

# SOMMAIRE

## *Interventions de la journée*

- Programme de la journée p. 2
- Coordonnées des intervenants p. 3
- Evaluer la qualité technologique des blés biologiques p. 4
- La problématique de la qualité nutritionnelle du pain p. 16
- Maîtrise de la production de blé en agriculture biologique et des procédés de mouture adaptés à la fabrication de farine de haute densité nutritionnelle p. 20
- Agriculture biologique et qualité technologique du blé tendre : premiers résultats des comparaisons variétales effectuées sur le réseau d'essais INRA p. 26
- Qualité technologique et sanitaire des blés biologiques : premiers résultats d'une étude en Midi-Pyrénées p. 33
- Travaux sur l'évaluation de l'aptitude à la panification des blés biologiques en Ile-de-France p. 40
- A la recherche de blés riches en arômes pour le pain p. 45
- De la parcelle au fournil, faire du pain bio de qualité, résumé des débats de la rencontre du 10 février 2005 p. 46

## *Articles complémentaires*

- Les céréales biologiques au Royaume-Uni : une volonté de croissance p. 55
- Deux trajectoires réussies : céréales biologiques au Danemark et en Italie p. 60
- Agriculture biologique et mycotoxines : pour en finir avec les idées reçues p. 65
  
- Sélection bibliographique concernant la qualité du blé p. 74

# Programme de la journée

## Accueil des participants à 9h30

**09h55** Accueil/présentation de la journée, *Pascal Gury – Responsable professionnel de la commission Grandes Cultures de l'ITAB*

**10h00** Evaluer la qualité technologique des blés, *Christine BAR – ARVALIS Institut du végétal*

**10h30** La problématique de la qualité nutritionnelle, *Christian REMESY – INRA Clermont*

**11h05** Maîtrise de la production de blé en agriculture biologique et des procédés de mouture adaptés à la fabrication de farine de haute densité nutritionnelle (principaux résultats du programme AQS), *Philippe VIAUX – ARVALIS Institut du végétal*

## 11h45 Déjeuner

**13h20** Présentation de trois années de résultats d'essais de comparaison variétale de blés biologiques dans un réseau INRA (partie qualité), *François-Xavier OURY – INRA Clermont*

**13h50** Mise au point d'un test de panification adapté aux farines biologiques (travaux du CREAB et du CTCPA en Midi-Pyrénées), *Loïc PRIEUR – CREAB*

**14h20** Travaux sur l'évaluation de l'aptitude à la panification des blés biologiques en Ile-de-France, *Claude AUBERT – GAB Région Ile-de-France/CA 77*

**14h55** Témoignage d'un paysan-boulangier – Résultats d'expérimentations, *Jean-François BERTHELOT*

## 15h15 Pause

### 15h30 Débat avec la salle : « De la parcelle au fournil, faire du pain bio de qualité »

La progression du marché des produits biologiques dans les pays développés reste soutenue ; le marché européen des produits biologiques a connu une forte croissance durant les cinq dernières années et est aujourd'hui évalué à 15 milliards d'euros. Ces éléments doivent nous convaincre que le « bio » n'est pas une mode mais une évolution à laquelle nous devons nous adapter. Il importe pour le sujet qui nous préoccupe, un produit aussi symbolique que le pain, d'apporter des éclairages scientifiques aux questions posées par tous les acteurs de la filière. Ces questions sont essentiellement de deux ordres :

- les premières, relatives à **l'évaluation du potentiel boulanger de blés** cultivés en agriculture biologique concernent l'amont de la filière (producteurs, organismes collecteurs, meuniers),
- les secondes se situent plus en aval (consommateurs) et touchent à la **qualité nutritionnelle et organoleptique des pains**.

Ces deux approches sont évidemment fortement liées, les secondes influençant la résolution des premières (influence sur le choix des variétés en lien avec la conduite de la nutrition azotée, orientation de la sélection, ...). Il convient également de distinguer les attentes et, en conséquence, les questions posées à la recherche suivant le type de filière concernée : elles seront différentes entre le cas de l'agriculteur qui écrase son grain, fabrique et vend son pain à la ferme et le cas des pains « bio » vendus grandes surfaces ; sachant qu'entre ces deux cas extrêmes plusieurs types de « filières » peuvent co-exister.

En s'appuyant sur les différentes interventions de la matinée et de l'après-midi, et en rapportant leurs propres avis ou témoignages, les participants ont été invités à s'exprimer sur le thème de la journée. *Débat animé par Marie-Hélène JEUFFROY – INRA Grignon*

**16h45** Conclusions des échanges de la journée et du débat, *Bruno TAUPIER-LETAGE - ITAB*

**17h00** Clôture de la Journée Technique

# Les interventions de la journée Techniques

## Coordonnées des intervenants

<b>Intervenant</b>	<b>Coordonnées</b>
Christine Bar L'Helgouac'h	Arvalis-institut du végétal ; tel : 01-42-16-72-54 ; mel : c.bar@arvalisinstitutduvegetal.fr
Christian Rémésy	INRA U3M ; tel : 04 73 62 42 33 ; mel : remesy@clermont.inra.fr
Bruno Taupier-Létage	ITAB ; Tel : 04 75 34 44 86 ; mel : bruno.taupier-letage@wanadoo.fr
Philippe Viaux	Arvalis-institut du végétal ; tel : 01 64 99 22 34 ; mel : p.viaux@arvalisinstitutduvegetal.fr
François-Xavier Oury	Inra-UMR ASP ; tel : 04 73 62 43 26 ; mel : oury@clermont.inra.fr
Loïc Prieur	CREAB MP ; tel : 05 62 61 71 29 ; mel : auch.creab@voila.fr
Claude Aubert	GAB Ile de France - CA 77 ; tel : 01 60 24 71 72 ; mel : cl.aubert@wanadoo.fr
Jean-François Berthelot	Paysan-boulangier ; tel : 05 53 88 11 84 ; mel : jean-francois.berthelot@wanadoo.fr
Marie-Hélène Jeuffroy	UMR Agronomie INRA-INAPG ; tel : 01 30 81 54 31 ; mel : jeuffroy@grignon.inra.fr

# Evaluer la qualité technologique des blés biologiques

Christine Bar L'Helgouac'h, Arvalis-Institut du végétal

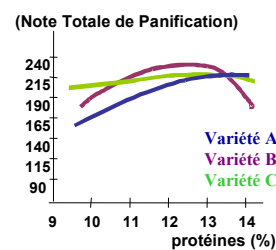
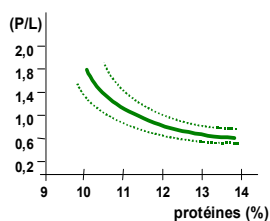
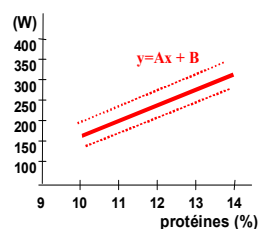
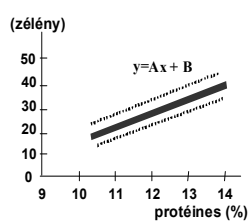
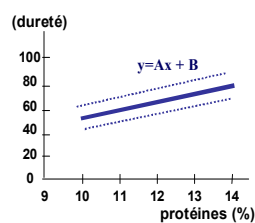
## *Evaluer la qualité technologique des blés biologiques*

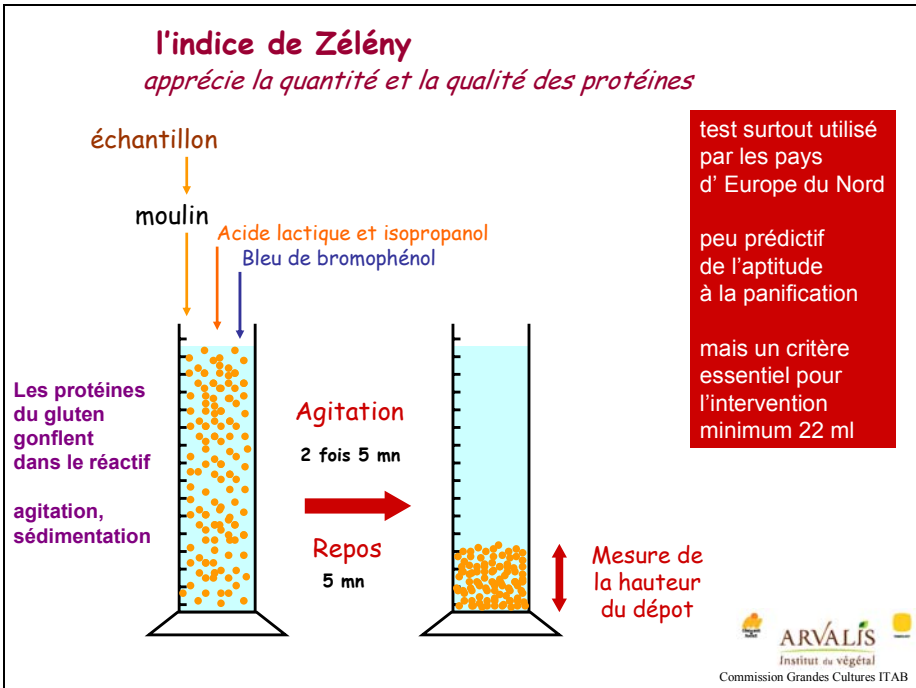
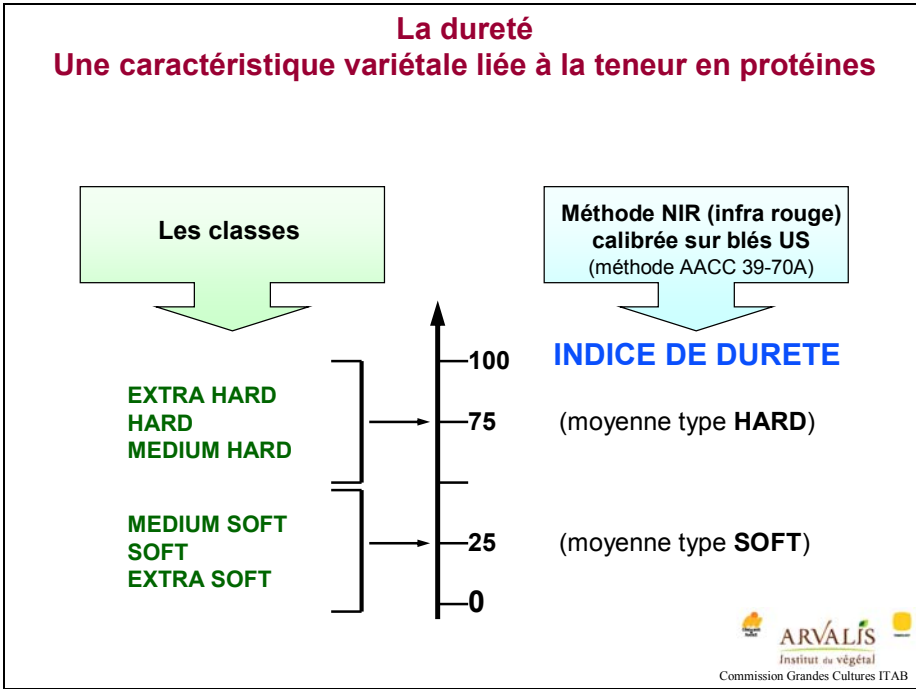
Christine Bar L'Helgouac'h

ARVALIS-Institut du végétal

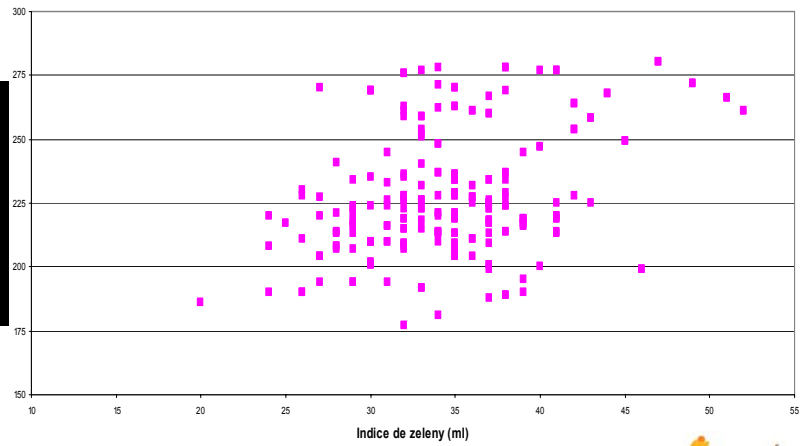


### *La teneur en protéines facteur de variation des autres critères*

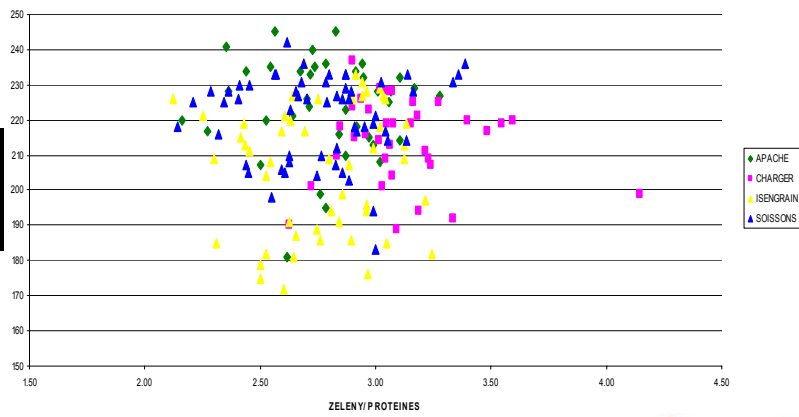




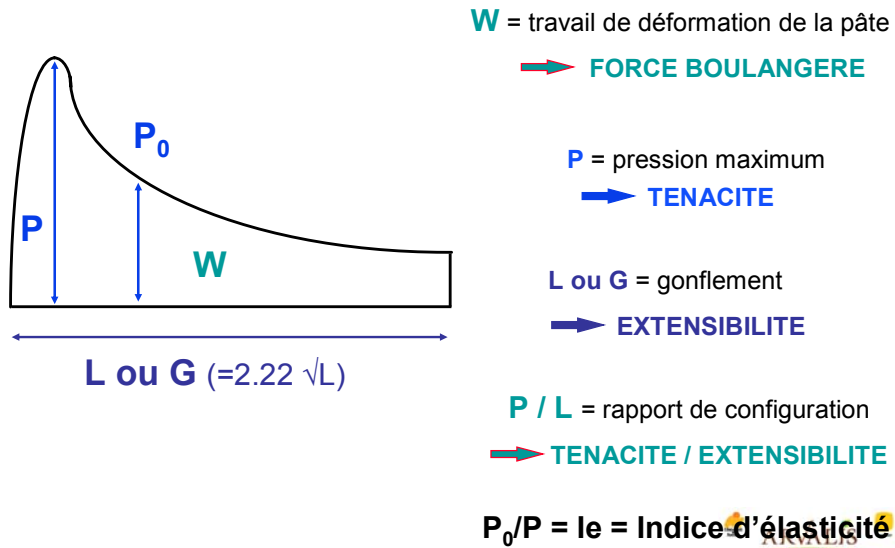
*L'indice de zeleny n'est pas prédictif de la qualité boulangère française*



*Le rapport Zeleny/Protéines non plus ...*

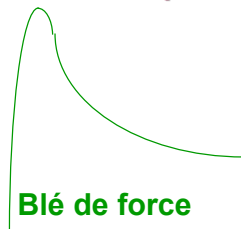


## ALVEOGRAPHE CHOPIN

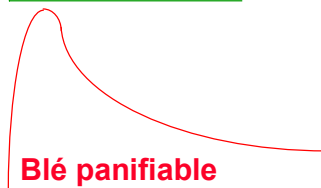


ARVALIS  
 Institut du végétal  
 Commission Grandes Cultures ITAB

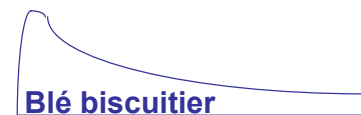
### L'alvéographe de Chopin : réponse en fonction du type de blé



