

L'amidon natif du grain de blé : un composé naturel à valoriser par la connaissance de ses propriétés techno-fonctionnelles ?

C. Massaux¹, B. Bodson², J. Lenartz³, M. Sindic¹, G. Sinnaeve³, P. Dardenne³, A. Falisse² et C. Deroanne¹

1. Introduction

Le secteur amidonnier est en pleine croissance en Europe, en particulier dans un rayon d'environ 400 km autour de Bruxelles ; on compte en effet au moins 7 usines produisant ensemble plus de 2.000.000 tonnes/an d'amidon de blé, soit l'équivalent de près de 300.000 ha de blé. La part de l'amidon de blé est grandissante dans les investissements récemment réalisés en raison du régime des quotas en vigueur pour la fécule de pomme de terre et de la moindre disponibilité du maïs en Europe. Les avantages de l'amidonnerie de blé ont trait à la bonne valorisation des coproduits : sons, gluten vital, ... De plus, par rapport au maïs, le blé offre actuellement la garantie d'un amidon « OGM free ». L'amidon est largement utilisé dans l'industrie agroalimentaire, en particulier dans le secteur en plein développement des plats préparés, mais aussi de plus en plus dans l'industrie papetière, dans la pharmacie et dans la chimie notamment des plastiques. Dans ce domaine, l'amidon peut se substituer aux dérivés du pétrole avec comme double avantage que l'amidon est constitué de carbone renouvelable et que les bioplastiques issus de l'amidon sont biodégradables.

En vue d'une meilleure valorisation du blé indigène au niveau des filières meunerie-boulangerie, amidonnerie et alimentation animale ou encore non alimentaire, un projet de recherche est actuellement mené en collaboration par la FUSAGx et le CRA-W depuis quatre ans, financé par Le Ministère de la Région Wallonne, Direction générale de l'Agriculture, Direction de la Recherche. Les recherches entreprises dans le cadre de ce projet évaluent notamment 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.

¹ F.U.S.A.Gembloux – Unité de Technologie des Industries Agro-alimentaires

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

³ C.R.A.-W. – Département Qualité des Productions Agricoles

2. Etude de l'impact du facteur « variétés »

Par le choix de variétés bien différenciées, la variabilité des échantillons due à la génétique est particulièrement étudiée. Les variétés retenues combinent souvent une ou plusieurs caractéristiques particulières, telles que :

- la qualité boulangère (fourragère à panifiable supérieur),
- l'indice de chute de Hagberg et la propension à germer sur pied,
- la précocité (très précoce à très tardif),
- le poids spécifique (faible à élevé),

Sur une sélection de 10 variétés bien différenciées, l'amidon des échantillons est extrait par un procédé semi-pilote de type Batter. Les caractéristiques intrinsèques et les propriétés de viscosité de l'amidon sont ensuite évaluées.

2.1. 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 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.

Les résultats de viscosité à chaud, présentés en figure 1, montrent que les amidons provenant de variétés distinctes 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. Les mesures répétées sur 3 années de récolte (2002 à 2004) montrent en outre 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.

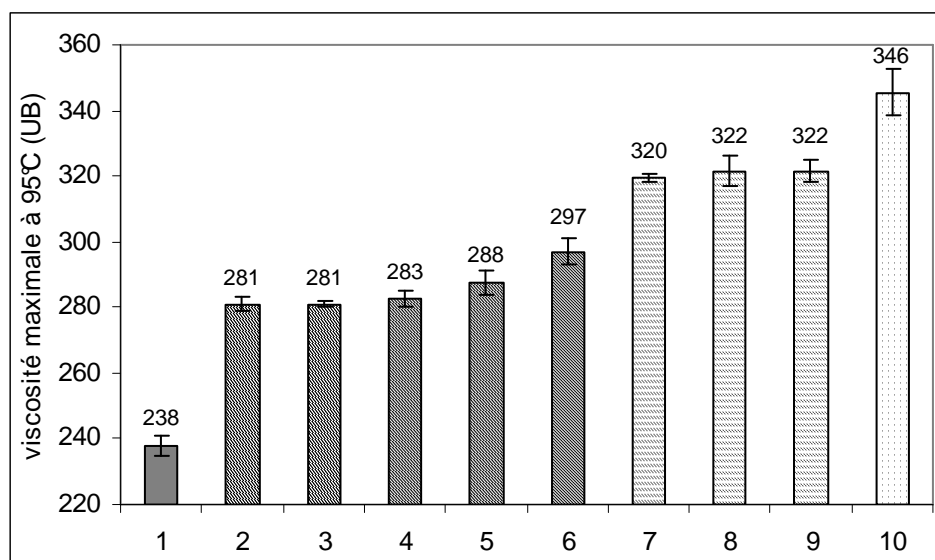


Figure 1 : Pic maximal de viscosité des amidons extraits à partir de 10 variétés de blés indigènes (récolte 2004), mesuré à 95°C en présence de l'inhibiteur de l'activité alpha-amylasique

