

Qualité des protéines du blé tendre

La chromatographie : un outil pour comprendre la qualité des variétés

Au-delà de la quantité de protéines, connaître la qualité des protéines permet d'expliquer le comportement en panification des variétés.



En collaboration avec l'Inra pour aboutir dans son laboratoire à la mise au point d'une méthode de séparation des protéines par chromatographie, Profilblé®.

Mesurer la qualité des protéines

Il existe 2 grandes classes de protéines (figure 2).

- les protéines solubles : représentent 15 à 20 % des protéines et sont constituées d'albumines (15 %) et de globulines (5 %). Ce sont des protéines nécessaires au métabolisme des cellules.

- les protéines insolubles : forment un ensemble appelé le gluten et constituent les protéines de réserve du blé. Elles représentent 80 à 85 % des protéines du grain et sont constituées de 30 à 40 % de gliadines et de 40 à 50 % de gluténines. On a montré que les gliadines sont des protéines monomériques responsables des propriétés de viscosité et d'extensibilité des pâtes alors que les gluténines confèrent plutôt des propriétés d'élasticité et de ténacité.

Il existe des tests indirects pour mesurer la qualité des protéines, par exemple la mesure de l'indice de Zeleny ou la mesure de la teneur en gluten et du gluten index. Mais ces méthodes ne donnent qu'une appréciation globale de la qualité des protéines qu'il est difficile de corréler fine-

La teneur en protéines est un critère déterminant de la qualité boulangère d'une farine. Pour chaque variété, il existe une quantité minimum de protéines à atteindre pour garantir un bon comportement en panification. Par ailleurs, la relation entre teneur en protéines et qualité technologique est spécifique à chaque variété

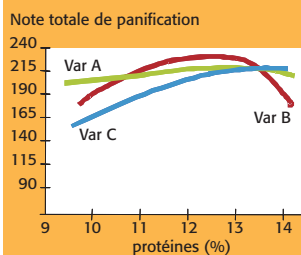
et la qualité de certaines variétés augmente avec la teneur en protéines alors qu'elle diminue pour d'autres (figure 1).

La quantité de protéines n'explique donc pas à elle seule tous les aspects de la qualité. Ceci est d'autant plus vrai lorsque l'on ne connaît pas la ou les variétés constitutives d'un lot.

En effet, les différentes classes de protéines et leurs proportions respectives jouent également un rôle capital dans la qualité boulangère. Des travaux de recherche ont mis en évidence les effets spécifiques des deux principaux groupes de protéines : les gliadines et les gluténines. Ils ont permis également de mettre

Une relation non linéaire

La relation entre teneur en protéines et comportement en panification est spécifique de chaque variété



au point des méthodes pour quantifier ces deux familles de protéines. ARVALIS-Institut du végétal a travaillé en colla-

Christine Bar L'Helgouac'h
c.bar@arvalisinstitutduvegetal.fr

Martine Giraud
m.giraud@arvalisinstitutduvegetal.fr

Cécile Cosson
c.cosson@arvalisinstitutduvegetal.fr

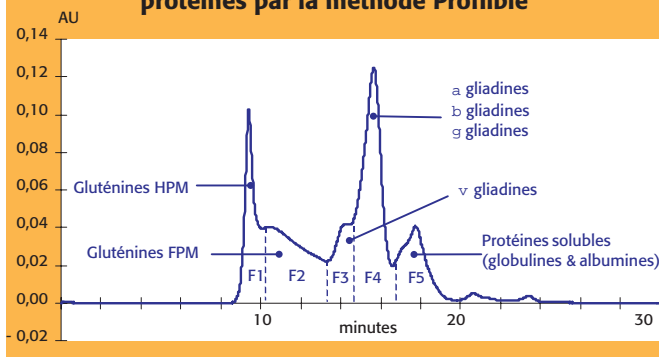
ARVALIS – Institut du végétal

2 Les différentes classes de protéines du blé

PROTEINES DU BLE			
PROTEINES SOLUBLES 15 à 20 %		GLUTEN : protéines de réserve 80 à 85 %	
Albumines PM = 5 à 30000 ≠ 15 %	Globulines PM = 20 à 90000 ≠ 5 %	Gliadines monomériques PM = 25 à 75 000 ≠ 40 à 50 % Liaisons S-S intramoléculaires viscosité extensibilité	Gluténines polymériques PM > 100 000 ≠ 35 à 40 % Liaisons S-S intermoléculaires élasticité ténacité
		gliadines	gliadines gliadines gliadines
		LMW 70 - 80 % PM = 30 à 50 000	LMW 20 à 30 μ PM = 60 à 90 000
		pauvres en soufre	
		riches en soufre	