**W > 350**  
 (protéines > 14 %)

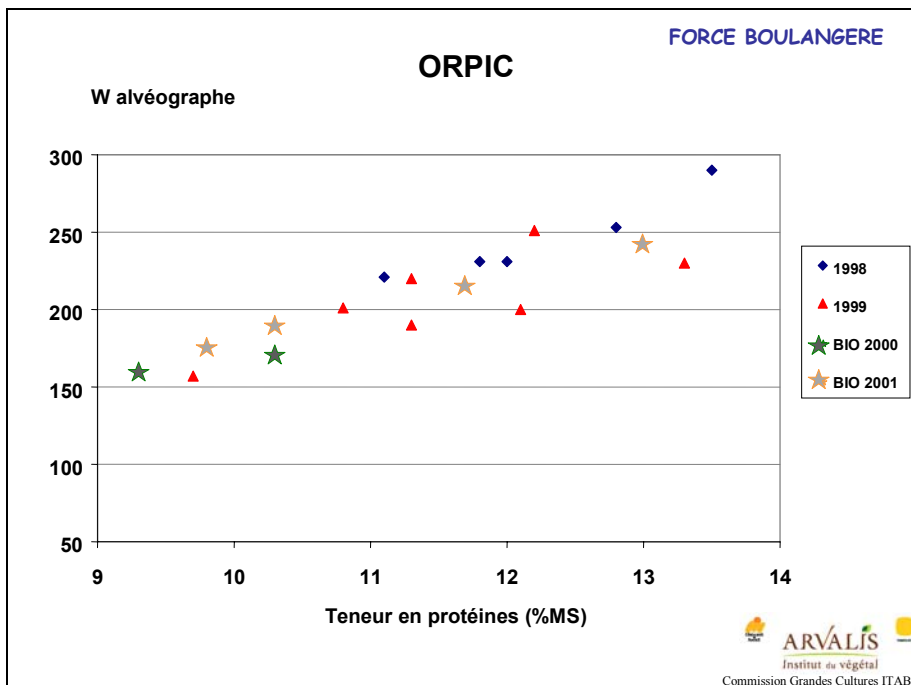
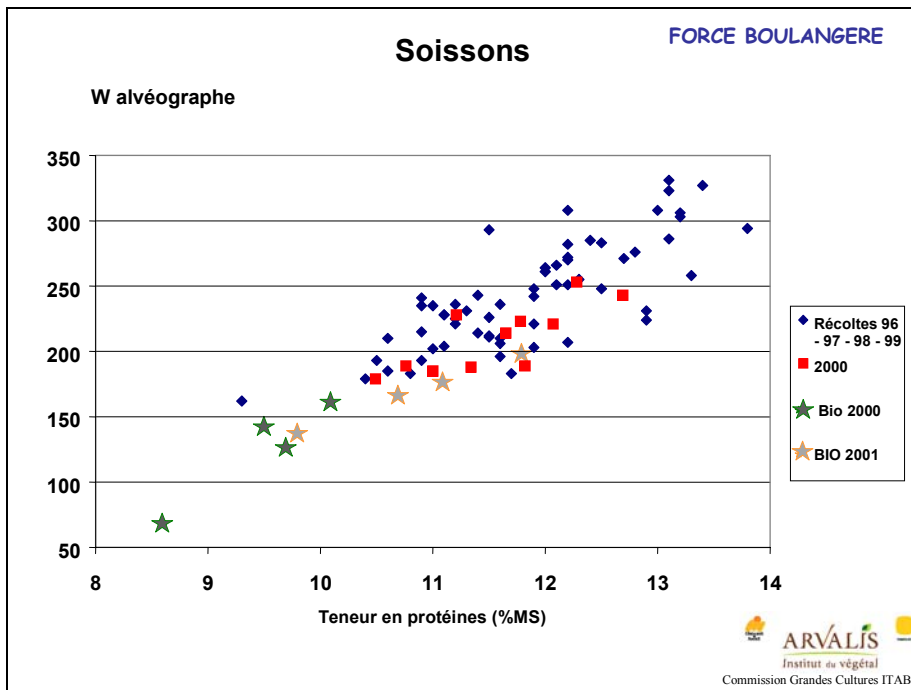


**W > 170**  
**P/L < 0,7 (>2 à exclure)**  
 (protéines 11.5 à 12.5 %)

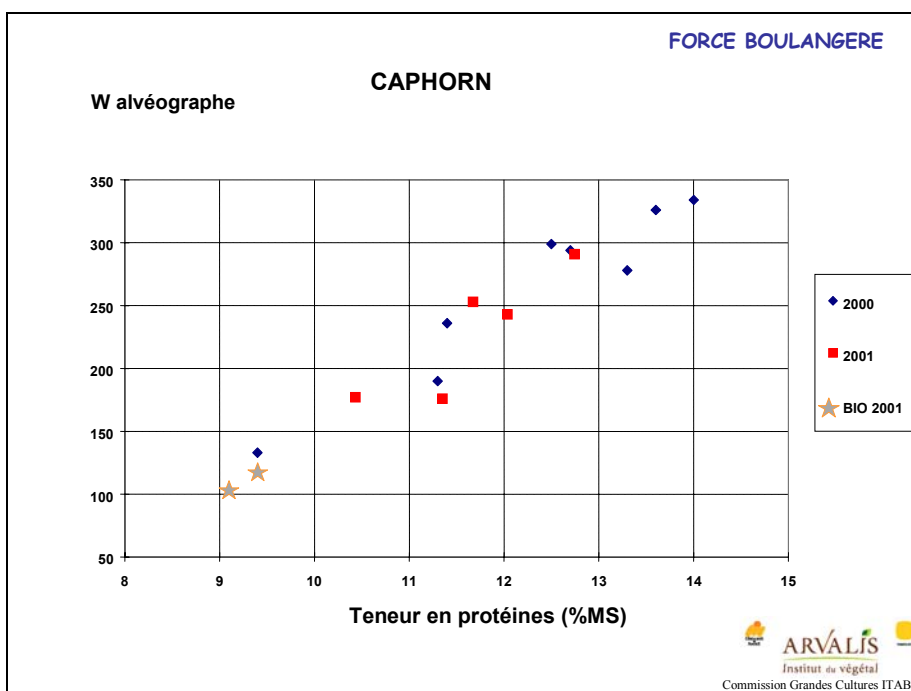


**W < 150**  
**0,3 < P/L < 0,5**  
 (protéines < 11 %)

ARVALIS  
 Institut du végétal  
 Commission Grandes Cultures ITAB



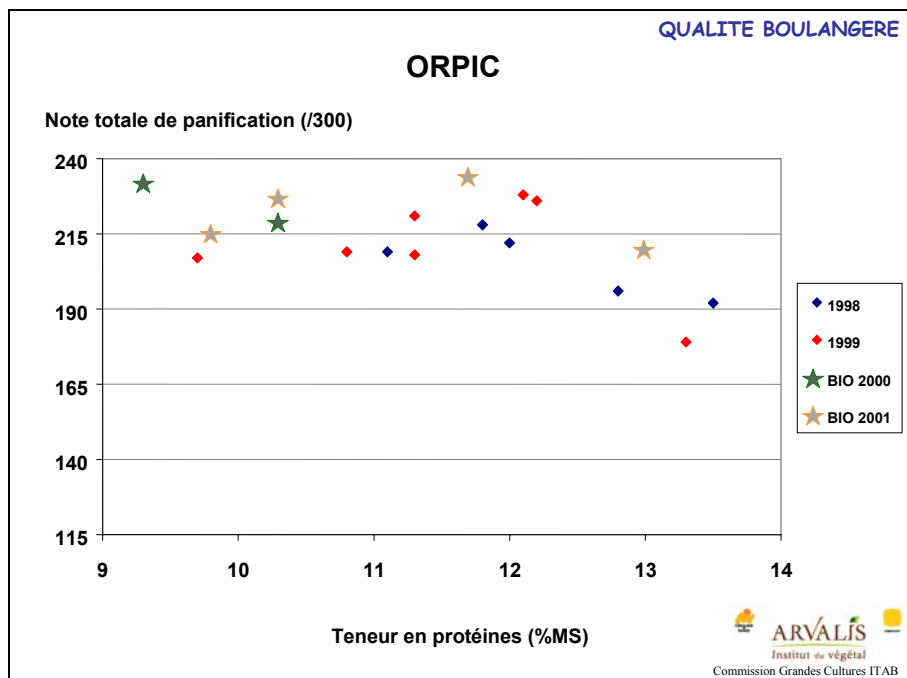
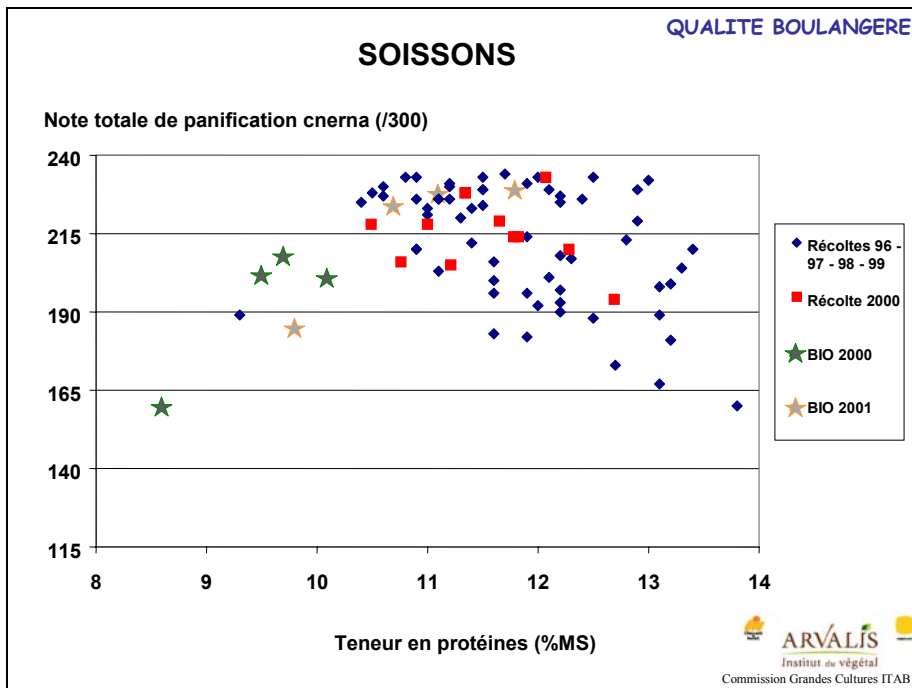




**Les tests de panification**  
**Plusieurs méthodes de panification**

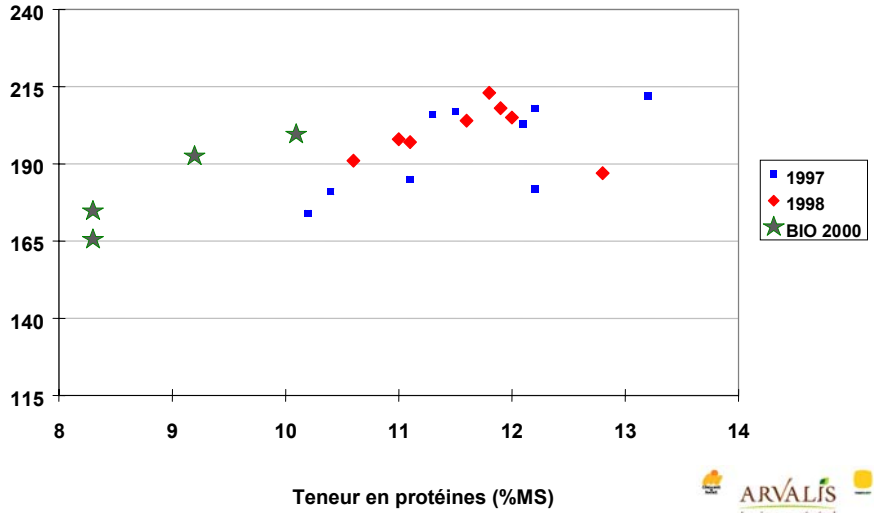
<b>Méthode « CNERNA »</b>	<b>Méthode « BIPEA »</b>
<i>M.O. ARVALIS</i>	<i>NORME NF V03-716</i>
pas d'additifs	acide ascorbique (20 ppm)
pointage LONG (1h)	pointage COURT (20')
façonnage manuel	façonnage mécanique
apprêt 1h45	apprêt 2h
appréciation par comparaison à un témoin	appréciation selon une grille sans témoin

Institut du végétal
   
 Commission Grandes Cultures ITAB



### CEZANNE

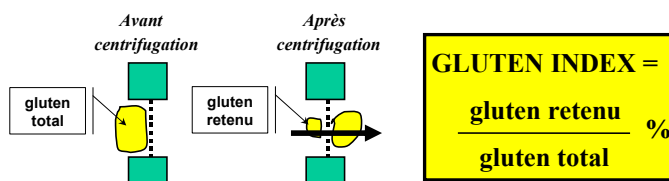
Note totale de panification (/300)



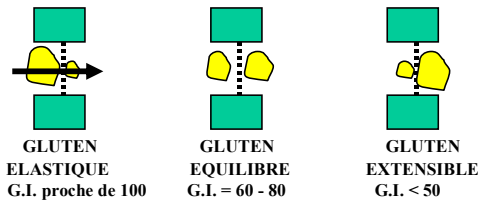
### Mesurer la qualité des protéines

#### Gluten humide et Gluten Index

**PRINCIPE DU G.I :** mesure la proportion de gluten retenue sur une grille perforée après centrifugation

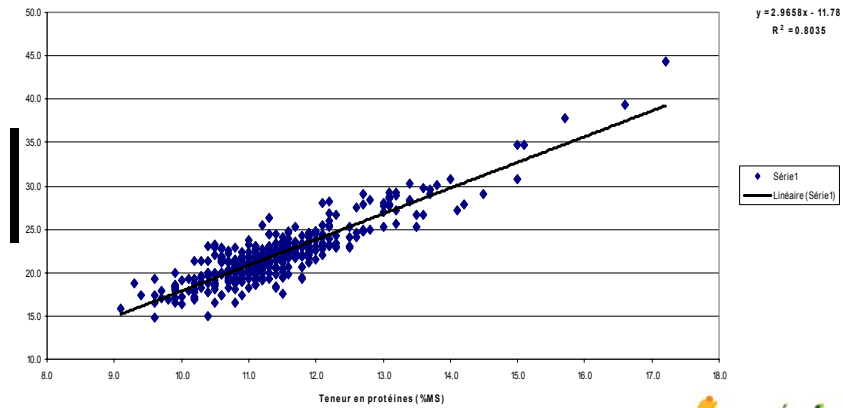


**INTERPRETATION DU G.I. :**



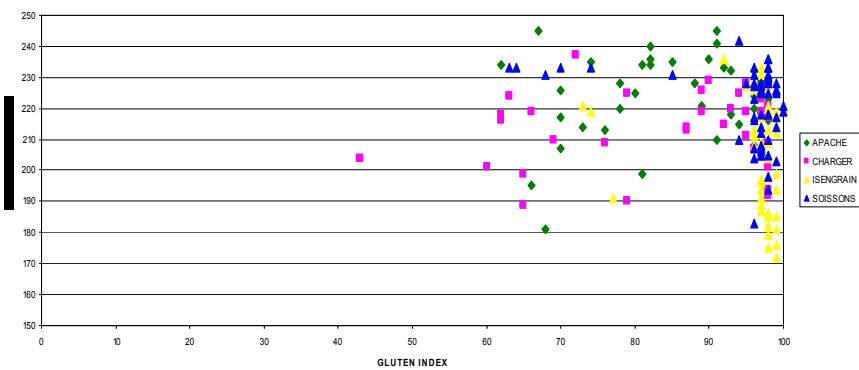
***Il existe une relation étroite entre teneurs en protéines et en gluten humide***

