un même lot et d'une même souche) n'ont pas tous la même capacité à digérer l'amidon, notamment en situation jugée plus difficile.

L'effet de la dureté sur la digestion de l'amidon chez le poulet dépend du mode de présentation

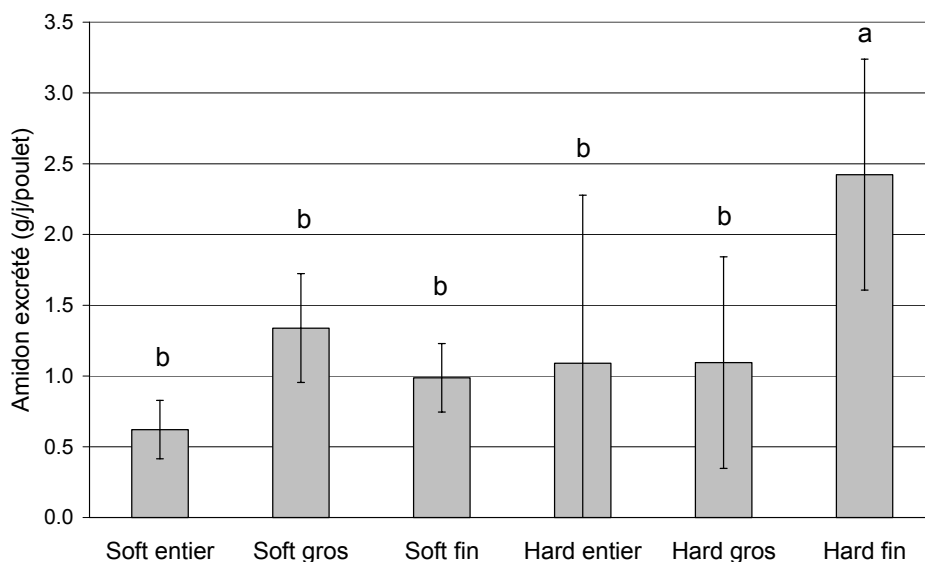


Figure 2 – Effets de la dureté des grains (soft = Deben ; hard = Folio) et du mode de présentation du froment (broyage fin, broyage grossier et grains partiellement entiers) sur l'excrétion fécale de l'amidon (g/j/poulet) du froment chez le poulet de chair : valeurs moyennes et écarts-types ; a, b : les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$).

9. Qualité froment

La digestibilité de l'amidon des grains hard (Folio) broyés finement (moulin à marteaux, grille de 2 mm) est significativement plus faible que celles relatives aux grains de cette variété broyés grossièrement (moulin à marteaux, grille de 5 mm) ou introduits partiellement (30 % de la ration totale, in fine) sous forme entière (Figure 3). Cette moindre digestibilité est associée à une excrétion plus importante d'amidon (Figure 2).

La digestibilité de l'amidon (Figure 3) de la variété Folio (hard) est significativement plus faible que celle relative à Deben (soft) lorsque ces deux froments sont broyés finement (moulin à marteaux, grille de 2 mm). Il semble donc que la dureté ait une influence sur la digestibilité de l'amidon lorsque les grains sont broyés finement (2 mm). En effet, les grains hard produisent, lorsqu'ils sont broyés finement, des particules légèrement plus grosses que les froments soft broyés de la même manière (Figure 1). Dans les deux cas, ces particules sont probablement trop petites pour être retenue dans le gésier et y subir efficacement son action mécanique. Les particules plus fines produites par les grains soft (broyés finement) seraient néanmoins suffisamment petites pour assurer une digestion facile de l'amidon dans l'intestin. Par contre, l'amidon des particules légèrement plus grosses produites par les grains hard (broyés de la même manière) serait moins accessible pour la digestion intestinale. La mouture fine dans un moulin ne semble donc pas pouvoir remplacer pleinement le travail du gésier dans le cas des grains hard.