3 5 pics bien distincts

Chromatogramme obtenu après séparation des protéines par la méthode Profilblé®



ment avec le comportement boulanger d'une variété. Ainsi, une variété dont l'indice de Zeleny est supérieur à 40 sera très probablement une variété de force ou de très bonne qualité. À l'opposé, une variété dont l'indice de Zeleny est inférieur à 20 sera probablement une variété de mauvaise qualité boulangère mais entre ces deux chiffres, pour une même valeur de 25 - 30, on peut avoir un BPS (Apache, Orvantis), un BPC (PR22R28) ou un BAU (Exalto).

C'est pourquoi beaucoup de travaux de recherche se sont orientés sur la mise au point de méthodes pouvant mesurer directement le plus rapidement possible, de la façon la plus fiable et la plus répétable, la quantité des différentes classes de protéines (gliadines, gluténines) responsables des propriétés de ténacité et d'extensibilité des pâtes.

Pour séparer et quantifier les protéines du blé tendre, ARVALIS-Institut du végétal, en collaboration avec l'Inra,

a choisi de travailler par chromatographie Liquide Haute Performance d'Exclusion de taille et a mis au point la méthode Profilblé® (Morel et al, 2000) (figure 3).

Le profil protéique explique le comportement de la pâte

Le profil protéique est spécifique à chaque variété et à sa classe technologique. Il est un facteur d'explication du comportement de la pâte boulangère (figure 4).

* Les variétés riches en gluténines donneront des pâtes plutôt tenaces et, à l'opposé

Profilblé® livre 5 variables

La méthode Profilblé® permet de quantifier la composition protéique de la farine de blé tendre

Les protéines sont tout d'abord extraites en totalité de la farine par l'action successive de la température puis des ultrasons. Elles sont ensuite injectées sur une colonne remplie par un gel de silice poreux. Les protéines les plus grosses passent entre les pores de la colonne et sortent les premières. À l'opposé, les protéines les plus petites pénètrent à l'intérieur des pores des billes de silice et sont retenues plus longtemps à l'intérieur de la colonne. Les protéines sont ainsi séparées dans le temps selon leur taille et donc leur nature moléculaire.

Après passage dans un détecteur UV, on obtient un chromatogramme spécifique de la farine. La proportion de chaque classe de protéines est déduite de la surface située sous le pic correspondant.

L'analyse conduit à l'obtention de 5 variables :

- % F1 : % gluténines de haut poids moléculaire
 - % F2 : % gluténines de faible poids moléculaire
 - %F3 : % de v gliadines
 - % F4 : % de a b et g gliadines
 - % F5 : % de protéines solubles
- et deux ratios F1/F2 et rapport gliadines/gluténines (F3+F4/F1).

Une séparation selon le poids moléculaire

Chemin des protéines dans la colonne remplie de billes de silice poreuses



4 La qualité des protéines dépend de la variété

Variétés	Teneur en gluténines de haut poids moléculaire (%F1)	Teneur totale en gluténines (%F1 + %F2)	Teneur en gliadines à 11% de protéines (%F4)	F1/F2	Gliadines /Gluténines
Biscay (BAU)	11,8	35,8	39,1	0,49	3,98
Soissons	15,2	38,4	37,1	0,65	2,96
Orvantis	14,3	39,1	35,9	0,58	3,01
Quatuor	15,6	40,4	33,9	0,63	2,74
Baltimor	15,8	40,9	32,7	0,65	2,60

une teneur trop faible en gluténines de haut poids moléculaires (% F1 < 12,5) signe un blé impanifiable de type BAU.

