

Maîtrise de la Production de Blé en Agriculture Biologique et des Procédés de Mouture Adaptés à la Fabrication de Farine de Haute Densité Nutritionnelle

Rapport final Contrat AQS n°2001 / FN 18

B. Taupier-Létage
ITAB

1. Contexte et enjeux

La filière céréales biologiques présente un déficit important de production en France (sur environ 200 000 tonnes de céréales consommées annuellement en France, la moitié de ces céréales sont importées).

Les céréales fournissent une part importante des besoins énergétiques et protéiques de la population. Elles demeurent un aliment indispensable à l'équilibre alimentaire et leur consommation est largement recommandée pour améliorer l'effet prévention de la santé par l'alimentation.

Pour se développer, la filière blé biologique doit se décliner selon trois axes principaux :

- améliorer la teneur en protéines des blés ; celle-ci joue prioritairement sur les qualités technologiques de la farine et donc sur la panification.
- améliorer la qualité nutritionnelle des blés donc leur composition en minéraux et micronutriments.
- adapter les techniques de mouture et de panification pour une conservation maximale des minéraux et micronutriments contenus dans les blés.

2. Rappel des objectifs :

Les objectifs principaux sont :

- d'améliorer les connaissances sur la variabilité de la teneur en protéines, minéraux et micronutriments liée aux variétés de blé et à la fertilisation en agriculture biologique.
- de préciser l'effet de la technologie sur la qualité des farines obtenues et adapter les techniques de mouture et de panification pour une conservation maximale des minéraux et micronutriments contenus dans les blés.

Ces travaux doivent contribuer à aider la filière biologique à choisir les itinéraires techniques (choix des variétés de blé, conduite de la fertilisation, technique de mouture) qui permettront de fabriquer des farines de haute densité nutritionnelle, et d'obtenir des pains aptes à satisfaire le consommateur de produits biologiques.

Cette mise en adéquation avec la demande permettra de développer le marché, et par conséquent d'accélérer le développement de la production des céréales biologiques en France.

3. Déroulement du programme et partenaires impliqués dans le projet.

Ce travail a vu la collaboration de différentes équipes de l'INRA (UMR IATE et UMR U3M), d'Arvalis Institut du Végétal (Service des Etudes Economiques, Laboratoire de la Qualité des Céréales, Stations Régionales) et de l'ITAB (Commissions Grandes cultures et Qualité).

Les partenaires se sont réunis régulièrement, soit physiquement (Paris, Valence, Montpellier), soit en réunion téléphonique, pour organiser le travail, faire le point sur les travaux en cours et discuter et interpréter les résultats obtenus. La réunion sur la Drôme a permis de visiter les essais réalisés à Etoile ; celle de Montpellier, au Laboratoire de l'INRA UTCA a montré aux différents partenaires le moulin à meules et sa mise au point pour un fonctionnement optimum, ainsi que la fabrication des farines.

Les échantillons de blé ont été produits en région Centre (Indre et Loire et Loir et Cher) et dans la Drôme, sur des sites cultivés en agriculture biologique et en agriculture conventionnelle. Le suivi précis de ces sites a permis d'obtenir des échantillons très bien caractérisés.

A la récolte, ces différents échantillons ont été envoyés à la Station Arvalis de Boigneville (91), où ils ont été triés et homogénéisés. Puis ils ont été expédiés au Laboratoire de l'INRA- UTCA à Montpellier pour la réalisation des moutures sur cylindres et sur meules. Les farines obtenues ont ensuite été réparties dans les différents laboratoires pour étude et tests divers.

Partenaires impliqués dans le programme et répartition des travaux

Abécassis Joël Chaurand Marc Morel Marie Hélène	INRA- IATE	Etude de la valeur meunière et mesure de la granulométrie des farines. Tests de caractérisation de l'aptitude au fractionnement des échantillons de blé
Bar L'Helgouach Christine Fischer Jacky	Arvalis	Analyses de composition courante (protéines, cendres, amidon endommagé, fibres, matières grasses). Caractérisation des propriétés rhéologiques. Tests de panification
Bernicot Marie-Hélène	Arvalis	Evaluation des variétés de blé
Bonnefoy Michel	Arvalis	Mise en place et suivi des essais dans la région Centre
Fontaine Laurence	ITAB	Commission Grandes Cultures ITAB
Mangin Michel	Arvalis	Mise en place et suivi des essais dans la Drôme
Rémésy Christian	INRA- U3M	Analyse des minéraux et micronutriments dans les différents échantillons de blé.
Taupier-Létage Bruno	ITAB	Commission Qualité ; Coordination administrative et technique
Viaux Philippe	Arvalis	Service des Etudes Economiques ; Coordination scientifique et technique

4. Synthèse

En panification traditionnelle, on utilise des blés avec des teneurs en protéines moyennes à élevées et des farines de type 55 obtenues avec des moulins à cylindres.