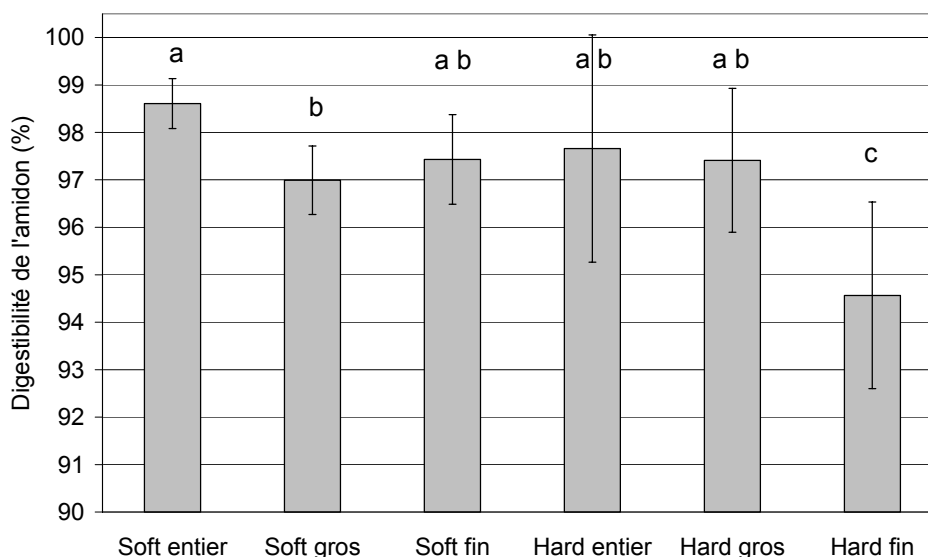


Figure 3 – Effets de la dureté des grains (soft = Deben ; hard = Folio) et du mode de présentation du froment (broyage fin, broyage grossier et grains partiellement entiers) sur la digestibilité fécale (%) de l'amidon du froment chez le poulet de chair : valeurs moyennes et écarts-types ; a, b, c : les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0.05$).

Par contre, cet effet de la dureté n'est plus mis en évidence lorsque les grains sont partiellement présentés entiers (30 % de la ration totale, in fine) ou lors du broyage sur la grille de 5 mm (Figure 3). Les grains entier et particules alimentaires obtenues par le broyage grossier des deux froments (hard et soft) sont probablement suffisamment gros (Figure 1) pour être retenus dans le gésier le temps nécessaire à leur broyage complet. D'autre part, l'ingestion de grains entiers entraîne classiquement un développement plus important du gésier. Pour ces deux modes de présentation, le gésier peut alors travailler efficacement

quelle que soit la dureté et fournir à l'intestin un bol alimentaire dans lequel l'amidon est facilement accessible pour la digestion.

Conclusions

La dureté (82 vs. 27) des grains de froment interagit avec la forme de présentation des grains sur la digestibilité de l'amidon du froment chez le poulet de chair. La mouture fine (2 mm) de la variété hard entraîne une diminution significative de la digestibilité de l'amidon.

Il reste néanmoins à étudier les duretés de valeurs intermédiaires et, le cas échéant, à définir un seuil de dureté au dessus duquel il serait déconseillé de broyer très finement les grains de froment.

Il est également observé que la variabilité de la digestibilité et celle de l'excrétion de l'amidon par le poulet sont plus importantes dans le cas du froment hard par rapport au froment soft.

Remerciements

Ce travail de recherche est financé par la Direction Générale de l'Agriculture du Ministère de la Région wallonne. Nous remercions R. Vanderbeck pour son assistance technique. Les mesures infrarouges de dureté des grains de froment ont été réalisées par le Centre wallon de Recherches Agronomiques (Département Qualité des Productions Agricoles).

Pour en savoir plus...

Carré, B., 2000. Effet de la taille des particules alimentaires sur les processus digestifs des oiseaux d'élevage. INRA Productions Animales 13:131-136. Accessible via : <http://www.inra.fr/productions-animales> .

Péron, A., Gomez, J., Mignon-Grasteau, S., Sellier, N., Derouet, M., Juin, H., Carré, B., 2005. Effet de la dureté du blé (*Triticum aestivum*) sur la digestion d'aliments granulés chez deux lignées divergentes de poulets de chair, sélectionnées sur le critère de l'EMAn. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St-Malo, 30 et 31 mars. 164-167. Accessible via : <http://www.journees-de-la-recherche.org> .

Piron, F., Beckers, Y., Ounissi, K., Bodson, B., Massaux, C., Lenartz, J., Théwis, A., 2006. Valorisation du froment d'hiver dans l'alimentation du poulet de chair : influence de la variété et de l'année de culture. Livre Blanc « Céréales » FUSA et CRA Gembloux, février 2006. Accessible via : <http://www.fsagx.ac.be/pt> .