Relation entre teneur en protéines et gluten humide (toutes variétés, toutes récoltes)

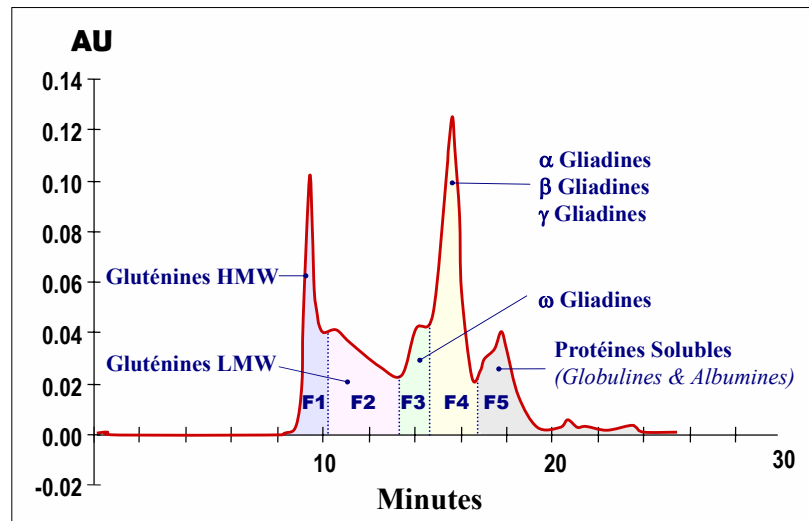


***Le gluten index ne permet pas de prédire la qualité boulangère globale***

RELATION GLUTEN INDEX ET PANIFICATION TADITIONNELLE  
RECOLTES 1999 - 2003

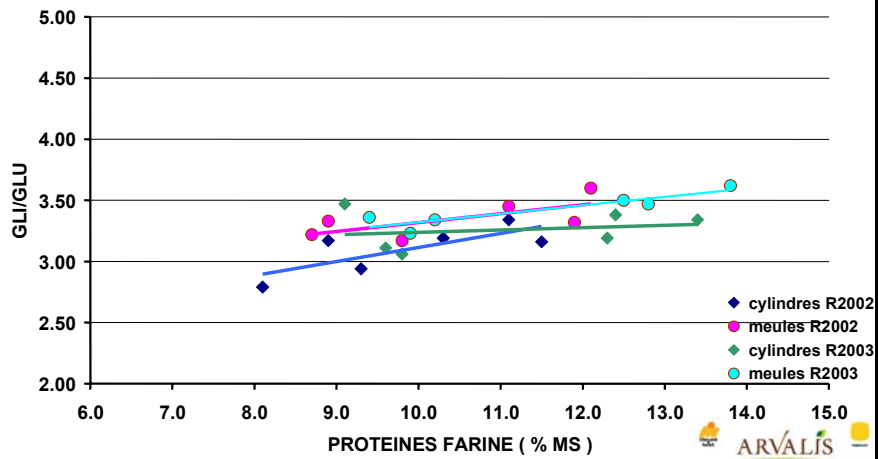


**Mesurer la qualité des protéines**  
**Chromatogramme type obtenu par la méthode Profilblé®**



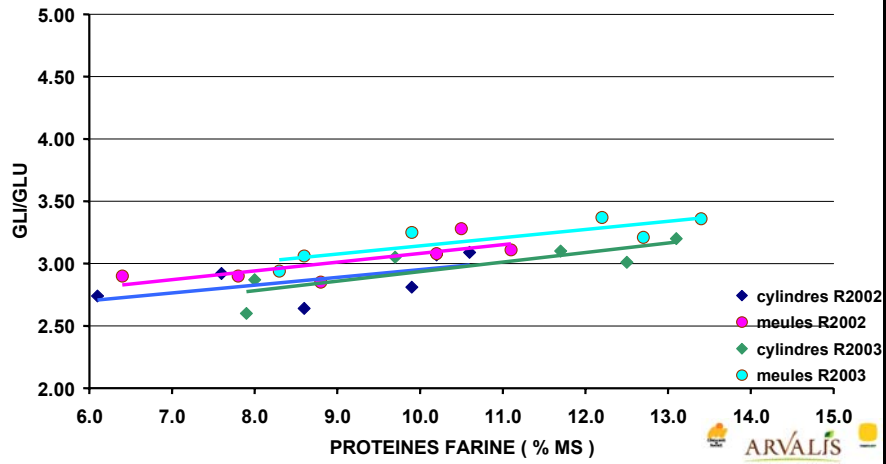
ARVALIS  
 Institut du végétal  
 Commission Grandes Cultures ITAB

**Rapport GLI/ GLU CAPORHN**



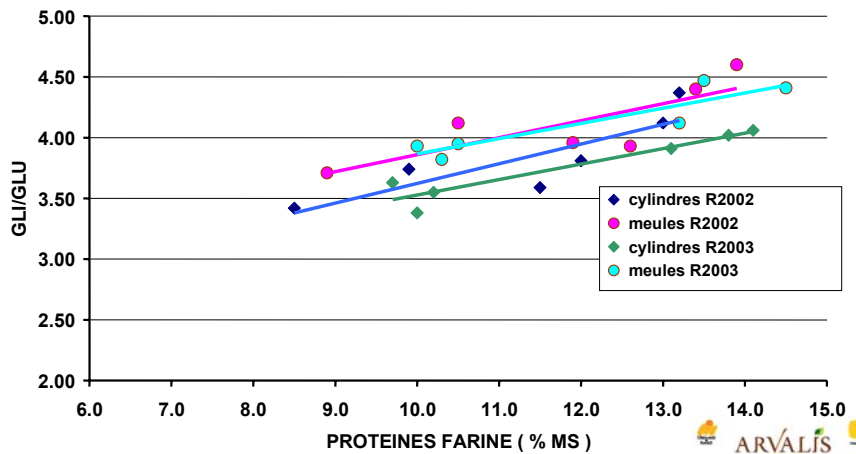
ARVALIS  
 Institut du végétal  
 Commission Grandes Cultures ITAB

### Rapport GLI / GLU APACHE



ARVALIS  
Institut du végétal  
Commission Grandes Cultures ITAB

### Rapport GLI / GLU RENAN



ARVALIS  
Institut du végétal  
Commission Grandes Cultures ITAB

## *Evaluer la qualité des blés biologiques*

- La variété est le critère essentiel de qualité des blés
- La teneur en protéines minimum pour garantir la qualité est spécifique de chaque variété
- Les tests technologiques utilisés en conventionnel permettent de prédire la qualité en bio
- L'évaluation de la qualité des farines de meule ou à fort taux d'extraction nécessite le développement de tests spécifiques (alvéogramme à hydratation adaptée, farinogramme, ...)

# La problématique de la qualité nutritionnelle du pain

Christian RÉMÉSY\*, Fanny LEENHARDT\* et Frédérique BATIFOULIER

Unité des Maladies Métaboliques et Micronutriments , INRA Theix, 63122 Ceyrat

Afin que l'énergie des aliments soit pleinement bénéfique pour l'organisme, il est nécessaire que les apports caloriques soient équilibrés et accompagnés par une très grande diversité de minéraux et micronutriments. Les aliments naturels ont cette composition complexe intéressante pour la santé puisque leurs macronutriments (glucides, protéines, lipides) sont associés à une grande diversité de micronutriments. Les nutritionnistes caractérisent l'offre alimentaire actuelle en la qualifiant de source de « calories vides ». Ce terme désigne l'ensemble des produits transformés qui sont dépourvus de micronutriments et de fibres tels qu'on peut les trouver dans les fruits ou légumes et d'autres produits naturels. Ces pratiques aboutissent à une situation alimentaire paradoxale : celle d'une abondance de macronutriments énergétiques, peu satiétogènes, favorables au développement de la surcharge pondérale, ne permettant pas de couvrir les apports recommandés en minéraux et micronutriments. Et le pain dans tout cela ! D'un côté cet aliment est indispensable à la fourniture des glucides, d'un autre côté le pain blanc a perdu les trois quarts des minéraux et des vitamines présents dans le grain de blé si bien qu'il est considéré comme un produit marginal pour la couverture des apports en ces micronutriments. Jusqu'à présent, il n'est pas exagéré de noter que l'essentiel des efforts de la boulangerie française dans le secteur conventionnel a porté, depuis plus de cinquante ans, sur l'optimisation de la production de pain blanc, à l'exception du secteur bio plus tourné vers l'utilisation de farines bisées. Or, le pain pourrait retrouver une place centrale dans notre alimentation s'il était de meilleure valeur nutritionnelle et donc confectionné avec des farines plus complètes. Puisque le même acharnement n'a pas été mis dans l'élaboration des pains bis ou complets que dans celui du pain blanc, il y a fort à parier que l'on dispose d'une marge de progrès considérable pour améliorer le goût des pains riches en fibres et micronutriments. Le ministère de la santé dans son Programme National Nutrition Santé, de même que l'AFSSA dans son rapport sur Glucides et Santé, recommandent une évolution de l'offre et de la consommation de pain vers des produits plus complets. Cette préconisation vient du fait que les enquêtes épidémiologiques ont montré que la consommation de produits céréaliers plus complets est plus favorable au maintien de la santé (par exemple à la prévention du diabète et des maladies cardiovasculaires) que celle du pain blanc et de produits trop raffinés.

Cependant, pour favoriser cette évolution, accroître la consommation de pain et mieux couvrir nos besoins en glucides, il faut disposer de bons produits pour attirer le consommateur, par nature fidèle au seul pain blanc auquel il a été habitué. Le pain peut avoir une excellente valeur nutritionnelle et organoleptique. Pourquoi l'a-t-il perdue ? Quatre raisons principales peuvent être avancées : la dévalorisation du blé, la production des farines sur cylindres plutôt que sur meules, l'accélération de la panification et l'usage excessif de sel.

## La dévalorisation du blé

L'utilisation de blé de bonne qualité est la première condition nécessaire pour obtenir du bon pain. Depuis 20 ans, la qualité du blé cultivé a fortement évolué. Grâce à un effort de sélection, de nombreuses variétés sont devenues plus riches en gluten et plus facilement panifiables. Ceci ne signifie pas qu'elles donnent du pain de meilleure qualité gustative et nutritionnelle. La sélection sur le gluten, sur les propriétés visco-élastiques de la pâte a peu d'intérêt sur le plan nutritionnel.

Le blé est une source majeure de magnésium (comme les produits laitiers le sont pour le calcium). Or, l'augmentation de la productivité s'est traduite par une baisse sensible de la teneur en magnésium du blé ainsi que celle des autres minéraux et micronutriments naturellement accumulés dans la couche d'aleurone (assise protéique à l'interface des enveloppes et de l'amande farineuse du grain). Pour faire du pain avec une belle mie de couleur crème, il faut également disposer de farines riches en caroténoïdes, or contrairement au blé dur pour lequel l'indice de jaune a été recherché (afin d'assurer la couleur des pâtes alimentaires), la teneur en ces pigments dans le blé tendre a longtemps été ignorée par les sélectionneurs. Le hasard a voulu que quelques variétés se distinguent par leur



richesse en caroténoïdes (Camp Rémy, Apache) ; nul doute qu'un effort de sélection permettra de disposer de variétés de blé conduisant à des farines et à des pains plus colorés.

L'intérêt de disposer de bonnes variétés de blé avec d'excellentes qualités, nutritionnelles, aromatiques et boulangères devrait s'imposer à la filière blé-pain. Deux obstacles majeurs freinent cette orientation : d'une part les critères d'inscription des nouvelles variétés des blés portent principalement sur le rendement et la valeur boulangère, ce qui exclut systématiquement les variétés les moins productives même si elles sont excellentes sur le plan de la qualité du pain. D'autre part, les agriculteurs ne sont pas encouragés à utiliser des variétés de faible rendement et de meilleure qualité car ils obtiennent difficilement les compensations suffisantes en matière de prix. En fait, le prix du blé représente moins de 5 % du prix du pain et les efforts à venir doivent porter sur l'amélioration de la qualité plutôt que des rendements. Plutôt que de payer à son juste prix un blé de qualité, on tend à doper le prix des matières premières par l'utilisation de divers adjuvants (acide ascorbique, amylase, gluten). On peut émettre le souhait que les boulangers, les meuniers et les agriculteurs se rencontrent pour mieux se comprendre et favoriser la production de blés de meilleure qualité nutritionnelle, dans un esprit de respect de l'environnement et de sécurité toxicologique. Cette démarche est déjà au cœur de l'agriculture biologique qui est toutefois confronté au fait qu'elle est - soit réduite à utiliser des variétés de blé très ancienne peu performante sur le plan agronomique – soit obligé d'utiliser des variétés modernes trop exigeantes en apports azotés et sans doute de qualité aromatique quelconque. Les progrès à réaliser en matière de semence sont donc considérables.

### **Le type de mouture**

L'autre bouleversement majeur qui a altéré la qualité du pain est venu du remplacement de la mouture sur meules de pierre par la mouture sur cylindres. Dans le premier cas, on écrase le grain par pression et friction ; dans le deuxième cas, on désagrège et on fractionne les constituants du grain. La farine issue de meules de pierre contient une grande proportion du germe et est enrichie en particules de son. La farine en provenance des moulins modernes à cylindres contient quasi exclusivement l'amande farineuse du blé, avec peu de contamination par des parties périphériques. Les différences de composition des farines qui en résultent sont très importantes : celles issues de mouture sur cylindres sont généralement de type 55 alors que celles provenant de meules de pierre sont de type 80. Le type des farines (défini par leur teneur en cendres) augmente avec leur richesse en minéraux et en vitamines. Les trois quarts des micronutriments du grain de blé se trouvent dans les fractions anatomiques conduisant aux sons et aux remoulages qui sont éliminés de la farine blanche à la suite de la mouture sur cylindres. En revanche, les farines de meules de pierre permettent d'obtenir un pain de meilleure valeur nutritionnelle. Il est clair que la recherche du blanc, symbole d'abondance et de pureté, a contribué à dévaloriser la valeur nutritionnelle de cet aliment de base.

On sait à quel point l'agro-industrie s'appuie sur diverses allégations nutritionnelles pour promouvoir ses productions. Pour asseoir le discours nutritionnel et favoriser la consommation de pain, il est donc nécessaire d'utiliser plus couramment des farines de type 80 qui peuvent certes être produites sur meules de pierre mais aussi sur cylindres (après incorporation de germes stabilisés, de remoulages ou de sons micronisés). Cependant en dehors de la filière bio, l'offre actuelle en farines de type 80 est très limitée et elles sont plus onéreuses que les farines blanches courantes. De plus, les farines bises proposées sont souvent constituées avec des sons micronisés et se conservent mal ; elles ne présentent aucune garantie concernant le taux de récupération du germe présent dans le grain de blé. Enfin, il existait jusqu'ici une difficulté récurrente dans l'utilisation de farines moins blutées en panification : la présence de téguments riches en fibres a un effet pénalisant sur le volume du pain. Une autre solution plus simple pour améliorer la densité nutritionnelle du pain est de mélanger la farine blanche avec de la farine intégrale sous forme d'une vulgaire boulangère dans des proportions de 70-80 % de farine blanche et de 30-20 % de farine intégrale (souvent de type 180) et, pour éviter l'effet pénalisant des fibres sur le volume du pain, de réaliser la panification en deux étapes afin de faire subir un prétraitement particulier à la farine intégrale.