En agriculture biologique, on utilise généralement des farines de type 80, voire plus complètes, obtenues avec des moulins à meules. Les blés ont souvent des teneurs en protéines plus faibles qu'en conventionnel, ce qui peut poser parfois des problèmes de panification. De plus, la panification est souvent réalisée avec du levain.

Dans cette synthèse, nous étudierons la variabilité et l'influence des principaux facteurs intervenants sur les qualités technologique et nutritionnelle (voir Tableau 1).

4.1. Etude de la qualité boulangère

4.1.1. Influence de la teneur et de la qualité des protéines

Le plus souvent, pour acheter les blés, les opérateurs se basent sur le taux de protéines d'un échantillon, indépendamment de la variété que souvent ils ne connaissent pas.

La teneur en protéines est un critère déterminant pour la qualité boulangère d'une farine. Il existe un seuil minimum pour pouvoir prétendre à une certaine qualité. Même en production biologique, les meuniers imposent d'atteindre au minimum 10%, voire 10.5% de protéines. En 2002, les deux tiers des échantillons biologiques n'auraient pas intéressé les meuniers.

Dans nos essais, les blés biologiques présentent des teneurs en protéines significativement plus faibles qu'en conventionnel sur les deux campagnes 2002 et 2003, même si les taux de 2003 sont en général supérieurs à ceux de 2002. Ce qui est une caractéristique assez générale des blés produits en agriculture biologique, souvent cultivés avec de faibles quantités d'intrants azotés. Dans les essais, toutes les parcelles conduites en agriculture biologique sont carencées en azote au moment de la floraison, ce qui laisse prévoir de faibles teneurs en protéines.

Ces faibles teneurs en protéines entraînent à l'alvéographe, des forces boulangères (w) plus faibles en bio qu'en conventionnel.

Or on s'aperçoit qu'avec de faibles taux de protéines, pour certaines variétés, la valeur boulangère peut être aussi bonne qu'avec des teneurs en protéines plus élevées. En effet, dans ces cas de figures, il n'y a pas de différences entre les pains issus de farines biologiques ou conventionnelles concernant la note totale. Ceci montre que ces deux critères, le W et le taux de protéines, ne sont pas suffisamment pertinents pour décrire correctement l'aptitude à la panification d'un blé. Ce qui remet partiellement en question le principal critère d'achat des blés, notamment en agriculture biologique.

En fait, la qualité des protéines aurait une influence importante, notamment la proportion de gliadines par rapport aux gluténines (rapport gliadines /gluténines). A taux de protéines faibles (entre 8 et 10), ce rapport, qui est aussi lié au taux de protéines totales, serait assez bien relié à la note totale de panification (valeur boulangère).

La prise en compte de la variabilité génétique des blés concernant ces critères, semblerait indispensable pour améliorer la fiabilité des opérations commerciales.

4.1.2. Influence de la variété

Pour obtenir une bonne qualité boulangère, le facteur variété doit être pris en compte au même titre que la teneur et la qualité des protéines.

En effet, ce facteur est prépondérant : Renan a un taux de protéines dans le grain supérieur à Caphorn lui-même supérieur à Apache. Alors que Renan et Caphorn ont une force boulangère W très significativement supérieur à Apache, Caphorn a une valeur boulangère très significativement supérieure à Renan (qui a pourtant un taux de protéines supérieur à Caphorn) et Apache.

Le rapport gliadines/gluténines permet d'expliquer, pour chaque variété étudiée, le comportement en panification.

- **Apache**, à faible teneur en protéines, a un rapport gliadines/gluténines trop faibles pour garantir une bonne qualité boulangère.

- **Renan** a un rapport gliadines/gluténines trop élevé à partir de 12% de protéines, ce qui pénalise sa qualité boulangère. En dessous de 11% de protéines, sa qualité boulangère est meilleure.

- **Caphorn** a un rapport gliadines/gluténines plus équilibré, et celui-ci varie peu en fonction de la teneur en protéines. Ce qui explique sa très bonne qualité boulangère quelle que soit sa teneur en protéines

« La qualité boulangère de chaque variété dépend davantage de la teneur en protéines et de la relation protéines- rapport gliadines/gluténines et aptitude à la panification que du fait qu'elle soit cultivée en mode biologique ou conventionnel ».

Apache ne semble pas adapté à la culture biologique à faibles intrants azotés. Avec des teneurs en protéines faibles et un rapport gliadines/gluténines plutôt faible, sa qualité boulangère paraît trop faible pour être retenue.