Piron, F., Beckers, Y., Ounissi, K., Lenartz, J., Théwis, A., 2005. Comparaison de quatre variétés de blé d'hiver : effets de différents critères physico-chimiques sur les performances zootechniques du poulet. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St-Malo, 30 et 31 mars. 277-281. Accessible via : <http://www.journees-de-la-recherche.org> .

Piron, F., Collin, C., Bodson, B., Théwis, A., Beckers, Y., 2007a. Effets de l'interaction entre la dureté des grains et le mode de présentation du blé sur la digestion de l'amidon chez le poulet de chair. Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 mars. Accepté pour publication. Sera accessible via : <http://www.journees-de-la-recherche.org> .

Piron, F., Philippart de Foy, M., Théwis, A., Beckers, Y., 2007b. Comparaison de quatre modalités de présentation du blé chez le poulet de chair. Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 mars. Accepté pour publication. Sera accessible via : <http://www.journees-de-la-recherche.org> .

Abréviations

j : jour

MAT : protéines brutes = matières azotées totales = 6.25 x N

% MS : teneur exprimée sur la matière sèche

µm : micromètre = 0.001 millimètre

N : azote

9. Qualité froment

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

Variabilité importante des caractéristiques des amidons de blés indigènes : vers une utilisation différenciée des lots. (synthèse des résultats de 4 années de récolte)

C. Massaux⁹, B. Bodson¹⁰, A.-M. Paridaens¹¹, J. Lenartz¹¹, M. Sindic⁹,
G. Sinnaeve¹¹, P. Dardenne¹¹, A. Falisse¹⁰ et C. Deroanne⁹

Introduction

Depuis cinq ans, un projet de recherche, financé par le Ministère de la Région Wallonne, Direction générale de l'Agriculture, Direction de la Recherche, est mené en collaboration par la FUSAGx et le CRA-W en vue d'évaluer l'influence des facteurs de types génétiques et culturaux sur les caractéristiques physico-chimiques de l'amidon. Les relations existant entre la structure de l'amidon d'une part, et ses propriétés technologiques d'autre part sont également étudiées. Les aptitudes ou propriétés techno-fonctionnelles associées aux comportements physico-chimiques des amidons doivent en effet être de mieux en mieux connues et maîtrisées pour répondre correctement aux demandes des industries (agroalimentaires ou non) et de là accroître les débouchés.

Dans la précédente édition (2006) du Livre blanc, un premier article sur les résultats de cette recherche avait été consacré à montrer la grande variabilité observée aux niveaux des caractéristiques et des propriétés techno-fonctionnelles mesurées sur 10 variétés de froment.

Ce deuxième article a pour but de montrer que cette variabilité est vraiment très importante et stable d'une saison culturale à l'autre et qu'en plus par une phytotechnie appropriée il est possible de la maximiser en vue de produire des lots de blés présentant au niveau de l'amidon des propriétés particulièrement adaptées à une valorisation ciblée.

Variabilité de quelques caractéristiques et propriétés de l'amidon issu des froments

Sur une sélection de lots de grains bien différenciés produits sur le site de Loncée, l'amidon des échantillons est extrait par un procédé semi-pilote de type Batter. Différentes caractéristiques intrinsèques et propriétés fonctionnelles de l'amidon ont ensuite été mesurées. Quelques uns de ces paramètres sont présentés ci-dessous :

Propriétés de viscosité de l'amidon

Les propriétés de viscosité de l'amidon sont mesurées au micro visco-amylographe *Brabender*. Le test effectué permet d'évaluer les propriétés épaississantes et de gélatinisation de l'amidon durant le chauffage et le refroidissement. Il consiste en un chauffage d'une

⁹ FUSAGx – Unité de Technologie des Industries Agro-Alimentaires

¹⁰ FUSAGx – Unité de Phytotechnie des régions tempérées

¹¹ CRA-W. – Département Qualité des Productions Agricoles

suspension d'amidon de 30 à 95°C, suivi d'un maintien à cette température pendant 10 minutes puis d'un refroidissement à 50°C. Cette mesure est menée en présence d'un inhibiteur de l'activité alpha-amylasique afin d'éliminer l'influence éventuelle d'une activité enzymatique résiduelle présente dans l'amidon.