Ce traitement peut être qualifié de longue hydratation, d'autolyse ou de préfermentation selon que l'on considère les divers processus qui se développent dans une farine très hydratée. Il consiste à hydrater fortement la farine intégrale avec un apport d'environ 1,2 litre d'eau par kilogramme de farine et de prévoir une durée d'hydratation particulièrement longue de l'ordre de 12-20 heures avant l'étape de la panification. Si l'organisation du travail l'exige, la durée d'hydratation peut être raccourcie de quelques heures à condition d'augmenter la température de l'eau.

La farine intégrale hydratée peut aussi êtreensemencée avec du levain liquide (éventuellement avec de très petites doses de levure si la technique du levain est mal maîtrisée). On la laisse ensuite fermenter pendant environ 20 heures, avec une première étape de quelques heures à 25 °C, suivie d'un stockage à 11 °C jusqu'à la panification. Pour maîtriser l'acidification du produit, il est nécessaire de contrôler la durée de fermentation à 25 °C ainsi que celle de son ralentissement au froid.

Une variante de ce procédé consiste à utiliser du son à la place de la farine intégrale, mais à condition de lui faire subir une étape préalable d'hydratation. Le mélange à masse égale son/farine blanche doit être fortement hydraté et fermenté pendant 12-20 heures, comme pour la farine intégrale, mais en augmentant l'hydratation (3 à 3,5 litres d'eau pour un mélange constitué de 1 kilogramme de son et 1 kilogramme de farine blanche). Cette préparation peut être bonifiée par un ensemencement de levain ou de levure.

Une longue incubation en milieu très hydraté de la farine intégrale ou du son permet de réaliser une hydratation des fibres, si bien qu'il n'y aura plus de compétition pour l'hydratation entre le gluten et les arabinoxylanases au cours du pétrissage et du pointage. Cette hydratation a l'avantage de solubiliser des minéraux, des vitamines, des protéines, qui sont des facteurs de croissance particulièrement actifs pour les ferments panaires dès l'étape du brassage. Elle assure la mise en route de divers processus d'hydrolyse vis-à-vis de l'amidon, des fibres ou de l'acide phytique. Ceci permet de générer des maltodextrines, du phosphore à partir de l'acide phytique, et de modifier la solubilité des fibres. Plus besoin d'amylase ou de xylanase, la farine intégrale autolysée fournissant tous les éléments importants pour la croissance microbienne ou pour la technologie panaire.

Au final, quelles que soient les solutions retenues, l'hydratation de la pâte au moment de la panification doit demeurer suffisamment élevée et les apports en équivalent de farine intégrale doivent atteindre au minimum 25 % de la farine totale. Les pains riches en fibres ainsi obtenus ne provoquent aucune sécheresse en bouche, et se conservent facilement.

## **Le mode de panification**

Bien que ce sujet ait été fort débattu, les modes de panification jouent un rôle clé dans la qualité finale du pain. On ne dira jamais assez à quel point il est important de laisser du temps aux fermentations pour faire du bon pain, ni à quel point certains ingrédients (farines de fèves, de soja) qui détruisent les caroténoïdes et blanchissent la mie du pain diminuent les teneurs en vitamines liposolubles.

Sur de nombreux points de vue, l'incorporation de levain est intéressante, même si la panification n'est pas entièrement conduite avec des ferments naturels. Elle permet d'obtenir des pains plus denses, ce qui procure un avantage nutritionnel précieux : celui de réduire l'effet hyperglycémiant et donc l'index glycémique du pain. L'index glycémique semble inversement proportionnel à la masse volumique du pain : il est élevé dans les baguettes classiques et il a une valeur plus faible dans les pains de tradition française moins aérés. Les pains au levain du fait de leur plus forte densité et de la présence d'acides organiques produits par les bactéries lactiques présentent le plus faible index glycémique.

Un autre avantage reconnu de l'utilisation du levain est d'augmenter la durée de conservation du pain. De plus, l'utilisation du levain améliore sans doute la tolérance au gluten en initiant sa protéolyse. Enfin, l'acidité du levain est favorable à l'assimilation digestive des minéraux.

Des travaux anciens ont attribué au pain complet un effet déminéralisant alors que la plupart des pains vraiment complets contiennent trois fois plus de minéraux que le pain blanc et que ces minéraux (contrairement à ceux des céréales de petit-déjeuner) sont rendus largement assimilables à la suite de l'action des phytases de la farine complète ou du levain.

Pour ne pas dérouter les consommateurs, il n'est pas nécessaire de produire des pains très acides, il suffit que le pH de la pâte soit modérément acide (aux environs de 5-5,5), ce qui peut être obtenu par diverses techniques (apport d'une farine intégrale ou de son hydraté selon la méthode décrite précédemment ou plus classiquement apport de pâte de la veille, longue fermentation en masse, apport de levain liquide, pousse contrôlée). Les possibilités d'amélioration de la valeur nutritionnelle du pain sont donc considérables : utilisation de farines bises ou complètes riches en germe, mélange farine blanche et farine intégrale, panification directe au levain, hydratation et préfermentation des farines intégrales.

Cette nouvelle utilisation des farines intégrales pourrait avoir un avenir remarquable. Demain, sans inconvénient, les pains pourront avoir une valeur nutritionnelle accrue de l'ordre de 30 à 100 % selon la proportion de farine intégrale utilisée. La filière classique de production de farine blanche n'est pas remise en question puisque ce type de farine est nécessaire pour retrouver une hydratation correcte au moment de la panification et pour aboutir à des pains d'excellente valeur boulangère. Une segmentation du marché peut se mettre en place en vue de la production de blé de haute valeur nutritionnelle destinée à la fourniture de farines intégrales. Cette production nouvelle devrait être l'occasion de la mise en place par les filières, de méthodes de culture et de choix variétaux particulièrement adaptés à la réduction des traitements phytosanitaires. Cette technique peut favoriser l'adoption d'une démarche-qualité pour assurer la plus grande propreté possible au niveau des étapes de transport et de stockage du blé, ou du nettoyage du grain. Elle pourrait aussi favoriser la filière biologique sans que cela aboutisse à des pains totalement confectionnés avec des blés biologique. Evidemment, la démarche de panifier entièrement avec des farines bio est plus rigoureuse. En terme de santé publique et de généralisation d'un pain courant enrichi en farine intégrale, ce procédé de préfermentation lève beaucoup d'obstacles . De plus il serait regrettable qu' une telle innovation ne soit pas prise en compte en panification bio et ne bénéficie qu'au secteur traditionnel.

\* INRA Theix – Unité des maladies métaboliques et micronutriments – 63122 Ceyrat – Mail : [remesy@clermont.inra.fr](mailto:remesy@clermont.inra.fr) – Tél : 04 73 62 42 33

# 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 est importée).

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 Marie Hélène	INRA- IATE	Etude de la valeur meunière et mesure de la granulométrie des farines. Tests de caractérisation de Morel 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

# Agriculture biologique et qualité technologique du blé tendre : Premiers résultats des comparaisons variétales effectuées sur le réseau d'essais INRA

OURY François-Xavier<sup>2</sup>, ROLLAND Bernard<sup>1</sup>, GARDET Olivier<sup>4</sup>,  
FAYE Annie<sup>2</sup>, AL RIFAI Mehdi<sup>3</sup>, MORLAIS Jean-Yves<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INRA, Amélioration des Plantes et Biotechnologies végétales, 35653 Le Rheu

<sup>2</sup> INRA, Amélioration et Santé des Plantes, Domaine de Crouelle, 63000 Clermont-Ferrand

<sup>3</sup> INRA, Génétique et Amélioration des Plantes, 86600 Lusignan

<sup>4</sup> INRA, UMEFV, Ferme du Moulon, 91190 Gif-sur-Yvette

## Introduction

Depuis de nombreuses années, l'INRA conduit des programmes de sélection pour le blé tendre dont l'objectif est l'obtention de variétés rustiques. Cette rusticité a longtemps été recherchée dans le cumul au sein d'un même génotype des résistances aux différentes maladies ; cependant, plus récemment, la résistance aux stress azotés est venue s'ajouter aux critères faisant l'objet d'investigations.

Pour mettre en œuvre cette sélection, le matériel végétal est évalué en conduite « faibles intrants » (c'est à dire sans fongicides, sans régulateur de croissance, avec une densité de semis réduite et avec une réduction de la fertilisation azotée), mais également en conduite « intensive classique » pour acquérir les références nécessaires à l'inscription au catalogue.

Depuis 2002, l'INRA a mis en place un réseau d'essais en agriculture biologique (figure 1).

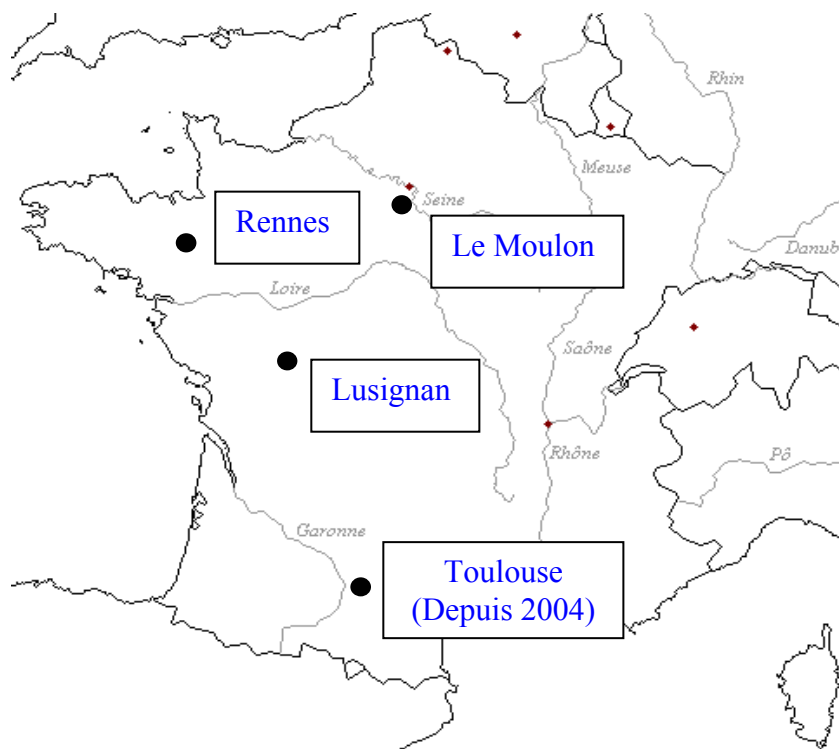


Figure 1 : réseau d'essais INRA en agriculture biologique (les essais sont implantés chez des agriculteurs bios à proximité des 4 stations INRA).

Les objectifs de l'INRA à travers ce réseau d'essais en agriculture biologique sont:

- d'acquérir des références pour ce système de culture.
- d'un point de vue « amélioration des plantes », voir si les lignées sélectionnées en conduite « faibles intrants » peuvent être intéressantes pour l'agriculture biologique.
- d'un point de vue « agronomie », comparer la conduite « agriculture biologique » aux conduites « intensive classique » et « faibles intrants ». Pour ce faire, depuis 2004, toutes les lignées évaluées dans le réseau « agriculture biologique » font également l'objet d'un essai en conduite « faibles intrants » dans les 4 stations INRA.

Par ailleurs, les essais INRA font partie du réseau national de l'ITAB et contribuent ainsi à l'acquisition de références techniques pour la filière.

Le matériel végétal évalué dans le réseau est constitué d'une part par des variétés préconisées par l'ITAB (qui jouent le rôle de références), et d'autre part par des lignées INRA sélectionnées en conduite « faibles intrants », en privilégiant celles qui sont de bonne valeur boulangère.

Les effectifs suivis dans le réseau ont été les suivants :

- 2002 : 25 génotypes, dont 8 lignées INRA.
- 2003 : 34 génotypes, dont 16 lignées INRA.
- 2004 : 30 génotypes, dont 11 lignées INRA.

Dans chaque site les essais sont de type « blocs de Fisher à 4 répétitions », la surface des micro-parcelles étant de l'ordre d'une dizaine de m<sup>2</sup>.

Les analyses technologiques effectuées sur les échantillons de grains comprennent la teneur en protéines, le test de sédimentation de Zeleny, l'alvéographe Chopin et la panification BIPEA. Ces analyses ont été réalisées par l'INRA Clermont-Ferrand, à l'exception de la panification qui a été faite par un laboratoire privé.

## Résultats agronomiques

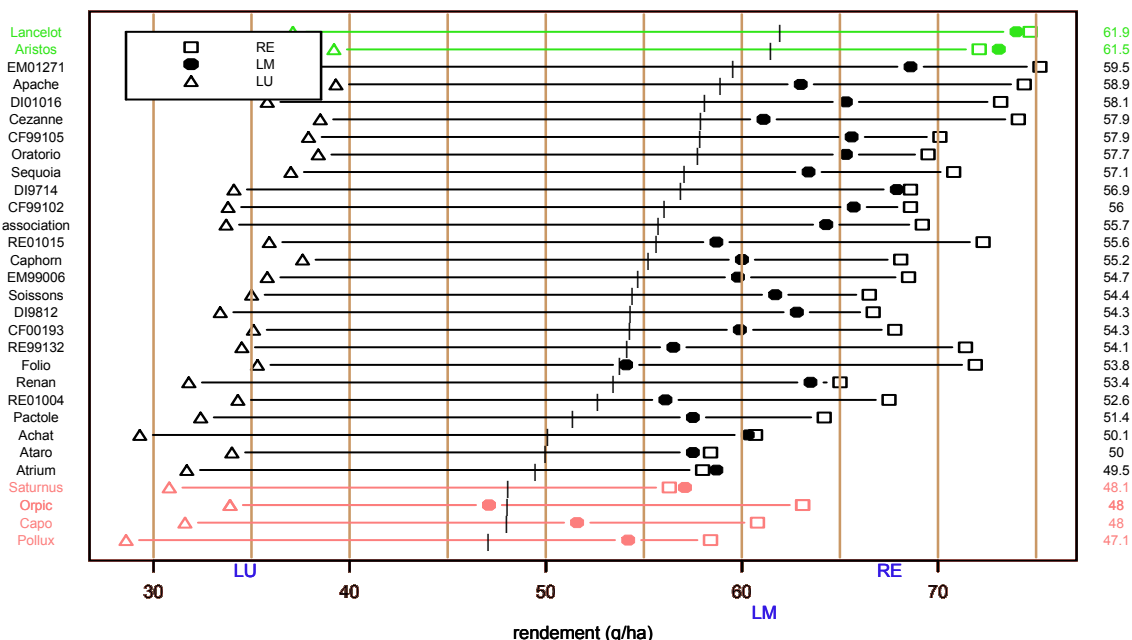


Figure 2 : rendements obtenus par les 30 lignées présentes dans le réseau en 2004.

Le réseau apparaît très hétérogène en terme de productivité, comme le montre la figure 2 qui présente les résultats obtenus en 2004. Les conditions de fertilité et de climat, associées à une bonne maîtrise agronomique, autorisent des rendements élevés (en moyenne 67q/ha à Rennes et 60q/ha dans le sud de l’Ile de France). Par contre dans le Poitou, en dépit d'une fertilisation azotée élevée, les résultats sont beaucoup plus faibles (en moyenne 35q/ha), du fait d'un suivi extensif de la culture et du mauvais positionnement des apports d'azote par rapport au climat (une centaine d'unités par hectare, mais apportées à l'automne). Ces disparités entre les 3 sites suivis par l'INRA, qui existaient aussi en 2002 et 2003, illustrent la très grande variabilité des rendements en agriculture biologique, observée également dans le réseau ITAB.