* La teneur en gliadines est un facteur d'origine génétique, mais sa proportion dépend aussi de la quantité de protéines de la variété. En effet, il existe une relation linéaire, spécifique à chaque cultivar, entre les teneurs en gliadines et en protéines. Une quantité trop importante de gliadines confèrera à la pâte des propriétés marquées d'extensibilité. À l'opposé, des quantités de gliadines inférieures à 34 % donneront des pâtes tenaces.

* Le ratio F1/F2 est un marqueur de l'élasticité de la pâte. Un ratio élevé (>0,6) indique une élasticité importante de la pâte (Soissons par exemple). À l'opposé un ratio faible (<0,55) est celui d'une pâte manquant d'élasticité (Charger par exemple).

* Le ratio gliadines/gluténines (F3 + F4/F1) est un indicateur de l'équilibre entre élasticité et extensibilité de la pâte. En panification française, on recherche un compromis entre ces deux caractéristiques avec assez d'extensibilité pour pouvoir allonger une boule de pâte en baguette mais aussi une certaine tenue de la pâte pour éviter sa déformation au cours de la cuisson sur sole (sans moule qui pourrait retenir une pâte un peu trop souple).

Le ratio idéal est de 3, mais il évolue en augmentant avec la teneur en protéines.

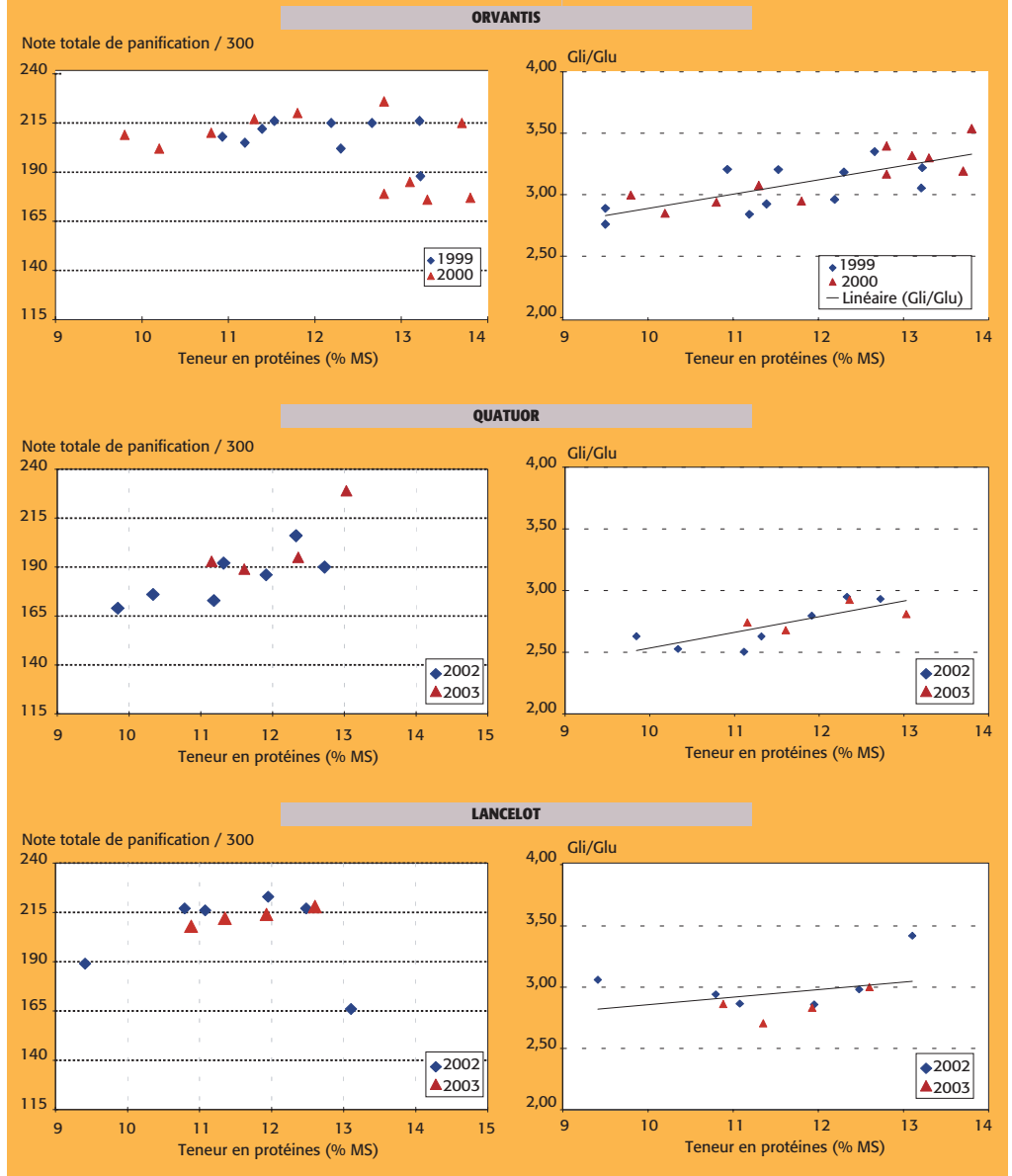
Une variété comme Quatuor, qui a un ratio gliadines/gluténines aux environs de 2,5 à 10-11 % de protéines, doit atteindre un minimum de 12 % de protéines pour avoir un rapport proche de l'équilibre et une qualité boulangère améliorée.