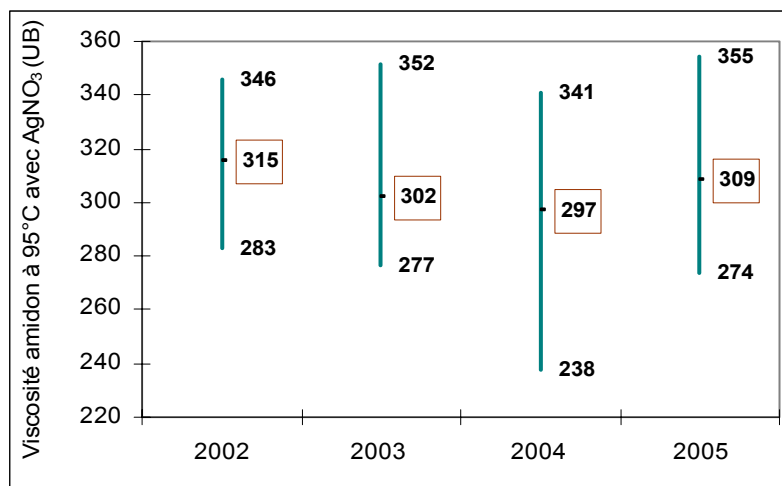


Figure 4 – Pic maximal de viscosité des amidons extraits à partir de variétés de blés indigènes, mesuré à 95°C en présence de l'inhibiteur de l'activité alpha-amylasique : moyenne et valeurs extrêmes des récoltes 2002 à 2005.

Les résultats de viscosité à chaud, présentés en Figure 4, montrent que les amidons provenant de lots distincts développent des propriétés de viscosité différentes lors d'un cycle de chauffage-refroidissement. Les écarts de comportement sont importants (100 UB, $\pm 30\%$ de variation) et laissent présager une certaine diversité d'applications industrielles suivant le process utilisé. Ces différences sont indépendantes des classements habituels des variétés en panifiables ou fourragères : certaines variétés fourragères développent des propriétés de viscosité plus élevées que les variétés panifiables, et inversement.

Les mesures répétées sur 4 années de récolte montrent également que les viscosités mesurées à chaud et après refroidissement des amidons sont globalement bien conservées d'une année à l'autre pour chacune des variétés étudiées, et cela malgré des conditions climatiques et par conséquent des conditions de remplissage des grains de blé très contrastées.

Distribution de taille des granules d'amidon

Au niveau microscopique, l'amidon de blé est composé de granules subdivisés en deux populations distinctes : des gros granules (10-35 μm), de forme lenticulaire et minoritaires en nombre, et des petits granules (1-10 μm) sphériques, majoritaires en nombre. La proportion relative de ces 2 types de granules dans l'amidon influence sa composition chimique, et par conséquent ses propriétés techno-fonctionnelles.

L'évaluation par diffraction laser (granulomètre Mastersizer 2000, *Malvern Instruments*) de la taille des granules d'amidon après extraction montre une diversité de taille en fonction des variétés (Figure 5). La comparaison des résultats obtenus à partir des 4 années de récolte étudiées indique également que la proportion de petits granules dans les amidons est globalement bien conservée d'une année à l'autre pour chacune des variétés. Il apparaît en

9. Qualité froment

outre que les amidons provenant des variétés fourragères ou au contraire panifiables ne sont pas automatiquement associés à une proportion élevée ou faible de petits granules dans leur amidon.

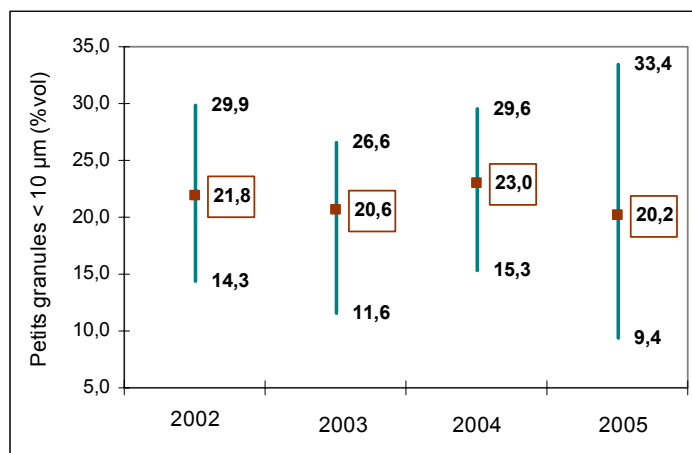


Figure 5 – Proportion (en volume) occupée par les petits granules d'amidon en fonction des variétés de blés indigènes : moyenne et valeurs extrêmes des récoltes 2002 à 2005.