Dans les conditions de l'agriculture biologique, on retrouve une forte relation négative entre rendement et teneur en protéines, mais décalée vers les faibles valeurs par rapport aux relations de même nature observées en conduite "faibles intrants" et en conduite "intensif classique" (figure 3). Tout ceci indique que l'agriculture biologique, malgré la diversité de ses situations, correspond souvent à un très fort niveau d'extensification.

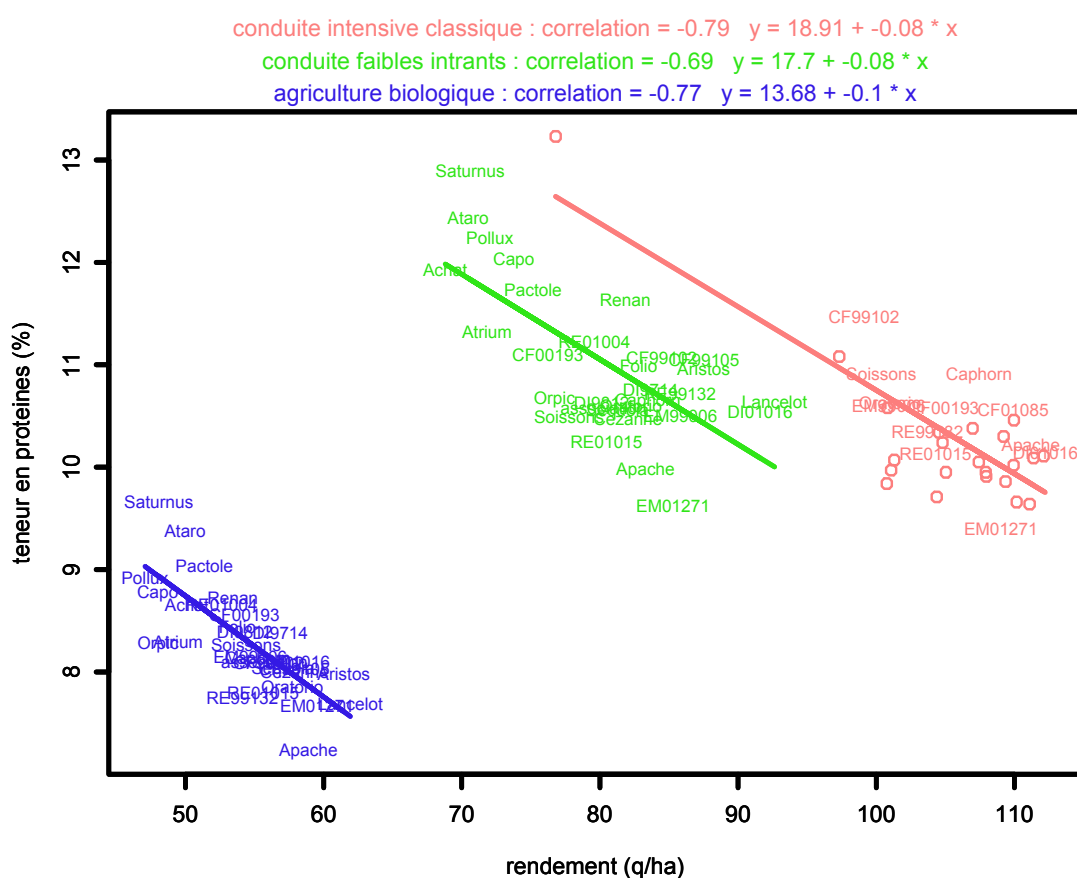


Figure 3 : relation « rendement – teneur en protéines » calculée sur les valeurs moyennes des essais 2004 pour les 3 types de conduite culturale.

## Résultats technologiques

La figure 4 illustre les relations que l'on trouve classiquement entre la teneur en protéines et les paramètres technologiques (ici le W de l'alvéographe et la panification CNERNA), en conduite intensive (données du réseau "création variétale" de l'INRA sur plusieurs années et plusieurs lieux). On voit ainsi qu'il y a une relation linéaire forte entre teneur en protéines et W lorsqu'on se place à génotype constant : la pente de la relation est simplement plus forte pour le génotype à force boulangère élevée (DI9714) que pour le génotype qui présente des résultats alvéographiques plus faibles (Farandole).

La panification Française apparaît également fortement influencée par la teneur en protéines, mais la relation n'est pas linéaire et dépend fortement du génotype : par exemple, une variété comme Récital obtient de mauvais résultats pour des teneurs en protéines inférieures à 10% et de bons résultats dès que la teneur en protéines devient supérieure à 11% ; une lignée comme DI9714 maintient des résultats corrects sur une gamme de teneur en protéines beaucoup plus large que Récital (entre 9.5% et 13%), mais perd de la qualité pour les teneurs en protéines supérieures à 13%.

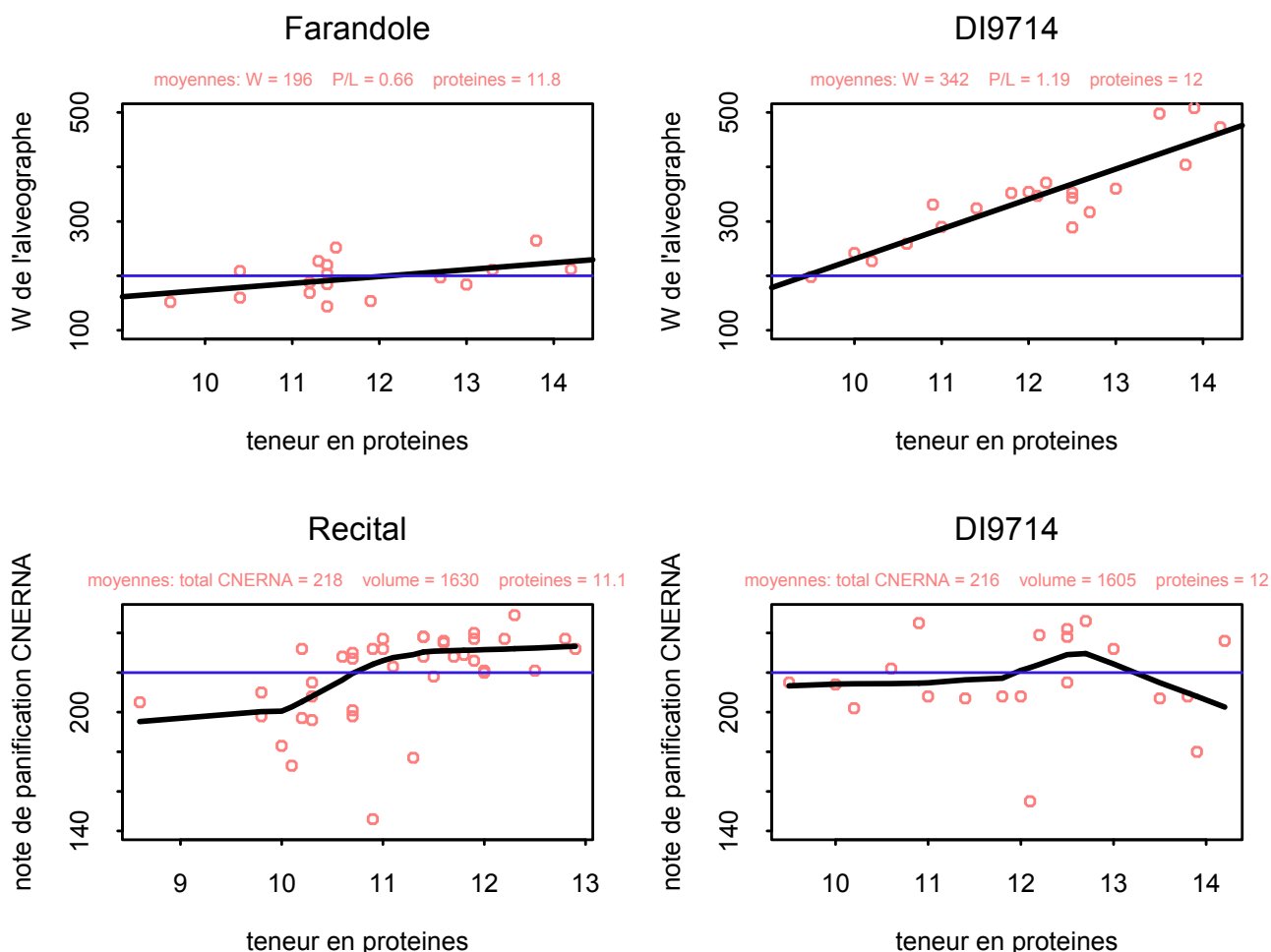


Figure 4 : relations, en conduite intensive classique, entre la teneur en protéines d'une part, et le W de l'alvéographe ou la panification CNERNA d'autre part.

Du fait des relations présentées figure 4, on peut s'attendre à ce que la forte baisse de teneur en protéines observée en agriculture biologique ait des conséquences importantes sur les paramètres technologiques.

La figure 5 montre effectivement que la relation linéaire entre teneur en protéines et W, que l'on avait à génotype constant (figure 4), se retrouve bien lorsqu'on considère un ensemble de génotypes. De plus, il apparaît que cette relation est la même en conduite intensive classique et en agriculture biologique : les faibles valeurs de teneurs en protéines observées en agriculture biologique permettent simplement de décrire la partie basse de la relation, que l'on n'atteint pas avec des conduites plus intensives.

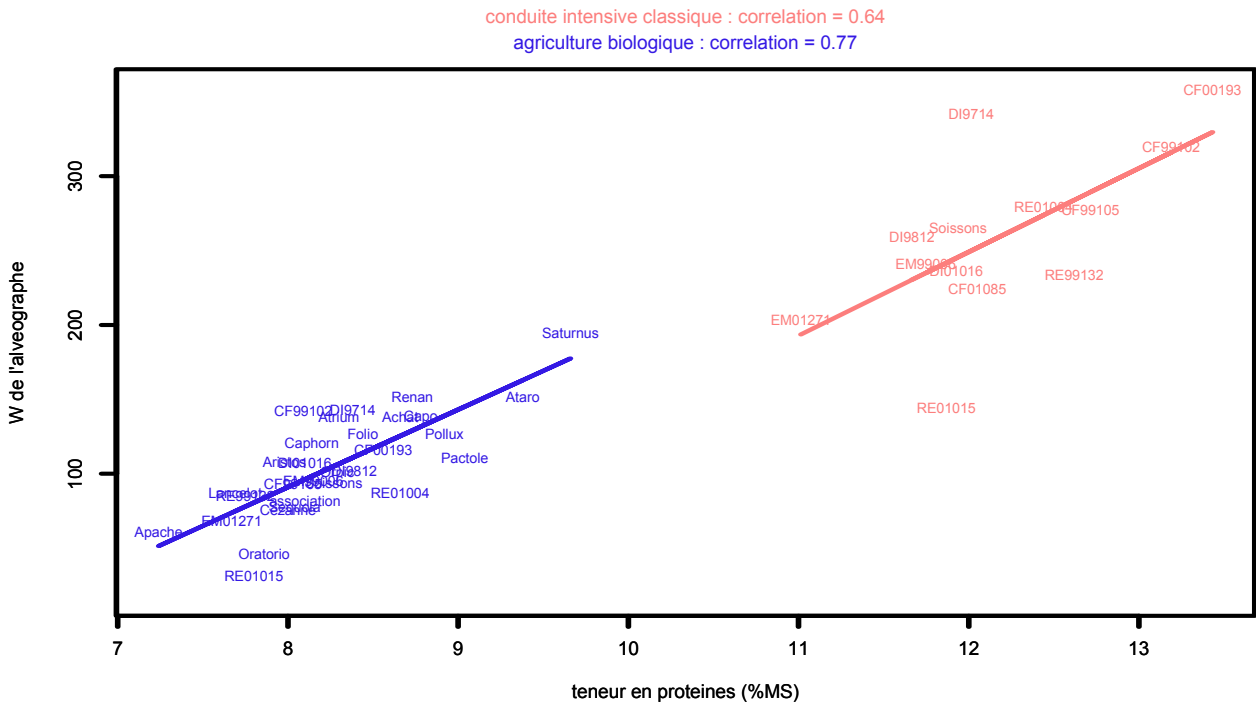


Figure 5 : relation « teneur en protéines – W de l’alvéographe » sur valeurs moyennes des essais 2004.

Pour la panification Française, dans la gamme de teneurs en protéines habituellement observée en conduite intensive classique (de 10 à 13%), il n'y a pas de relation entre teneur en protéines et valeur en panification lorsqu'on considère un ensemble de génotypes. En effet, la manière dont la teneur en protéines influence la note de panification dépend fortement du génotype (figure 4), et on ne trouve donc pas de relation simple entre les 2 caractères lorsqu'on les mesure sur un échantillon de lignées. Par contre, en agriculture biologique, il semblerait que les très faibles valeurs de teneur en protéines (généralement inférieures à 10%) rendent ce facteur prépondérant dans l'explication des notes de panification (figure 6).

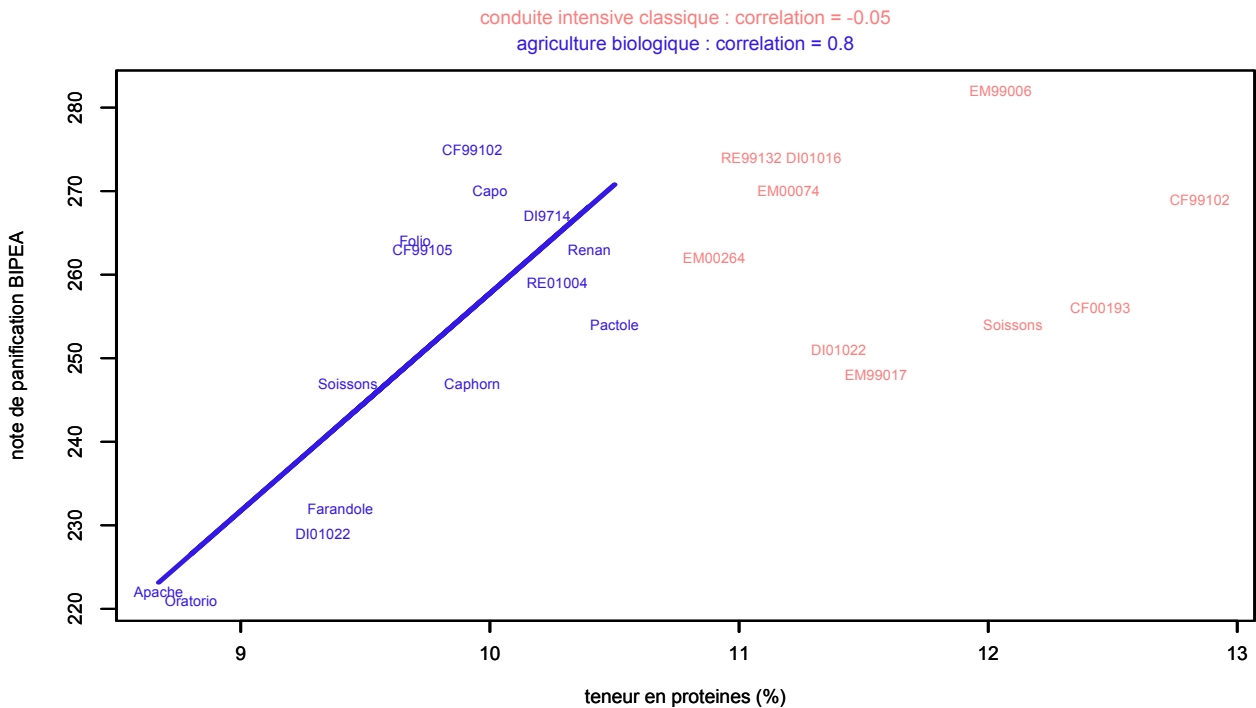


Figure 6 : relation « teneur en protéines – panification BIPEA » sur valeurs moyennes des essais 2003.