Les variétés associées aux numéros 1, 3, 7 et 10 sont de type fourrager. Il est intéressant de constater que l'amidon de la variété 10 possède une viscosité à chaud très élevée alors qu'à l'opposé, la variété 1 présente une viscosité à chaud très faible. Ces différences indiquent qu'une variété de type fourrager, associée à une qualité de gluten plus faible, peut développer des propriétés de viscosité élevées, intéressantes à valoriser.

2.2. Propriétés intrinsèques de l'amidon

Les caractéristiques fonctionnelles de l'amidon, et notamment son comportement épaississant et gélifiant, découlent de ses propriétés physico-chimiques. Parmi celles-ci, la structure et la composition de l'amidon, ainsi que son endommagement ont été étudiés.

a) Structure granulaire de l'amidon

L'amidon de blé est composé de granules subdivisés en deux populations distinctes (schéma 1) : 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 technofonctionnelles.

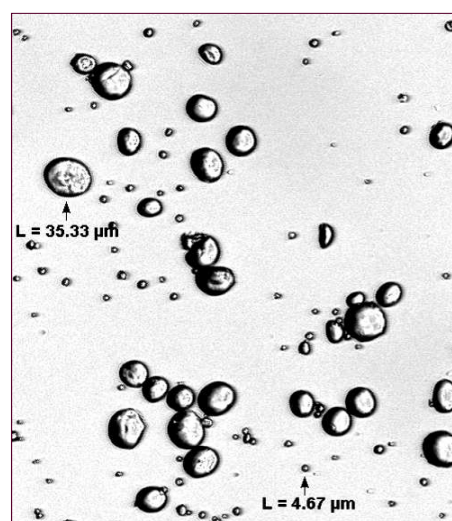


Schéma 1 : Représentation microscopique de l'amidon de blé

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 2). L'amidon provenant de la variété 3 présente une proportion plus élevée de petits granules par rapport aux autres variétés étudiées tandis que ceux provenant des variétés 10, 8 et 2 sont constitués d'une proportion plus élevée de gros granules. La comparaison des résultats obtenus à partir des 3 années de récolte étudiées montre en outre 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 également que les amidons provenant des variétés fourragères (10, 1, 7 et 3) ne sont pas regroupées dans une même partie du graphique. Une variété avec un faible gluten ne peut donc pas être automatiquement associée à une proportion élevée ou faible de petits granules dans son amidon.

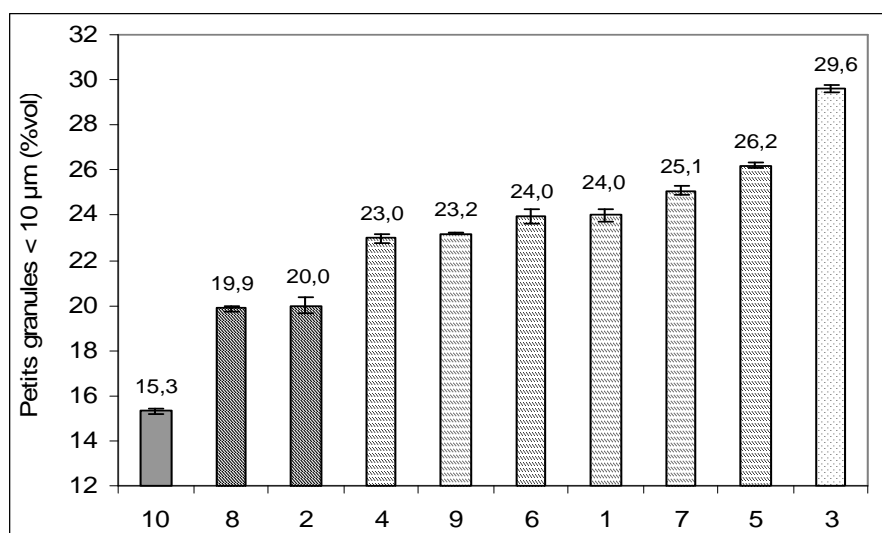


Figure 2 : Proportion (en volume) occupée par les petits granules d'amidon en fonction des 10 variétés de blés indigènes étudiées (récolte 2004)

La diversité de taille des granules d'amidon est un critère important pour l'industrie. Les petits granules sont par exemple plus résistants aux influences externes et moins enclins aux transformations physico-chimiques. Plus légers et majoritaires en nombre, ils sont entraînés dans les effluents de lavage et occasionnent des coûts supplémentaires. D'un point de vue physico-chimique, les petits granules sont caractérisés par une teneur plus élevée en lipides, notamment à leur surface, entravant le mouvement de l'eau vers l'intérieur du granule et induisant des viscosités à chaud et à froid moins élevées. Ils semblent en outre moins facilement attaqués par les alpha-amylases que les gros granules qui présentent des pores à leur surface facilitant l'entrée des enzymes.