Une variété comme Orvantis présente un optimum de qualité boulangère jusque 12% de protéines et se dégrade au-delà, quand le ratio gli/glu devient trop élevé.

Une variété comme Lance-

A l'équilibre entre élasticité et extensibilité de la pâte, la qualité boulangère est optimale

5 Rapport gliadines/gluténines et qualité boulangère (méthode CNERNA)



lot montre une qualité boulangère stable sur une large gamme de teneur en protéines. Son ratio gli/glu évolue peu avec la teneur en protéines et reste autour de 3 (figure 5).

Les profils chromatographiques des variétés sont additifs ; on peut donc également se servir de ces résultats pour raisonner les mélanges de variétés complémentaires dans l'objectif d'optimiser la qualité boulangère d'une farine.

Plus d'azote = plus de gliadines

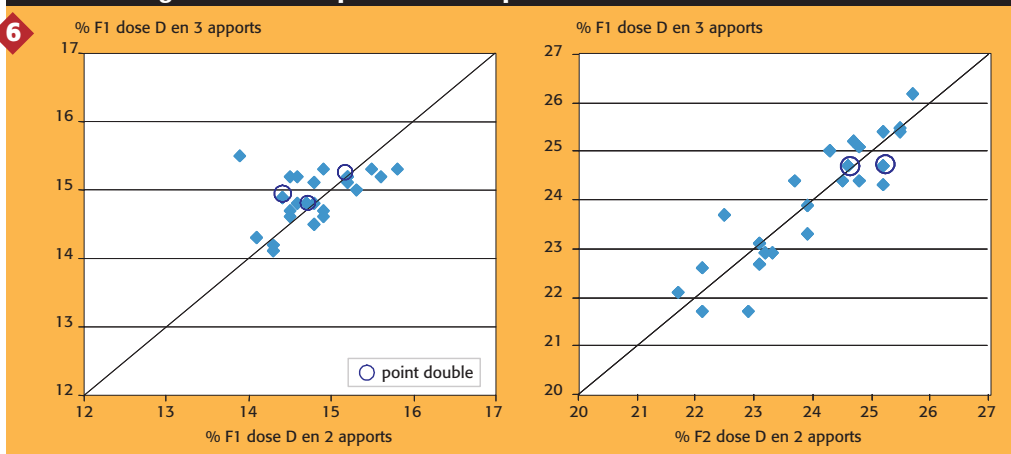
De nombreuses études ont été réalisées sur l'influence de la fertilisation azotée sur la quantité de protéines. Elles ont mis en évidence que la teneur en protéines augmente linéairement avec la dose d'azote apportée en culture et que le fractionnement des apports, notamment les apports tardifs, est un facteur favorable, à dose totale équivalente, à l'augmentation de la teneur en protéines. Les préconisations en terme de fertilisation ont alors évolué avec la mise au point d'outils de pilotage de la fertilisation azotée. Ils permettent de « réserver » une part de la dose d'azote totale nécessaire à la culture (estimée par exemple par la méthode des bilans), d'évaluer les besoins de la plante au stade montaison et de raisonner l'apport d'une dose supplémentaire permettant d'assurer le rendement mais aussi une quantité de protéines.