Les bonnes notes de panification obtenues par CF99102, CF99105 et Folio (figure 6), malgré des teneurs en protéines inférieures à 10%, sont d'ailleurs assez surprenantes. En effet, à ce niveau de teneur en protéines, on ne s'attend pas à ce qu'il y ait une proportion aussi forte de lignées qui maintiennent des résultats corrects en panification. Cependant, les données disponibles pour la panification au sein du réseau INRA (récoltes 2002 et 2003 uniquement), représentent encore un échantillon très faible, et il sera nécessaire de confirmer cela sur les données de la récolte 2004.

Si on considère que les critères "classiques" d'évaluation de la qualité (alvéographe Chopin et test de panification Française) restent pertinents en agriculture biologique (ce qui mérite discussion), les lignées les plus intéressantes sont donc celles qui obtiennent les valeurs de teneur en protéines les plus élevées pour ce type de conduite culturale.

On peut aisément repérer ces lignées sur des graphiques analogues à ceux des figures 7 et 8 :

- la figure 7 représente la relation « rendement – teneur en protéines » (il faut garder à l'esprit que cette relation ne peut donner des indications fiables que si les moyennes qui servent à sa construction sont calculées sur un réseau multilocal et/ou pluri-annuel).
- la figure 8 représente les lignées dont les résidus par rapport à la régression sont supérieurs à un seuil donné (les lignées intéressantes sont alors celles qui ont les résidus positifs les plus élevés).

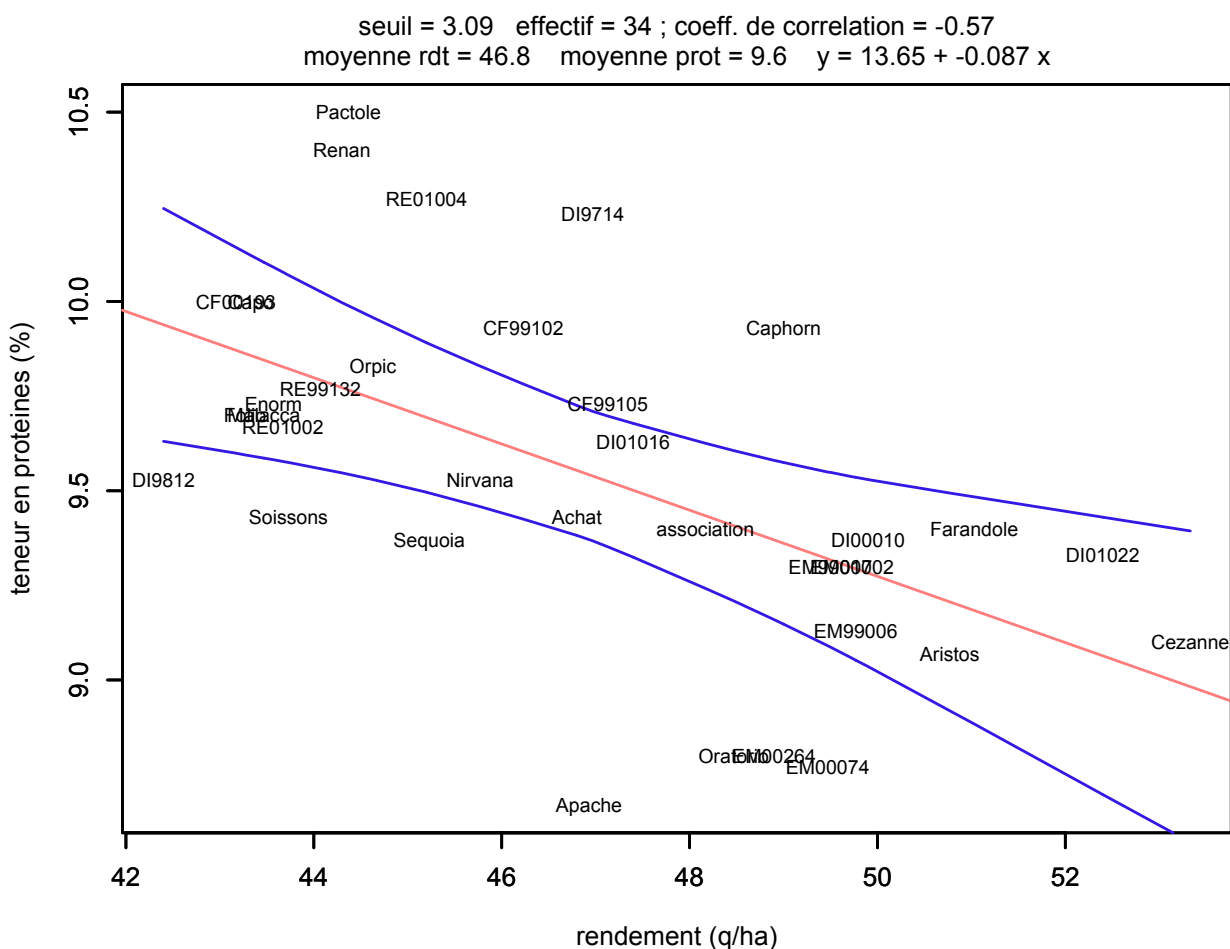


Figure 7 : relation « rendement – teneur en protéines » sur valeurs moyennes des essais 2003.

Les figures 7 et 8 font ressortir, soit des lignées faiblement productives (du fait de la relation négative entre rendement et teneur en protéines, elles maintiennent alors une teneur en protéines suffisante : c'est le cas par exemple de Capo), soit des lignées qui "sortent" favorablement de cette relation négative (c'est le cas, pour un niveau de productivité assez faible, de Renan ou Pactole, et pour un niveau de productivité plus élevé, de Caphorn).

A contrario, plusieurs variétés classées panifiables supérieures (BPS) à l'inscription au catalogue Français s'avèrent, comme Apache (première variété cultivée en France), déficientes en protéines en situation d'agriculture biologique, et n'obtiennent alors que de très faibles valeurs pour le W de l'alvéographe (figure 5) ou la panification Française (figure 6).

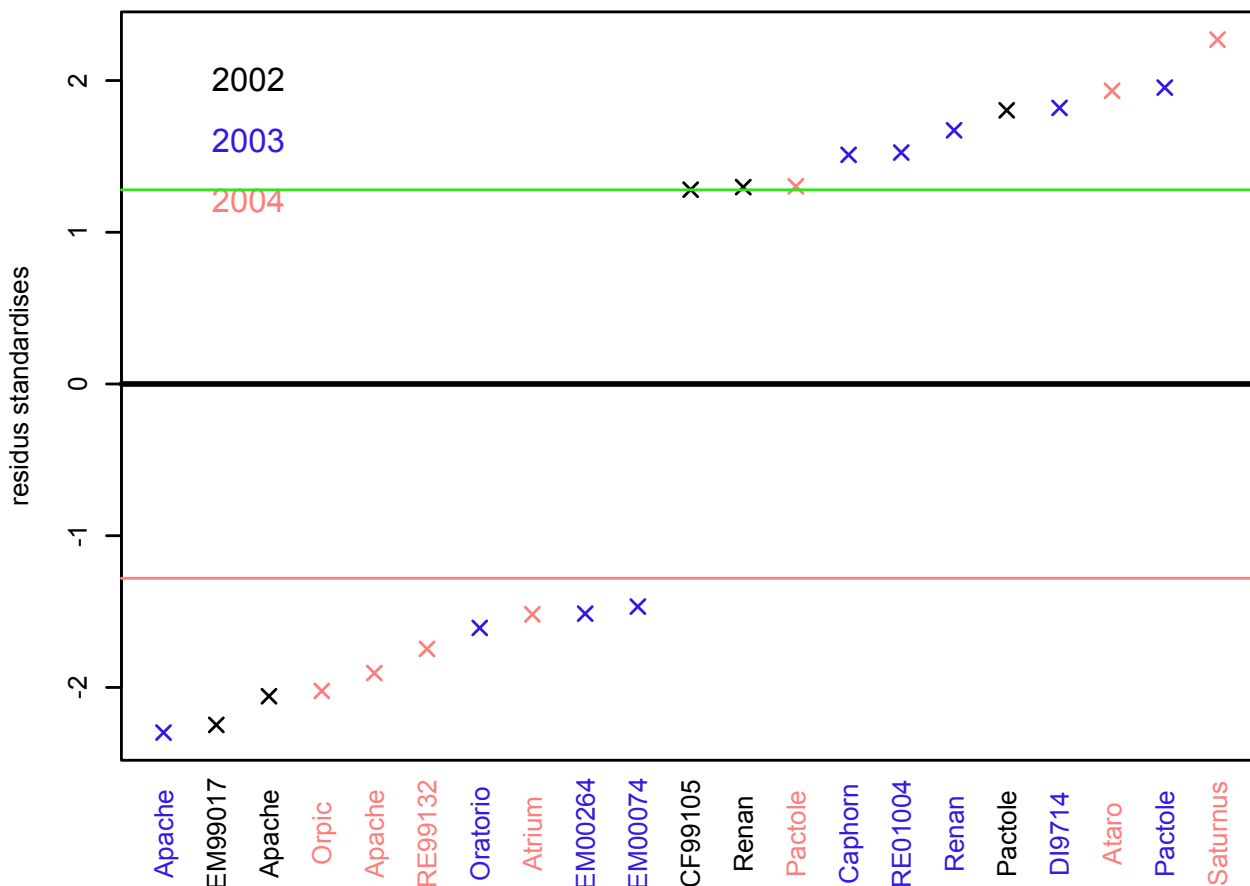


Figure 8 : récapitulatif des lignées qui s'écartent de la régression « rendement – teneur en protéines », sur l'ensemble des essais 2002, 2003 et 2004.

## Conclusions

L'agriculture biologique semble correspondre à un très fort niveau d'extensification (faibles rendements et très faibles teneurs en protéines), associé à une très grande variabilité des résultats en fonction du milieu.

Dans ce contexte, la teneur en protéines semble devenir le critère central pour la qualité, au moins lorsque celle-ci est évaluée par des critères classiques (alvéographe Chopin et test de panification Française).

Pour maintenir la teneur en protéines, il semble intéressant de retenir, soit des lignées de type BAF faiblement productives et de très bonne valeur boulangère (exemples: Capo, Pactole, Renan, Saturnus), soit des lignées de type BPS un peu plus productives mais qui s'écartent positivement de la relation « rendement – teneur en protéines » (exemples : Caphorn, DI9714, CF99102).



# Qualité technologique et sanitaire des blés biologiques : premiers résultats d'une étude en Midi-Pyrénées (Article Alter Agri)

Loïc Prieur, CREAB Midi-Pyrénées

*Cette étude, avant tout, a permis de mieux connaître la filière de production de blé biologique en Midi-Pyrénées : zones de production, itinéraires techniques pratiqués, résultats obtenus, ..., éléments de base à connaître avant de lancer toute action d'amélioration de la filière. Les aspects sanitaires (mycotoxines) et l'aptitude à la panification (étude des protéines de réserve) ont également été étudiés. Enfin, des travaux ont été engagés sur la possibilité d'un test de panification adapté aux farines biologiques.*

Plusieurs constats ont motivé la mise en œuvre de l'étude. En premier lieu, le problème de la forte variabilité quantitative et qualitative (% protéines), d'une année sur l'autre et géographiquement, de la production de blé panifiable biologique ; elle est à relier aux importantes contraintes de production rencontrées en agriculture biologique, d'autant qu'elles ne sont pas toujours maîtrisées. A cela vient s'ajouter une aptitude à la panification des farines issues de l'agriculture biologique souvent considérée comme inférieure à celles issues de l'agriculture conventionnelle. Par ailleurs, il existe une polémique sur les aspects sanitaires (mycotoxines) en agriculture biologique vis-à-vis de l'absence de traitement fongicide, sans références reconnues à ce jour. Enfin, l'évaluation de l'aptitude à la panification (test de panification) est aujourd'hui identique pour les farines biologiques et conventionnelles, bien que les procédés de panification ne soient pas exactement les mêmes (*utilisation de farine obtenue majoritairement sur meule de pierre, et panification souvent réalisée avec des levains*).

Le programme a débuté sur la campagne 2001/2002 par la phase d'enquête ; les travaux en laboratoire se sont déroulés sur la base des récoltes 2002 (les analyses sur 2003 sont en cours). Ce sont les résultats de l'enquête et des analyses de 2002 qui sont présentés dans cet article.

Cette étude a été réalisée conjointement par le C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées, le Centre Technique de Conservation des Produits Agricoles et l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan, tout en bénéficiant de la collaboration de structures professionnelles telles que Agri Bio Union, S.A. Gers Farine et QualiCéréales Sud-Ouest. Elle a bénéficié d'une aide financière de l'Etat Français et du Conseil Régional de Midi-Pyrénées

## Résultats de l'enquête sur la production de blé

### Répartition de la production sur la région

Sur 839 exploitations biologiques recensées en Midi-Pyrénées en 2000, 454 étaient enregistrées à l'ONIC comme ayant une « présence de céréales biologiques ». L'enquête a été réalisée sur la base de 155 exploitations dont les coordonnées ont été fournies par l'ONIC, parmi lesquelles nous en avons recensées 85 produisant du blé panifiable (59 n'en produisaient pas et 11 n'ont pu être jointes ou avaient cessé leur activité). Sur ces 85 exploitations, 67 nous ont fourni un ou plusieurs échantillons de blé, nous amenant à 102 échantillons au total.

Les réponses à l'enquête nous ont permis de mieux cerner les zones de production de céréales et blé panifiable, en observant les différences de répartition entre les surfaces totales en agrobiologie et les surfaces en céréales biologiques, puis entre le nombre d'exploitation avec céréales biologiques et celles avec du blé panifiable biologique.

Il en ressort que :

- Toutes productions confondues l'Aveyron présente les surfaces en bio les plus importantes de Midi-Pyrénées avec 37,5% des surfaces (soit 13 198 ha, mais seulement 1 517 ha de céréales soit 11% des surfaces), viennent ensuite le Gers avec 18% des surfaces, le Tarn et l'Ariège (12 et 11,5%). La Haute-Garonne, le Lot et le Tarn & Garonne présentent quant à eux des surfaces de l'ordre de 6 à 7 % du total régional.
- Les départements de l'Ariège, de l'Aveyron et du Lot présentent une faible proportion de céréales biologiques par rapport à leur assolement (respectivement 8%, 11% et 9%), inversement la Haute-Garonne, le Gers et les Hautes-Pyrénées présentent une forte proportion de céréales biologiques dans leur assolement (respectivement 20%, 23% et 25%). Enfin, le Tarn et le Tarn & Garonne ont un positionnement intermédiaire.
- Concernant la production de blé panifiable biologique, on constate que la proportion de blé panifiable par rapport aux céréales totales est élevée dans le Gers (29% des surfaces en céréales sont en blé panifiable) et dans le Tarn & Garonne. Inversement cette proportion est faible pour les Hautes-Pyrénées, le Lot, l'Ariège et dans une moindre mesure la Haute-Garonne.

En conclusion, on peut dire que les départements du Gers et du Tarn & Garonne ont une forte orientation pour la production de blé panifiable (tendance grandes cultures ou « grenier à blé » de Midi-Pyrénées), suivis par le département du Tarn. L'Ariège, la Haute-Garonne et les Hautes-pyrénées présentent une proportion importante de céréales biologiques, mais le blé panifiable n'y est pas majoritaire (tendance polyculture). Enfin, l'Aveyron et le Lot présentent une très faible proportion de blé panifiable et de céréales dans leur assolement, il s'agit de départements ayant une orientation marquée pour l'élevage.