Renan semble adapté pour renforcer la teneur en protéines dans un mélange de farines. Sa meilleure aptitude à la panification se situe dans des plages de teneurs en protéines assez moyennes, mais pas trop élevées (inférieures à 12%)

Caphorn a la meilleure aptitude à la panification parmi les 3 variétés testées, quelle que soit sa teneur en protéines. Elle semble bien adaptée au mode de production biologique

4.1.3. Influence de la mouture

Après avoir mis au point les digrammes de mouture sur meules et sur cylindres pour des forts taux d'extraction (80), le fractionnement et l'influence de ce type de farines sur l'aptitude à la panification ont été étudiés.

Le taux d'extraction et les matières minérales sont très significativement supérieurs avec les moutures sur meules par rapport à celles sur cylindres. Ces différences de rendement en mouture ne suffisent pas à expliquer de telles différences des taux de cendres. Les types de fractionnement sont très différents entre les deux types de moutures, ce qui entraîne des compositions biochimiques des farines inhabituelles, comparées à des farines à plus faibles taux d'extraction, habituellement produites sur cylindres. La mouture sur meules produirait des farines plus riches en amidon endommagé et en fibres qu'une mouture sur cylindres. De plus, elle entraînerait des protéines de qualité différente (rapport gliadines/gluténines légèrement plus élevé que les farines sur cylindres).

On constate que la mouture sur meule entraîne une baisse systématique de la valeur boulangère. En effet, les meules favorisent la présence plus importante de fibres insolubles issues des enveloppes du grain, ce qui donne des pâtes sous-hydratées à l'alvéographe. Il semblerait que le consistographe soit plus approprié pour évaluer le potentiel boulanger de ces farines à fort taux d'extraction, et notamment les farines de meules.

Globalement, la classification du comportement des variétés ou du mode de production n'est pas influencée par le type de mouture.

Des moutures sur meules avec des rendements faibles ont aussi été réalisées. Cela a pour conséquence une amélioration très nette de la valeur boulangère des farines, même si la teneur en protéines des farines est faible. Cela permet de rendre panifiable des variétés qui ne l'étaient que difficilement (Apache et Caphorn). Il semble donc que la teneur en fibres soit un critère important pour la panification.

Sur deux sites cultivés en agriculture biologique (Betz le Château-37 et St Léonard-41), des apports d'azote ont été réalisés en deuxième année. Sur le site de Betz, cet apport a permis un gain de la teneur en protéines, ce qui se retrouve sur Apache et Caphorn qui ont une meilleure aptitude à la panification. Renan ayant déjà un taux de protéines satisfaisant, son aptitude à la panification n'est pas modifiée.

Les quelques panifications réalisées avec du levain montrent que le classement des farines est le même qu'en panification sur levure.

4.2. Etude de la qualité nutritionnelle

Cette valeur nutritionnelle est en partie basée sur l'étude des minéraux et vitamines. Pour des raisons de retards d'analyses, les résultats sur les vitamines seront disponibles prochainement.

On note un effet important du mode de culture. En 2003, il y a plus de Magnésium et de Zinc dans les blés biologiques que ceux en conventionnels, mais moins de Fer. La fertilisation semblerait être le facteur principal de variation des teneurs entre les deux systèmes de production.

On constate une très forte influence du mode de fractionnement. La mouture sur meules conserve, de façon significative, beaucoup plus le Magnésium et le Zinc que la mouture sur cylindres (+30%). C'est le facteur de variation le plus important, avant celui du mode de production. De plus, si on s'attache aux pratiques des filières biologiques (mouture sur meules) et conventionnelles (mouture sur cylindres), les différences entre les farines biologiques et conventionnelles deviennent très significatives (50% pour le magnésium et 46% pour le zinc).

Concernant les variétés, les farines de meules ou de cylindres issues d'Apache cultivée en agriculture biologique ont des teneurs plus faibles en magnésium que celles issues de Renan et de Caphorn.

Si, de plus, les parties F2 et F3 sont ajoutées à la farine de meule pour obtenir une farine bise, ce qui est souvent le cas en panification biologique, selon les minéraux, ce sont entre 45% et 54% des minéraux du grain qui sont récupérés, que ce soit en agriculture biologique ou conventionnelle.

Un compromis sera donc à rechercher entre une récupération maximale des minéraux et la baisse de la valeur boulangère entraînée par la mouture sur meules.

5. Conclusions et Perspectives.

Ce programme de recherche a permis de montrer que :

- L'aptitude à la panification des variétés de blés cultivées en agriculture biologique est très variable (notamment en raison de la composition qualitative des protéines).
- Sauf pour la teneur en protéines, la composition des blés biologiques et conventionnelle est faiblement variable.
- Malgré de faibles teneurs en protéines, il est possible d'obtenir des pains de qualité satisfaisante avec des blés biologiques.
- Comparée à une mouture sur cylindres, il semblerait que la mouture sur meules, à rendement d'extraction équivalent, produise des farines plus riches en amidon endommagé (favorable à la panification) et en fibres (intérêt nutritionnel).