Par leur composition chimique et leurs propriétés fonctionnelles différentes, les deux populations de granules sont susceptibles d'être chacune utilisées dans des applications ciblées. Par exemple, un amidon riche en petits granules constitue un bon substitut de matière grasse dans les aliments allégés tandis qu'un amidon riche en gros granules peut être incorporé dans les films plastiques pour leur conférer une certaine biodégradabilité.

Endommagement de l'amidon

Le taux d'endommagement des granules d'amidon a une grande influence sur la capacité d'absorption de la farine et sur l'accessibilité de l'amidon aux alpha-amylases. Il est fonction de la structure des grains de blé et des traitements mécaniques subis lors de la mouture. La mesure de l'endommagement repose sur la détermination ampérométrique de la cinétique d'absorption d'iode par une suspension très diluée de farine (doseur SD4 *Chopin-Dubois*).

En conditions de mouture identiques, les mesures effectuées indiquent des variations de l'endommagement de l'amidon en fonction des variétés étudiées (Figure 6). Au sein d'une même année, les écarts observés sont de l'ordre de 5 à 6 unités, correspondant à des endommagements respectivement faibles ou élevés. Parmi les échantillons sélectionnés, ce sont les amidons provenant des variétés fourragères qui développent les valeurs les plus faibles et qui seront de ce fait plus difficilement dégradées par les alpha-amylases.

Les mesures répétées sur les 4 années de récolte indiquent également que le classement entre variétés est globalement bien conservé d'une année à l'autre mais il apparaît clairement des différences entre les valeurs d'endommagement d'une année à l'autre, attribuables aux conditions climatiques et phytotechniques très contrastées de ces récoltes.

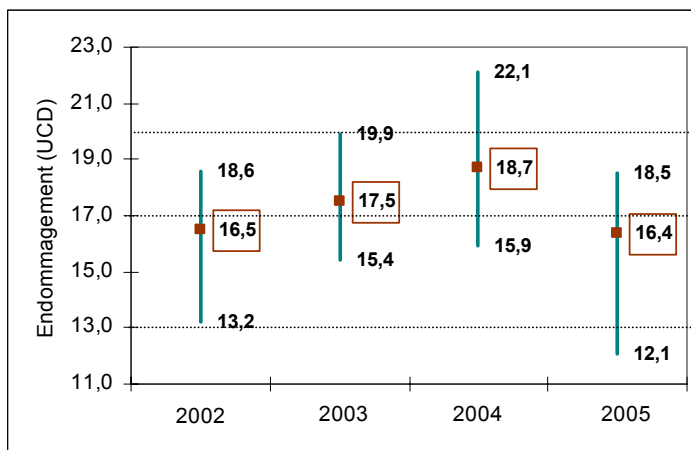


Figure 6 – Endommagement de l'amidon en fonction des variétés de blés indigènes étudiées : moyenne et valeurs extrêmes des récoltes 2002 à 2005.

Etude de l'impact du facteur « phytotechnie »

Un essai visant à caractériser l'impact de la phytotechnie sur les propriétés de gélification des amidons des grains avait été mis en place au cours de la saison 2004-2005. L'influence de différents paramètres culturaux tels que la date de semis, l'application de fongicide et la modalité d'application de fumures azotées sur les propriétés de viscosité des farines intégrales des blés a été étudiée sur huit variétés. Les paramètres culturaux étudiés étaient les suivants :