Ces méthodes de fractionnement de l'azote avec apports tardifs ont été critiquées car elles étaient supposées favoriser la synthèse de protéines solubles, néfastes à la qualité boulangère du blé, au détriment des protéines du gluten.

Pendant plusieurs années, les laboratoires d'ARVALIS - Institut du végétal ont travaillé sur la relation entre fertilisation azotée et qualité des protéines et montré que :

- la teneur en gluténines est un facteur essentiellement varié-

La teneur en gluténines n'est pas influencée par le fractionnement de la fertilisation azotée



tal, même si elle peut varier légèrement suivant les lieux et les années. Pour une variété donnée, les fractions F1 et F2 restent globalement constantes lorsque le taux de protéines évolue et ce, quel que soit le mode de fertilisation azotée (dose, nombre et date des apports d'azote) (figure 6).

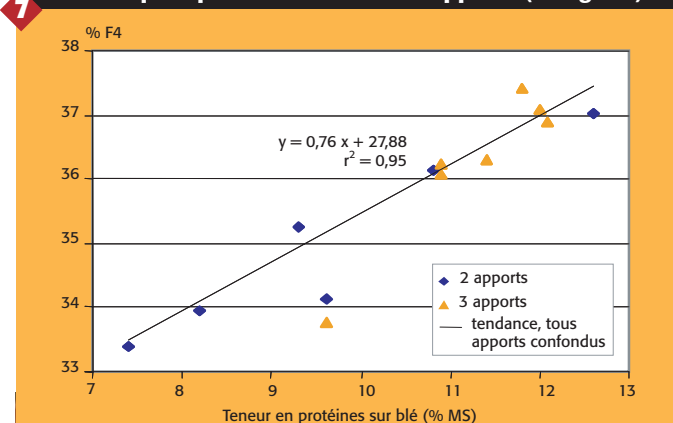
- la teneur en gliadines est en revanche une caractéristique très dépendante du milieu, notamment de la teneur en protéines de la variété. Elle augmente linéairement avec la dose d'azote apportée, mais ni le fractionnement, ni la date des apports azotés n'ont une influence sur la relation. Pour une variété donnée, c'est la teneur en protéines qui détermine le profil protéique d'une farine et non pas la façon dont elle a été obtenue au travers des techniques de fertilisation (figure 7).

- dans aucun cas le fractionnement de l'azote ne favorise la synthèse de protéines solubles. Au contraire, la proportion de protéines solubles (F5) décroît lorsque la teneur en protéines augmente (figure 8).

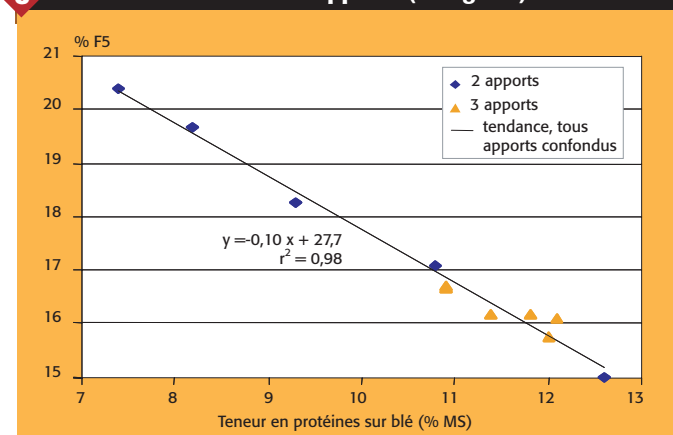
Trier par infrarouge

Dans le cadre d'une collaboration avec le CCFRA - Dr Sam Millar, (Campden and Charleywood Food Research Association, UK) ARVALIS - Institut du végétal a travaillé sur le développement de calibrations infrarouge des principales variables décrivant la qualité des protéines d'une fa-

La teneur en gliadines augmente avec la fertilisation azotée quel que soit le nombre d'apports (Isengrain)



La proportion de protéines solubles diminue avec l'augmentation de la dose d'azote quel que soit le nombre d'apports (Isengrain)



**Vous êtes connecté à Internet
et vous cherchez un outil simple et rapide
qui vous aidera dans le choix de vos variétés
de blé ?**

Culti-LIS® Blé tendre

Toutes les variétés de blé inscrites au catalogue français

● Accédez rapidement aux informations variétales

Une fiche complète pour chaque variété : valeur technologique, commentaires régionalisés,...