Par leur composition chimique et leurs propriétés fonctionnelles différentes, les deux populations de granules sont susceptibles d'être chacune utilisées dans des applications ciblées. Pour les amidons de maïs ou de pomme de terre 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.

b) Composition chimique

La répartition granulométrique des grains d'amidon est directement liée au rapport amylose/amylopectine de l'amidon. Les granules d'amidon de blé sont en effet des entités semi-cristallines formées principalement de deux types de molécules, l'amylose (en général, 26 à 28%) et l'amylopectine (72 à 74%). Ces deux polymères ont des structures très différentes – l'amylose étant linéaire et l'amylopectine très ramifiée. Les teneurs respectives en amylose et amylopectine influencent les propriétés chimiques et technologiques d'un amidon telles que sa susceptibilité à l'hydrolyse enzymatique, ses propriétés gélifiantes et épaississantes, ...

Les teneurs en amylose, déterminées par réaction colorimétrique de l'iode avec l'amidon, varient légèrement (figure 3) en fonction des variétés étudiées ; des écarts maximaux de 4% en amylose sont en effet observés entre les échantillons. Les valeurs extrêmes sont associées à des amidons provenant de variétés fourragères (3 et 1), indiquant une nouvelle fois que la qualité du gluten et les caractéristiques de l'amidon ne sont nullement liées.

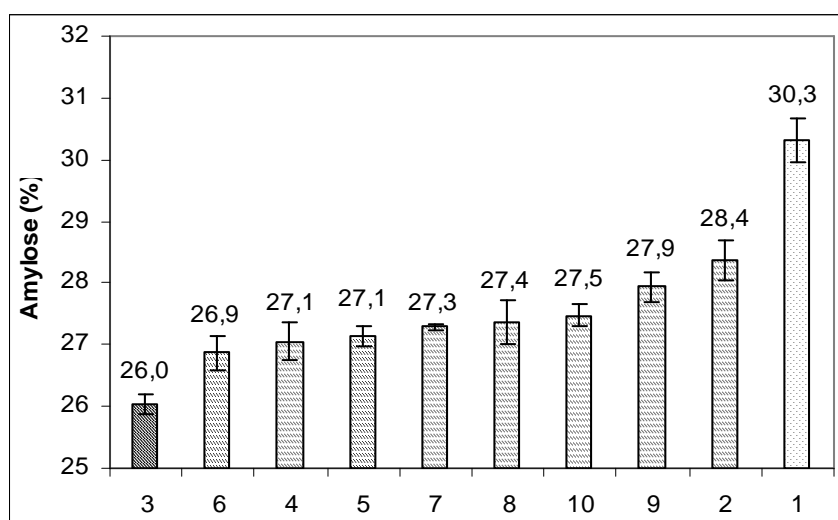


Figure 3 : Teneur en amylose de l'amidon en fonction des 10 variétés de blés indigènes étudiées (récolte 2004)

L'amylose et l'amylopectine jouent chacun un rôle déterminant dans la fonctionnalité finale de l'amidon naturel et de ses dérivés : viscosité, résistance au cisaillement, gélatinisation, solubilité, pouvoir adhésif, ... Un lien a par exemple été établi entre de faibles teneurs en amylose, une viscosité à chaud élevée, une faible tenue de la viscosité à chaud et un faible pouvoir épaississant à froid de l'amidon de blé.

c) Endommagement de l'amidon

Le taux d'endommagement des granules d'amidon est fonction à la fois de la structure des grains de blé et des traitements mécaniques subis lors de la mouture. Il a une grande influence sur la capacité d'absorption de la farine et sur l'accessibilité de l'amidon aux alpha-amylases. Un grain d'amidon endommagé a en effet perdu son intégrité et devient beaucoup

plus facilement accessible aux enzymes suite à la pénétration d'eau dans celui-ci. L'adsorption en eau d'un grain endommagé est de 3 à 5 fois supérieure à celle d'un grain intact, d'où une incidence importante sur le potentiel d'hydratation de la farine elle-même et sur la qualité ainsi que la machinabilité de la pâte. En pratique, le niveau d'endommagement d'un amidon est souvent ajusté en fonction de la destination de la farine (boulangerie, biscuiterie, biscotterie, ...) et pour chacune de ces utilisations, des modalités technologiques d'emploi (type de pétrissage, type de fermentation, durée du process, ...).