### **Données techniques recueillies sur les exploitations**

Parmi les 67 exploitations ayant fourni des échantillons de blé panifiable, un formulaire d'enquête a permis de collecter les principales données techniques de l'exploitation. D'un point de vue général, on constate que les principes de production en agriculture biologique sont relativement bien connus et bien suivis par les producteurs :

- la durée des rotations est dans 61% des cas supérieure à 4 ans, le blé est placé dans 70% des cas après une légumineuse.
- Les itinéraires techniques restent variés et le choix des outils semble assez lié à l'orientation de l'exploitation ; celles en polyculture élevage utilisent plus régulièrement la charrue, inversement ceux en système de grandes cultures préfèrent la succession d'outils à dents.
- Les blés sont désherbés de façon mécanique dans plus de 60% des cas ; parmi ceux qui ne réalisent aucun désherbage en végétation, on constate une forte proportion de gens pratiquant le labour (méthode préventive de désherbage en agriculture biologique).
- Les blés sont fertilisés (fertilisants ou engrais de ferme) dans 68% des cas, à une hauteur moyenne de 60 kg/ha. Parmi les 68% qui fertilisent, 60% utilisent uniquement des fertilisants, 18,5% utilisent uniquement des engrais de ferme et 21,5% combinent les deux).

Tableau 1 – Type de fertilisation apportée aux blés

	Fertilisation				Type de fertilisant					
	oui		non		Engrais		Ferre		Les 2	
Ariège	3,0	100,0%	0	0,0%	2,0	66,7%	1,0	33,3%	0,0	0,0%
Aveyron	5,0	100,0%	0	0,0%	3,0	60,0%	2,0	40,0%	0,0	0,0%
Hte Garonne	4,0	80,0%	1	20,0%	3,0	75,0%	1,0	25,0%	0,0	0,0%
Gers	27,0	79,4%	7	20,6%	18,0	66,7%	3,0	11,1%	6,0	22,2%
Lot	2,0	28,6%	5	71,4%	0,0	0,0%	2,0	100,0%	0,0	0,0%
Tarn	15,0	75,0%	5	25,0%	7,0	46,7%	1,0	6,7%	7,0	46,7%
Tarn & Garonne	9,0	42,9%	12	57,1%	6,0	66,7%	2,0	22,2%	1,0	11,1%
Midi-Pyrénées	65	68%	30	32%	39,0	60,0%	12,0	18,5%	14,0	21,5%

- Les variétés utilisées sont nombreuses (27 variétés différentes citées, y compris certaines présentes uniquement en mélange) ; Renan est la variété la plus citée (présente dans 22,7% des cas), suivie par les mélanges, puis Soissons et Florence Aurore.

Le rendement moyen en 2002 en Midi-Pyrénées est de 30,2 q/ha ; dans 79% des cas il est compris entre 24,5 et 53 q/ha. Les teneurs en protéines sont élevées avec une moyenne à 11,5%. Il faut rappeler que les conditions climatiques de la campagne ont été particulièrement favorables à la production de blé en agriculture biologique (hiver froid et sec, précipitation et azote disponible à la floraison).

### Améliorer les conditions de stockage

L'enquête a permis de constater qu'une forte proportion des producteurs (72%) stocke le blé sur l'exploitation pour une durée moyenne de 6 mois (57% stockent en cellule, 36% en tas et 6% en sac). Le problème est que des pratiques déconseillées vis-à-vis des conditions de stockage sont apparues répandues dans la région :

- 83% des producteurs ne nettoient pas leur local,
- 55% ne nettoient pas les grains,
- 57% ne ventilent pas les grains en cours de stockage (33% ne ventilent pas les cellules).

Or la désinfection et le nettoyage du local (pyréthre, chalumeau, ou tout simplement balai + aspirateur), le nettoyage des grains au séparateur et la ventilation des grains en début de stockage sont pourtant les techniques qui en agrobiologie permettent un stockage sûr et durable, tout en limitant les risques de développement de mycotoxines.

### Evaluation de la qualité sanitaire

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires, souvent toxiques, sécrétées par des champignons ou moisissures. Dans cette étude nous avons ciblé les mycotoxines à risque pour la culture du blé dans notre région, qui sont :

- le Deoxynivalénol (DON ou vomitoxine produite par des *Fusarium*) il s'agit d'une mycotoxine présente à la récolte et en cours de stockage. Cette mycotoxine comme toutes celles de la famille des Trichothécènes est thermostable et peut donc se retrouver dans le pain.
- L'Ochratoxine A (produite par un *Penicillium*) il s'agit d'une mycotoxine produite principalement en cours de stockage (favorisée par les atmosphères chaudes et humides).

Pour cette étude, 77 échantillons (57 issus de l'enquête + 20 issus des essais variétés du CREAB) ont été analysés en sortie de champs, puis un an après (juin 2003) après stockage chez les producteurs. Pour les 2 mycotoxines précitées, les résultats sont les suivants :

Tableau 2 – Résultats des analyses en Vomitoxine (DON) et Ochratoxines (OTA) par la méthode immuno-enzymatique (Kit Elisa)

Prélèvements	Mycotoxines	Moyenne <sup>1</sup> ± ET µg/kg	Maximum µg/kg	Nb > LQ <sup>2</sup>	Teneurs Max µg/kg	Nb > Teneurs max.
Après récolte	DON	267 ± 74	830	7 / 77	1 000	0
	Ochratoxine A	< 5	< 5	0 / 77	5	0
Après stockage	DON	263 ± 28	330	2 / 9	1 000	0
	Ochratoxine A	< 5	< 5	0 / 9	5	0

<sup>1</sup> La moyenne est sur-estimée car la valeur minimale utilisée est celle de la LQ soit au minimum 250 µg/kg.

<sup>2</sup> LQ = Limite de Quantification (limite de l'analyse)

Ainsi pour l'ensemble des échantillons, les seuils réglementaires n'ont jamais été dépassés pour les deux mycotoxines étudiées, aussi bien après récolte, qu'après stockage. L'ochratoxine A n'a jamais été détecté sur aucun échantillon même après stockage. La DON fut détectée 7 fois sur 77 après récolte et 2 fois sur 9 après stockage, mais toujours à des valeurs inférieures à la limite légale.

### Composition protéique des blés biologiques

#### Rappel sur la composition protéique du blé :

Le grain de blé contient 2 grands types de protéines : des protéines métaboliques et de structure, qui ont peu d'effet technologique (fraction soluble), et les protéines de réserve (ou gluten (fraction insoluble)), qui interviennent du point de vue technologique (aptitude à la panification).

Ces protéines de réserve se divisent en 2 grands types :

- les gluténines (elles-mêmes sous divisées entre les gluténines polymérisées [de grande taille] apportant les caractéristiques d'élasticité et de ténacité des pâtes et celles peu polymérisées [de taille plus petite]) ;
- et les gliadines apportant des caractéristiques de viscosité des pâtes.

#### Variabilité des teneurs en protéines

Sur l'ensemble des échantillons collectés, les teneurs en protéines des farines (toujours inférieures à celles des grains) varient de 6,3% à 14,6% (figure 1). Cette variabilité ne semble pas liée à la variété (pour Renan les valeurs varient de 8,4% à 12,4%, pour Florence Aurore de 9,7% à 14,6%). Il semble donc que l'expression des protéines, pour l'année 2002, soit plus liée aux conditions environnementales qu'au génotype. De même aucune corrélation positive ou négative n'a pu être mise en évidence entre le rendement et la teneur en protéine (du grain) ou entre le PMG et la teneur en protéines sur les récoltes 2002 (figure 2).

Figure 1 – Relation entre le rendement et la teneur en protéines

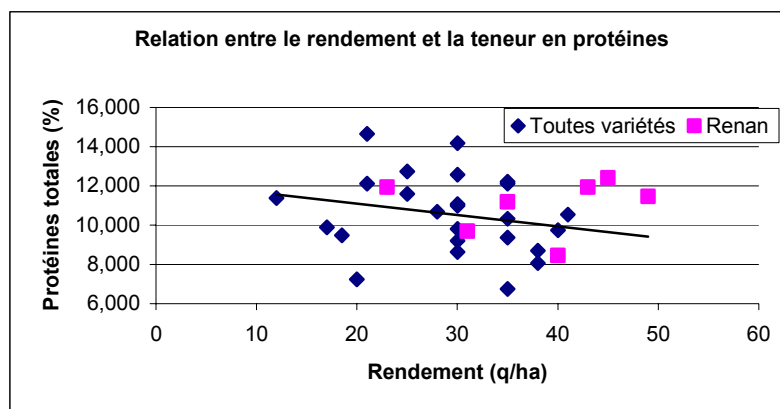
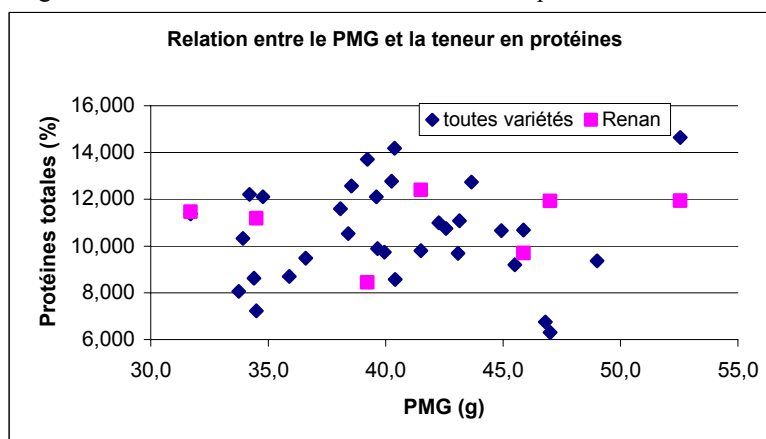


Figure 2 – Relation entre le PMG et la teneur en protéines



### Variabilité de la constitution des protéines

Il ressort des analyses pratiquées que pour un même génotype (une même variété), la variation de la proportion des différentes protéines (protéines métaboliques, gluténines et gliadines) peut être importante, mais d'un ordre de grandeur conforme aux résultats du conventionnel. L'année 2002 ayant permis une bonne assimilation de l'azote, les teneurs en protéines des blés biologiques sont globalement proches ou équivalentes à celles du conventionnel. Ceci nous permet donc d'observer à un niveau de protéines équivalent les différences dans la répartition des familles de protéines entre blé biologique et blé conventionnel. Il en ressort qu'aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les deux types de production ; on notera toutefois une plus grande variabilité pour les échantillons issus de l'agriculture biologique, ainsi qu'une tendance (qui reste à confirmer) qui tendrait à privilégier la synthèse des gluténines en agriculture biologique. D'une façon générale la synthèse des protéines et leur répartition semblent plus liées à la disponibilité en azote qu'au mode de production.

### Aptitude à la panification

Les mesures des indices d'aptitude à la panification (alvéographe) montrent que la qualité technologique semble pouvoir s'exprimer de la même manière en agrobiologie qu'en conventionnel pour des teneurs en protéines équivalentes. Toutefois, en agriculture biologique, l'hétérogénéité des conditions de production et notamment de mise à disposition de l'azote conduit à augmenter l'hétérogénéité des blés produits et donc de la qualité technologique des farines.

Les corrélations réalisées entre teneur en protéine et force boulangère (W de l'alvéographe) permettent de montrer qu'une force de pâte élevée ( $W > 200$ ) n'est obtenue que pour des grains de blés supérieurs à 10,5% de protéines, mais dès cette valeur atteinte toutes les qualités sont possibles (un blé à 10,6% de protéine peut présenter un W supérieur à un blé à 12% de protéines). Ceci confirme que la teneur en protéines n'est pas le seul déterminant de la qualité.

Figure 3 – Dépendance entre le W de l'alvéographe et la teneur en protéines

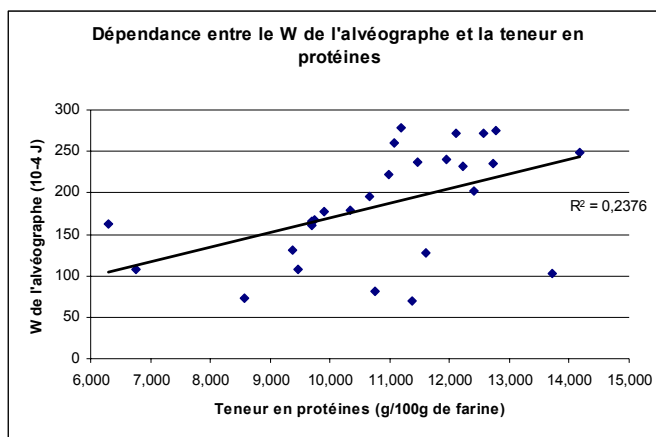
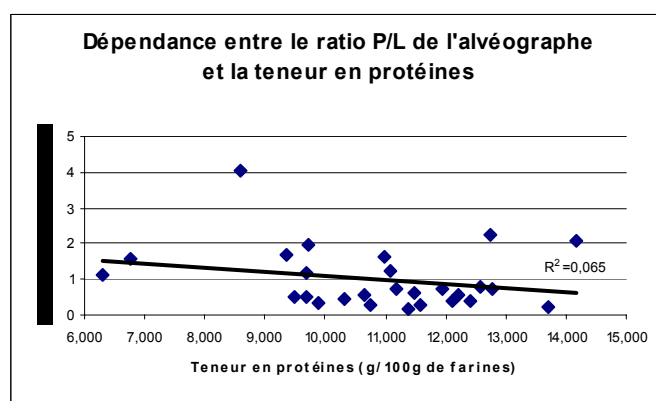


Figure 4 – Dépendance entre le ratio P/L de l'alvéographe et la teneur en protéines



### Mise au point d'un test de panification

A ce jour l'évaluation de l'aptitude à la panification des farines issues de l'agriculture biologique se fait de la même façon que pour les farines du conventionnel. Pourtant les procédés de panification sont souvent différents entre bio et conventionnel (pétrissage moins intense, temps de levée différent ...). Aussi nous avons voulu étudier la possibilité de mise en oeuvre d'un test de panification, calqué sur le test BIPEA mais plus adapté aux farines biologiques. Les échantillons collectés ont servi à mettre au point ce test.

Dans un premier temps le travail a porté sur le procédé de panification, afin d'être plus représentatif des pratiques des boulangers bios. Les différences vis à vis du BIPEA sont les suivantes :

Tableau 3 – Comparaison des notes de panification des tests BIPEA et test BIO

Procédé modifié	Test BIPEA	Test Bio	Remarques
Pétrissage	4' en vitesse 1	15' en vitesse 2	Diminution de la vitesse conformément à la pratique, la durée fut déterminée par l'observation du réseau du gluten
Pointage	20 minutes	2 heures	Plus conforme à la pratique, permet un gain de la note pâte
Quantité de levure	2,5 g/100 g farine	1,5 g/100 g farine	Des doses plus fortes de levure entraînent une fermentation trop rapide au pointage cause d'1 porosité excessive.

Nous avons ensuite comparé pour différents lots de blé les notes de panification en BIPEA et en test BIO. Sur la collecte 2002, on constate que le test BIO permet :

- une meilleure discrimination des variétés à faible teneur en protéines (augmentation de la note pain),
- mais également une moins bonne discrimination des variétés riches en protéines (diminution des notes pâte et mie). Les moins bonnes notes proviennent du fait que les pains sont pénalisés par un allongement réduit des pâtons et/ou une action fermentaire réduite.

Pour les suites de l'étude, nous pensons qu'il convient de modifier le système de notation du test, principalement sur les critères suivants : allongement, action fermentaire et volume des pains.