- Deux dates de semis : octobre et décembre
L'influence de la date de semis est hautement significative sur la viscosité des farines intégrales. Pour l'ensemble des variétés étudiées, un semis en octobre favoriserait une viscosité à 95°C plus élevée par rapport à un semis en décembre.
- Une ou pas d'application de fongicides
L'application de fongicide, bien qu'étant indispensable au bon développement de la culture, peut avoir un effet négatif sur les propriétés de viscosité des amidons. En effet, une différence moyenne de viscosité d'environ 100 centipoises est observée selon l'application ou pas d'une protection fongicide.
- Trois applications de fumures azotées (N_1 : 50-60-0 ; N_2 : 50-60-75 ; N_3 : 0-60-150)
Les trois types de fumures azotées diffèrent principalement par la quantité d'azote appliquée à la fraction de dernière feuille. Cette dernière fraction est destinée à assurer le remplissage maximum du grain. Les modalités d'application de fumure azotée influencent la viscosité des farines intégrales. Celle-ci est plus élevée lorsque aucune application d'azote au stade dernière feuille ($N_1=50-60-0$) n'est effectuée. Contrairement, une fumure renforcée au stade dernière feuille ($N_3=0-60-155$) implique une faible viscosité des farines.

9. Qualité froment

Ces influences des techniques culturales sont bien sûr moins fortes que celle due au choix variétal, mais lorsqu'on cherche à cumuler les effets en choisissant d'appliquer à des variétés présentant des propriétés de viscosité particulières, on obtient des résultats intéressants.

Afin de mettre en évidence l'additivité des influences respectives de ces trois facteurs culturaux à l'effet variétal, l'influence de trois phytotechnies ciblées (Tableau 2) sur les propriétés de viscosité a été étudiée sur les farines intégrales de huit variétés. Les résultats pour six de ces variétés sont présentés sur la Figure 7.

Tableau 2 – Caractéristiques retenues pour les trois phytotechnies ciblées

	Date de semis		Fongicide	Fumure azotée		
	Octobre	Décembre		50-60-0	50-60-75	0-60-155
Phytotechnie 1	X			X		
Phytotechnie 2	X		X		X	
Phytotechnie 3		X	X			X

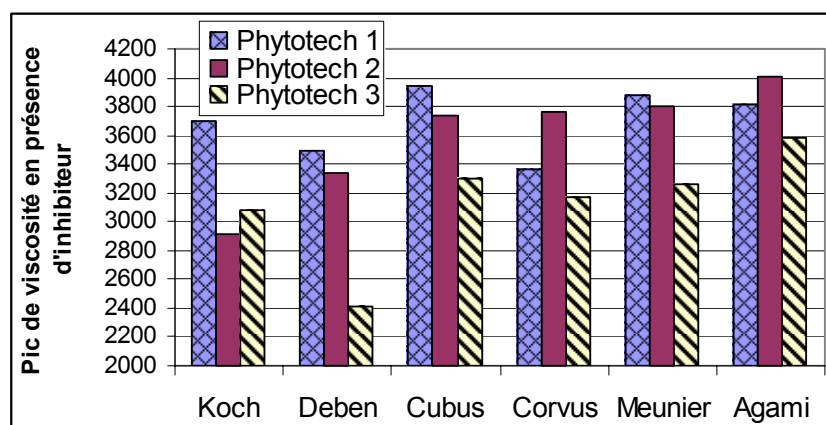


Figure 7 – Variabilité des pics de viscosité selon les phytotechnies appliquées.

Phytotechnie 1 sensée accroître le pic de viscosité: semis d'octobre, pas d'application fongicide, sous-fumure au stade dernière feuille (50-60-0)

Phytotechnie 2 représentant la phytotechnie la plus fréquemment utilisée : semis d'octobre, application fongicide, fumure classique (50-60-75)

Phytotechnie 3 visant à réduire le pic de viscosité: semis de décembre, application fongicide, fumure renforcée stade dernière feuille (0-60-155)

D'une part, les variétés réagissent différemment : en effet, pour une phytotechnie classique (phytotechnie 2), la différence de viscosité entre les variétés Koch et Agami atteint 1097 cP ce qui représente un gain de viscosité de 30%.

D'autre part, au sein d'une même variété, l'application d'une phytotechnie adaptée permet d'accroître les contrastes de viscosité. Par exemple, pour la variété Deben, une différence de viscosité de 1090 cP est constatée suite à l'application de la phytotechnie 1 par rapport à la phytotechnie opposée (phytotechnie 3), soit une différence relative de 30 %.