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*). L'iode est en effet absorbé moins vite par l'amidon natif que par l'amidon endommagé.

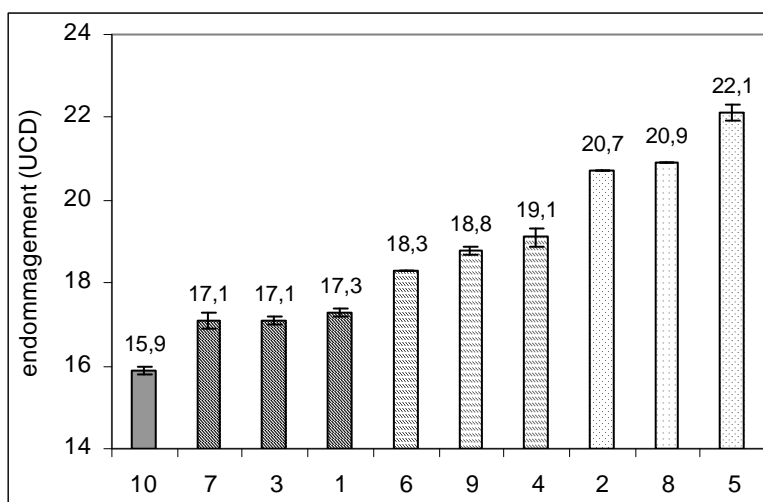


Figure 4 : Endommagement de l'amidon en fonction des 10 variétés de blés indigènes étudiées (récolte 2004)

En conditions de mouture identiques, les mesures effectuées indiquent des variations de l'endommagement de l'amidon en fonction des variétés étudiées (figure 4). Parmi les échantillons sélectionnés, les amidons des variétés 5, 8 et 2 présentent l'endommagement le plus élevé et seront donc plus sensibles à l'attaque enzymatique. A l'opposé, les amidons provenant des variétés fourragères (10, 7, 3 et 1), développent les valeurs les plus faibles et seront de ce fait plus difficilement dégradés par les alpha-amylases. Les blés de type fourrager présentent généralement un grain plus tendre que les blés panifiables, impliquant un mode de fracture différent de l'albumen au contact des cylindres lors de la mouture.

3. Conclusions et perspectives

Les résultats obtenus soulignent l'influence importante de la variété de blé sur les propriétés de l'amidon (viscosité à chaud et à froid, proportion de petits granules, endommagement de l'amidon, ...). Les différences mises en évidence pour plusieurs caractéristiques de l'amidon sont telles qu'elles sont à même d'influer sur les process industriels.

Les variations de proportion de petits granules (de l'ordre de 15 % en volume) en fonction de la variété vont par exemple influencer l'hydrolyse enzymatique. Les petits granules offrent en

effet, par leur teneur en lipides plus élevée et un accès en surface réduit, une moindre sensibilité à l'hydrolyse enzymatique et sont d'ailleurs aussi moins enclins aux transformations physico-chimique. Les différences observées aux niveaux des paramètres de viscosité à chaud de suspensions d'amidon, montrent des variations maximales de viscosité de l'ordre de 30% en fonction des variétés, et laissent présager de comportements différents de l'amidon lors de procédés industriels. Les différences mesurées pour la teneur en amylose, le rendement d'extraction, l'endommagement de l'amidon offrent des opportunités de valorisation mais la méconnaissance de ces différences peut également engendrer une variabilité non-maîtrisée dans les process de transformation.

Les résultats des recherches entreprises devraient permettre de mieux cibler les productions de blé en fonction des transformations et des utilisations finales des grains. En pomme de terre, il y a 20 ans, on cultivait essentiellement de la Bintje. A l'heure actuelle, en fonction des caractéristiques nécessaires à la fabrication de chaque produit dérivé de la pomme de terre, on propose à l'agriculteur des contrats de culture où sont précisés la ou les variétés et le mode de conduite de la culture. En fonction des débouchés du blé et en particulier de l'amidon de blé, il serait souhaitable d'entreprendre la même démarche. Le bénéfice escompté serait partagé entre l'entreprise transformatrice qui grâce à une matière première répondant mieux aux exigences de ses procédés verrait sa compétitivité améliorée et l'agriculteur qui serait assuré d'un débouché pour son blé. Pour l'agriculture wallonne, cette spécialisation d'une partie de sa production de blé limitera la mise en concurrence de ses exploitations céréalières de dimension moyenne avec celles d'autres régions bénéficiant de meilleurs atouts structurels.