● Sélectionnez facilement les variétés répondant le mieux à vos préoccupations

Tri des variétés sur un seul ou sur plusieurs critères

● Consultez simplement les résultats des regroupements d'essais et les préconisations pour votre région

Comportement pluriannuel, synthèse des données de récolte, ...



Démonstration interactive sur le site www.arvalisinstitutduvegetal.fr

Culti-LIS® Blé tendre est accessible via un réseau Intranet/Extranet ou par abonnement individuel.

Pour plus de renseignements ou pour vous abonner :

www.arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS - Institut du végétal
Service Communication Internet
91720 BOIGNEVILLE

Tél. : 01 64 99 22 00 - Fax : 01 64 99 23 29
services@arvalisinstitutduvegetal.fr



ARVALIS
Institut du végétal



OAP136

rine. Il a été possible, sur 310 échantillons de farine représentant des blés anglais et français, de mettre au point, sur un appareil de type NIRS 6500, des calibrations satisfaisantes pour trier des variétés sur la base du profil chromatographique de leur farine.

En revanche, le travail de calibration conduit sur grain entier n'a pas permis d'obtenir des performances identiques. En effet, il devient difficile de calibrer la qualité des protéines d'une farine à partir de grains entiers, la phase de réduction du blé en farine s'étant révélée une étape clé (figure 9). ■

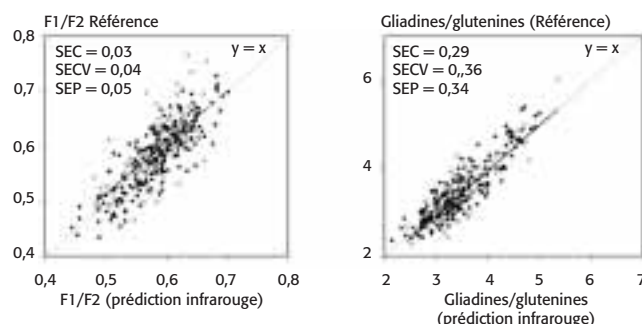


Pour en savoir plus :

- Morel M.H., Dehlon P., Autran J.C., Leygue J.P., Bar L'Helgouac'h C., 2000. Effects of temperature, sonication time and power settings on size distribution and extractability of total wheat proteins as determined by size-exclusion high-performance liquid chromatography. *Cereal Chemistry*, 77 (5), 685-691.
- Bar L'Helgouac'h C., Lebrun D., Salvo L., Dubois M., 2001. Fertilisation azotée : quelles conséquences sur la qualité des protéines du blé tendre ? *Perspectives Agricoles* n° 266, 20-25
- Daniel C., Tribou E., Bar L'Helgouac'h C., 2001. Accumulation et composition des protéines du blé tendre : les protéines sont fortement contrôlées par le milieu. *Perspectives Agricoles* n°267, 14-19
- Bar L'Helgouac'h C., 2002. La mesure du test de Zeleny. *Perspectives Agricoles* n°275, 34-35.
- Bar L'Helgouac'h, 2002. Climat et qualité – Récolte 2002. *Industries des Céréales* n°130, 19-23.
- Bar L'Helgouac'h, 2004. 2003. Des contraintes climatiques extrêmes, peu de quantité mais un crû de qualité. *Industries des Céréales* n°136, 17-22.

Performances des calibrations développées sur la farine

9 Performance des calibrations infrarouge de la qualité des protéines mesurée avec la méthode Profilblé®



(les cercles vides et pleins représentent respectivement les populations de calibration et de validation)

SEC (erreur de calibration) : erreur entre le ratio prédit par infrarouge et celui mesuré pour les échantillons de calibration
SECV (erreur de validation croisée) : erreur entre la valeur mesurée et la valeur prédite par infrarouge pour un sous-ensemble des échantillons de calibration pris pour valider la calibration
SEP (erreur de prédiction) : erreur entre la valeur prédite et la valeur mesurée pour la population de validation.

Sources : Sam Millar (CCFRA), Cécile Cosson (ARVALIS - Institut du végétal)