Enfin, des différences de viscosité importante apparaissent lorsque les facteurs variétaux et phytotechniques sont combinés. Par exemple, la différence de viscosité entre la variété Deben cultivée selon une phytotechnie 3 et la variété Agami cultivée selon une phytotechnie classique (phytotechnie 2) est de 1605 cP, soit une différence relative de 40 %.

A titre d'exemple, si l'on recherche à maximiser la viscosité au pic, les variétés et phytotechniques suivantes sont conseillées :

- Cubus et Meunier semées en octobre, sans application de fongicide et sans apport de fumure au stade dernière feuille (50-60-0).
- Agami semée en octobre, application de fongicide et fumure classique (50-60-75)

Pour une faible viscosité au pic, la variété Deben est conseillée avec un semis de décembre, une application fongicide et une fumure renforcée (0-60-155).

L'impact de la phytotechnie est donc non négligeable. Si, les propriétés de viscosité des moutures intégrales sont principalement influencées par les facteurs « variétés » et « dates de semis », des modalités d'application de la fumure azotée et de protection fongicide bien choisies permettent de maximiser les effets et d'accroître nettement la gamme de variabilité i. La variation de viscosité obtenue suite à l'application d'une phytotechnie adaptée à chaque variété peut atteindre dans certains cas 30 %. A l'avenir, il sera donc envisageable d'orienter la production des blés (choix des variétés et des itinéraires culturaux) de manière à obtenir un amidon dont les propriétés technologiques sont en adéquation avec une application industrielle précise.

Conclusions et perspectives

Les travaux de recherche réalisés soulignent l'importance de la variabilité des caractéristiques des amidons de blés indigènes. Les différences observées portent notamment sur la teneur en amidon, la distribution de taille des granules, et le rapport amylose/amylopectine. Elles induisent aussi des variations conséquentes aux niveaux du rendement d'extraction d'amidon, de la qualité de la séparation amidon/gluten, d'endommagement de l'amidon, de la capacité d'absorption en eau des farines ainsi que des paramètres de viscosité des empois d'amidon ou encore de la sensibilité aux attaques enzymatiques. Ces écarts de comportement sont tels qu'ils sont à même d'influer les processus de fabrication et laissent présager d'une certaine diversité d'applications industrielles tant alimentaires que non-alimentaires. La méconnaissance de ces variations peut cependant engendrer une variabilité non-maîtrisée dans les processus de transformation. Suite à l'automatisation des chaînes de traitement industriel, il devient en effet indispensable de connaître les variabilités admissibles des propriétés techno-fonctionnelles des matières mises en œuvre afin de les maîtriser.

3 Recommandations pratiques

3.1 Récolter à maturité !

Les circonstances particulières des trois dernières récoltes et plus encore celles de 2006 ne doivent pas inciter à récolter prématurément les froments. En effet, il est particulièrement important de récolter les froments à leur maturité physiologique c'est-à-dire au moment où tous les équilibres enzymatiques sont atteints.

Trop souvent, la décision de récolter est prise sur une seule mesure d'humidité effectuée avec des appareils dont le principe repose sur une mesure de conductivité électrique (humidimètres des négociants-stockeurs). Or les mesures obtenues avec ces appareils ne sont fiables que si le grain est à maturité. Sur des grains non encore mûrs récoltés à des températures élevées, il est fréquent que l'humidité mesurée juste après la récolte (par exemple de 18%) soit effectivement plus élevée (p.e. de 22%) quelques heures plus tard. Pour les négociants-stockeurs, les lots immatures peuvent poser d'énormes problèmes : échauffement dans les silos, manutention accrue, séchage et ventilation parfois en plusieurs opérations...