Quelques questions de recherche restent néanmoins à approfondir :

- Il semblerait intéressant d'étudier plus en détails le rapport gliadines /gluténines, notamment pour les blés biologiques. En effet, il a été montré que la teneur en protéines d'un blé et la mesure du W sont des critères insuffisants pour rendre compte de l'aptitude à la panification d'un blé. Les professionnels demandent d'autres critères plus pertinents, prenant en compte la qualité des protéines.
- Il serait intéressant d'étudier des échantillons de blé issus de culture conventionnelle à faible teneur en protéines afin d'étudier leur aptitude à la panification et les comparer aux échantillons de blés issus de culture biologique.
- Pour des farines à fort taux d'extraction, l'utilisation du consistographe, qui prend en compte le taux d'hydratation des farines, semblerait plus approprié pour étudier et apprécier leur potentiel boulanger.
- Il serait nécessaire d'étudier plus en détails les farines de mouture sur meules pour ce qui concerne leur richesse en amidon endommagé en fibres.

D'un point de vue technologique, l'utilisation des meules pour la fabrication des moutures ne se justifie pas car, globalement, une baisse de l'aptitude à la panification est constatée, surtout dans le cas d'un rendement élevé en mouture. Le choix variétal est prépondérant, car même en mouture sur meules, la variété Caphorn donne les meilleurs résultats de panification. Par contre d'un point de vue nutritionnel, les moulins à meules ont complètement leur place. Les farines de meules devraient être plus généralisées, d'autant plus que, souvent en bio, la panification se fait avec du levain, ce qui

favorise la biodisponibilité des minéraux. L'optimum entre la qualité boulangère et la qualité nutritionnelle est à rechercher.

Plus globalement, il serait nécessaire d'aider les professionnels de la filière blé panifiable, d'une part, à élaborer un catalogue des variétés de blé prenant en compte pour chaque variété, les plages de teneurs en protéines qui garantissent une aptitude à la panification, et d'autre part, à développer la fabrication de moutures sur meules, aptes à augmenter de façon importante la densité nutritionnelle des pains, peut-être en association avec des moutures sur cylindres.

Tableau 1 - Analyse de variance des principaux effets factoriels

Facteurs	Variété	Culture	Lieu	Année	Mouture	Interactions significatives
Rendements grain		Conv>Bio				
Protéines grain	Re>Ca>Ap	Conv>bio		2003>2002 sauf 26		
Matières Minérales grain	n.s.	*** Bio>Conv	*	n.s.	n.s.	Culture x année
Protéines grain	n.s.	*** Conv>bio	n.s.	* 2002>2003		
Dureté	*** Re>Ca>Ap	*** Conv>Bio	n.s.	n.s. 2002>2003		Variété x culture Renan Bio=Apache Conv
Taux d'extraction Farine	*	n.s.	*	n.s.	*** meule>cyl	meules Bio>Conv
Matières Minérales Farine	*** Ca=Re>Ap	n.s. ?	n.s.	n.s.	*** meule>cyl	Culture x année : Bio : 2003>2002
Protéines Farine	*** Re>Ca>Ap	*** Conv>Bio		*** 2002>2003	* cyl>meules	Variété x année : Ca 2003=Ap2002 Année x culture
Valeur boulangère Note totale	*** Ca>Re=Ap	n.s. (7%)		** 2003>2002	*** cyl>meules	Variété x année : 2003>2002 sauf Renan Variété x culture Année x mouture
Force boulangère W	*** Re=Ca>Ap	*** Conv>Bio		n.s.	*** cyl>meules	Année x mouture : 2002 : cyl>meules 2003 : cyl=meules
Rapport glia/glu	*** Re>Ca>Ap	*** Conv>Bio		n.s. (6.9%)	*** meules>cyl	Variété x culture : Ca Bio=Ap Conv
Minéraux grain		* Mg : Bio>Conv Zn : Bio>Conv Fe : Conv>Bio				Année x culture : 2003: différences présentes 2002 : pas de différences
Minéraux Farine		* Mg : Bio>Conv			* Mg et Zn : meules>cyl	Culture x mouture : meules Bio>cyl Conv

n.s. : non significatif
* : significatif (p<0.05)
** : hautement significatif (p<0.01)
*** : très hautement significatif (p<0.001)

Re : Renan
Ca : Caphorn
Ap : Apache

Bio : Biologique
Conv : Conventioneerelle
cyl : cylindres