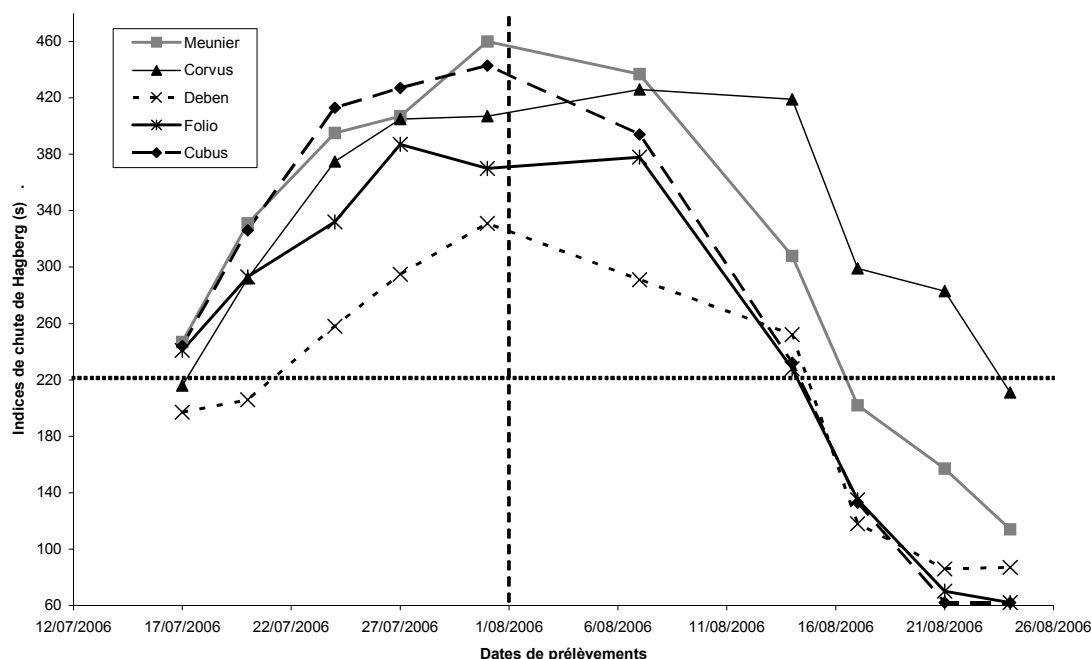


Figure 8 – Evolution de l'indice de chute de Hagberg au cours du temps.

Le suivi de l'évolution du Hagberg en fin de végétation des froments permet de détecter la maturité physiologique réelle des lots. Dans l'essai considéré, celle-ci était atteinte au 01/08. La mesure du Hagberg constitue un des meilleurs outils d'estimation de la maturité d'un lot. Un Hagberg faible en début de campagne est toujours le signe d'un manque de maturité. En principe, pour autant qu'on ait pas de longues périodes de pluies, la valeur de Hagberg reste à son maximum. Lorsque, après maturité, la culture a subi de longues périodes d'humidité très élevée, les processus enzymatiques liés à la germination s'enclenchent plus ou moins

rapidement en fonction notamment des variétés ; à partir de ce moment, la valeur de Hagberg commence à décrocher, la descente peut alors être très rapide.

3.2 Livrer des lots de qualité !

On ne peut pas nier que la qualité a été peu encouragée par la meunerie tant au niveau du négoce que de la culture, il n'empêche que tout lot de froment se doit d'atteindre une qualité minimale sous peine de se voir refuser la livraison.

En effet, ce n'est pas parce qu'on sort de 3 années de récolte particulières qu'il faut livrer des froments non mûres ou trop humides voire dégradés. Même en année de récolte difficile, l'attitude qui consisterait à livrer coûte que coûte sans se préoccuper du maillon suivant de la chaîne serait irresponsable.

3.3 De nouveaux débouchés !

En ce qui concerne la valorisation du froment en filière animale, il faut arrêter d'y envoyer ce qui ne convient pas aux autres filières. L'exemple donné plus haut pour les volailles est révélateur.

Vu les volumes nécessaires, le développement de deux grandes unités de production de bioéthanol (Alco-Biofuel à Gand et Biowanze à Wanze) va probablement modifier toute la réception des blés. Ces industriels, en collaboration avec Synagra (Syndicat national du commerce des céréales et autres produits agricoles) et avec les autres partenaires, seront amenés à créer une filière "cultures énergétiques". Immanquablement, ceci se traduira par la mise en place de normes de réception basées sur certains critères actuels (humidité, poids à l'hectolitre...) mais aussi sur d'autres critères tels que la teneur en amidon ou sa fermentescibilité. Les deux procédés industriels utilisés étant assez différents, on pourrait être amenés à définir des critères spécifiques pour chacun d'eux. Encore une fois, il s'agira d'assurer la meilleure adéquation entre les lots de blés et leur utilisation à des fins énergétiques. Plusieurs équipes de recherches, tant de la FUSAGx que du CRA-W, y travaillent.