## Conclusions

Il convient tout d'abord de souligner le caractère précurseur de ce programme d'étude, la qualité des blés biologiques ayant été peu étudiée jusque-là<sup>1</sup>.

Un premier apport de cette étude, non négligeable, est qu'elle a permis de mieux cerner les zones de production du blé panifiable en Midi-Pyrénées et les pratiques des agrobiologistes.

Concernant les travaux menés sur les échantillons de blé, il faut toutefois rappeler que l'année climatique 2002 fut particulière, car elle a permis une bonne assimilation de l'azote (minéralisation intense et peu de lessivage) et les maladies cryptogamiques furent quasi absentes. Ainsi les teneurs en protéines des blés biologiques sont, en 2002, proches de celles obtenues en conventionnel. Ceci nous a permis de faire des comparaisons sur la nature des protéines entre bio et conventionnel à niveau égal ; cette comparaison n'a pas montré de différence significative (l'alimentation azotée semble être plus importante pour l'obtention des protéines que le choix variétal ou le type d'agriculture pratiquée).

Cette étude a également montré que pour les échantillons analysés une quantité minimum de protéines (10,5%) semble nécessaire pour obtenir une bonne panification. Par contre, l'augmentation des teneurs supérieures à 10,5% ne s'accompagne pas forcément d'un gain en panification.

Concernant un test de panification spécifique à l'agriculture biologique, le premier travail a consisté à intégrer les pratiques des boulangers « bio » dans le procédé de panification ; mais ces modifications n'étant pas jugées suffisantes pour obtenir un test suffisamment discriminatif, dans la suite de l'étude la façon de noter les pains sera réévaluée afin de mieux correspondre à la réalité.

Tableau 4 – Comparaison de deux tests de panification : BIPEA et PAIN BIO

	Variétés % protéines	AUBUSSON 11,7	CEZANE 11,9	AZTEC 12	APACHE 12,2	LONA 14,2	RENAN 12,9	NOGENT 12,1	RAPOR 13,1
TEST BIPEA	Pâte	89	91	70	77	79	79	65	55
	Pain	76	73	62	58	37	32	28	13
	Mie	97	88	100	91	97	100	85	82
	<b>Valeur boulangère</b>	<b>262</b>	<b>252</b>	<b>232</b>	<b>226</b>	<b>213</b>	<b>211</b>	<b>178</b>	<b>150</b>
Test Pain Bio	Pâte	69	79	85	85	78	74	69	52
	Pain	77	68	57	48	53	45	66	30
	Mie	82	94	82	82	94	94	94	88
	<b>Valeur boulangère</b>	<b>228</b>	<b>241</b>	<b>224</b>	<b>215</b>	<b>225</b>	<b>213</b>	<b>229</b>	<b>170</b>
ECART	Pâte	-20	-12	15	8	-1	-5	4	-3
	Pain	1	-5	-5	-10	16	13	38	17
	Mie	-15	6	-18	-9	-3	-6	9	6
	<b>Valeur boulangère</b>	<b>-34</b>	<b>-11</b>	<b>-8</b>	<b>-11</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>51</b>	<b>20</b>

<sup>1</sup> A noter que dans le cadre de l'appel à projet bio conjoint INRA-ACTA, un programme sur la qualité des blés biologiques est en cours de montage pour 2005-2006, regroupant plusieurs laboratoires de l'INRA, ARVALIS – Institut du végétal, l'ITAB et différents partenaires régionaux ; il fait suite à un programme AQS du ministère de la recherche qui portait sur les qualités nutritionnelles, dont les résultats seront prochainement publiés.

# Travaux sur l'évaluation de l'aptitude à la panification des blés biologiques en Ile-de-France

*Claude AUBERT – GAB Région Ile-de-France/CA 77*

## **1/ Qualité des blés biologiques en Ile de France : Travail effectué en 2004**

Un stage d'élève-ingénieur de 6 mois relatif à « La qualité des blés tendres biologiques en Ile de France dans le cadre de la production d'un pain bio régional » a été réalisé au sein de la Chambre d'Agriculture de Seine et Marne en 2004.

### **Les deux questions posées sont :**

- Quelle est la qualité technologique des blés d'Ile de France pour la boulangerie biologique ?
- Quels sont les fondements agronomiques de la qualité boulangère?

### **Les objectifs de travail qui en découlent, et à suivre sur plusieurs années sont les suivants :**

- Constituer un référentiel de la qualité boulangère des blés bio.
- Repérer les situations agronomiques favorables à la qualité boulangère et celles à éviter (conseil d'implantation).
- Prévoir la qualité des lots (alotement), dans la perspective de production du PAIN BIO Ile de France®.

### **La démarche :**

La démarche en 2004 était de suivre le réseau de parcelles de blé biologique et de traiter les données, afin de mettre en évidence des relations *terroir – itinéraire technique – qualité du blé et du pain* :

- Utilisation de la base de données existante pour traiter les données collectées en 2003 (analyses de qualité, situations pédo-climatiques, itinéraires techniques).
- Propositions sur la pertinence du réseau et améliorations de la base de données.
- Suivi du réseau de parcelles et d'essais (variétés, fertilisation) sur le terrain en lien avec les conseillers locaux.
- Collecte et pré-traitement des données et échantillons de blés 2004 ; élaboration le cas échéant de conseils d'emblavement pour le groupe Pain Bio d'Ile de France pour la campagne suivante.

### **Sur les données 2003, quatre axes de traitements et/ou d'organisation des données se succèdent :**

- Liens entre analyses indirectes et qualité boulangère.
- Validité du test de panification.
- Liens entre agronomie et qualité boulangère.
- Réorganisation de la collecte des données.



## 2/ Les principales conclusions de ce travail sont les suivantes :

Pour la boulangerie, il est primordial d'avoir des pâtes à pain qui se travaillent facilement. Or l'aptitude d'une farine de blé à être utilisable en boulangerie dépend :

- d'une part de ses protéines, en particulier les protéines insolubles appelées gluten. Ce gluten est composé de gluténines (responsables de l'élasticité et de la ténacité de la pâte) et de gliadines (responsables de l'extensibilité et de la souplesse de la pâte) ;
- d'autre part du procédé de fabrication du pain (type de mouture et de farine, au levain ou à la levure, niveau de mécanisation, ...)

Tableau 1 : Exemple d'évaluation de la qualité d'un lot de blé : grille de décision 2003 (SMM – Précy Sur Marne)

	Protéines	Zélény	
Groupe I	< 10,5	< 28	
Groupe II	10,5 à 11,5	28 à 33	Alvéographe → Panification
Groupe III	> 11,5	> 33	Alvéographe + Panification

Tableau 2 : Exemple de demande la meunerie : grille de mélanges 2003 et 2004 (SMM – Précy Sur Marne)

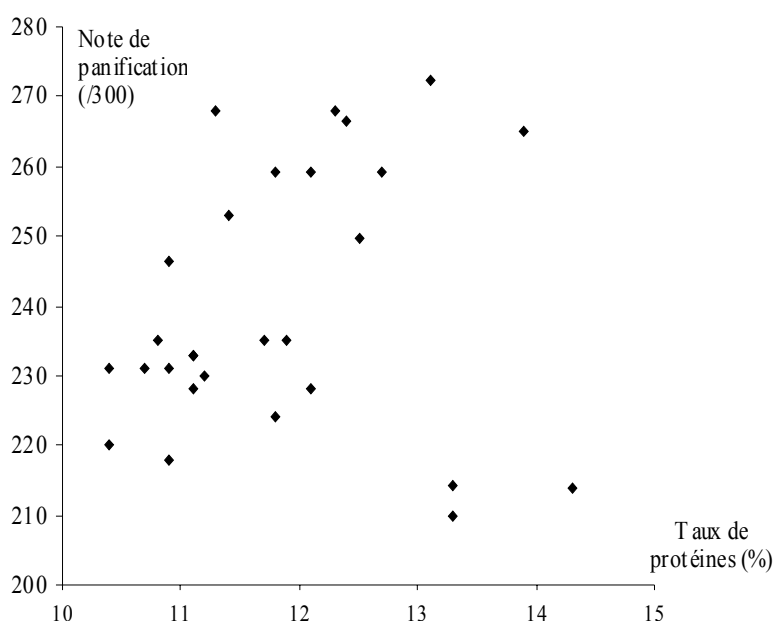
		Volumes en mélanges (%)	
		2003	Objectifs 2004
Groupe I	Blés à éviter	15	0
Groupe II	Blés de base	30	30
	Blés en observation	15	20
Groupe III	Blés supérieurs	40	30
	Blés améliorants	0	20

Cette demande de la meunerie décline automatiquement la majorité des blés 2003 (au delà des 15% des volumes en mélanges) et la totalité des blés 2004. La teneur en protéines de ces blés est en effet inférieure à 10,5 % : ils ne pourront être écoulés qu'en alimentation animale si le marché le permet, et ceci à un prix inférieur de 6-7 €/ql à celui des blés vendus en alimentation humaine pour la boulangerie.

Graphique 1 – Corrélation note de panification – taux de protéines (source : Chambre d'agriculture de Seine et Marne)

A partir de panification type CNERNA adaptée à la fabrication de pain classique (autorisée dans les cahiers des charges bio), les résultats du réseau 2003 ont confirmé que le taux de protéines manque de pertinence pour prédire la qualité boulangère d'un blé en agriculture biologique.

Aucun autre critère (zélény, gluten index et gluten humide, W et P/L) n'a pu cependant se détacher de l'analyse pour le remplacer. Mais le problème de fiabilité des données, lié au manque d'organisation du réseau 2003 (=> diversifier les situations de parcelles ; obtenir des échantillons à faible taux de protéines), laisse envisager que les améliorations apportées en 2004 permettront de trouver des pistes de travail



Le travail sur le réseau 2004 s'est attaché à améliorer la fiabilité des données, par une organisation et des choix en conséquence. Il s'est en outre recentré sur l'approche qualité en s'interrogeant sur l'intérêt et la représentativité des différents tests, en particulier le test de panification bio, en choisissant un seul et même laboratoire pour effectuer les analyses (Ensmic).

Les conditions de validité d'un test sont d'une part d'être fiables et reproductibles et d'autre part représentatifs par rapport à des procédés professionnels et au niveau d'automatisation :

- les tests de panification BIPEA et CNERNA ainsi que PAIN de TRADITION sont identifiés et reproductibles ; ils sont valides en bio du moment qu'ils façonnent du blé bio. Ils sont particulièrement adaptés à une filière de transformation de type classique (farine sur cylindre, T55 et sur levure) avec un niveau d'automatisation élevé ;
- les tests de panification bio utilisant de la farine sur meule T80 avec du levain ne sont pas codifiées actuellement ; ces pratiques sont celles généralement utilisées par les artisans-boulangers (30 à 50 % du marché) et aussi par des grands transformateurs (GMS : 30 à 50 % du marché), ces derniers demandant un niveau de protéines minimal pour garantir leur fabrication (automatisation intermédiaire, le façonnage étant manuel chez certains).

L'Ile de France choisit d'utiliser une pratique boulangère intermédiaire entre boulangerie industrielle et artisanale avec façonnage manuel, correspondant à une production de 100 à 300 T de farine / an, basé sur le protocole fourni par la SCOP « Pain Virgule » à Nantes :

- Farine sur meules, T110 (prévue initialement T80) : Pain de Pierre
- Levain chef : mélange de quelques variétés les plus courantes avec 12 jours de fermentation, hydratation à 70%, et constituant 7% de chaque fournée
- Levain de chaque lot (30 lots) : [levain chef + farine du lot] = 30% de la pâte à pain ; hydratation à 65% ; pétrissage lent 10 min ; Températures totales 50-55°C ; temps de pousse total : 8-9 h
- Pâte à pain : hydratation 67-70% (réelle 60-65%) ; pétrissage lent 12-15 min ; Températures totales 68-70°C ; temps de pousse = temps d'apprêt ; temps de pousse total : 5 h-5 h 30
- Pesage et façonnage manuel ; apprêt en parisiens (allongés) et boules rondes

Ce test de panification bio va plus loin que la coordination avec le réseau national, car il est établi dans le cadre d'une problématique régionale de panification bio avec une farine T80, une mouture sur meules et une fermentation au levain.

Les résultats 2003 laissant planer un doute sur l'intérêt d'intégrer des données du réseau national (qui ne sont pas choisies de la même manière et créent peut-être un biais), il est essentiel de privilégier les objectifs du réseau Ile de France, tout en continuant à initier une convergence des méthodes au niveau interrégional et à solliciter la coordination nationale.

De plus, ce test de panification bio, qui est plus représentatif de la panification bio, sera peut-être plus sensible aux facteurs agronomiques pour mettre en évidence des situations culturelles favorables ou défavorables à la qualité. En effet, les résultats du réseau 2003 concernant les facteurs qui influencent la qualité boulangère - type de sol et exploitation - sont à interpréter avec prudence compte tenu : 1/ de l'orientation des analyses sur des critères prédéfinis (tests de panification limités à certains échantillons), 2/ de l'imbrication des données et 3/ du manque de répétitions de certaines situations. Les prochains réseaux 2004 et 2005, avec le choix de situations contrastées et répétées, ouvrent des perspectives de résultats sur les relations entre qualité et agronomie, avec de nouveaux facteurs à intégrer, comme le système de culture, la rotation ou le travail du sol.

Les premières données de dépouillement sur la campagne 2004 montrent que cette année climatique présente des résultats en taux de protéines moindres qu'en 2003. Ceci permet de préciser, grâce à des tests de panification systématiques (BIO et CNERNA, tests utilisant tous les deux le façonnage manuel), que des taux de protéines inférieurs à 10,5% n'ont pas d'influence négative sur la qualité

boulangère en façonnage manuel. Cette conclusion est d'autant plus importante qu'il paraît nécessaire de convaincre la filière boulangère de se trouver des critères de décision adaptés à ses différentes situations (mécanisation industrielle ; artisanat et industriel à façonnage manuel).

Le réseau 2004 comportait 110 parcelles répertoriées, 60 sélectionnées pour leur homogénéité et à faire en panification CNERNA, mais finalement ramenées à 30 pour les faire en panification BIO (deux fois plus chères). Ces 30 parcelles correspondent à 12 agriculteurs, 5 types de sols (limon argileux dominant), 7 variétés, 7 précédents, et 19 parcelles ayant reçus un apports d'engrais organiques.

Que se soit en panification CNERNA (notes de 217 à 236) ou BIO (notes de 136 à 149 en notation tradition), ces plages de notes correspondent à une assez bonne panification, alors que le test bio en cours d'élaboration est à améliorer (utiliser une farine T80 au lieu de T110 ; allonger le temps de stabilisation du levain à 3 semaines minimum ; sommes de températures à revoir).

A noter que la panification BIO en notation cnerna est inférieure de 30-40 points à la panification CNERNA en notation cnerna : ceci est dû pour 30 points au volume moindre en panification sur levain et farine complète.

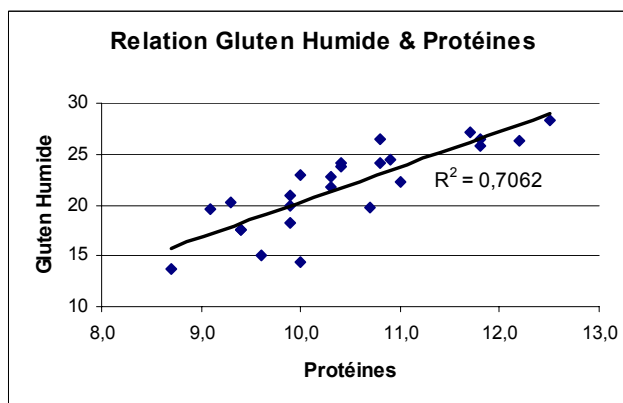
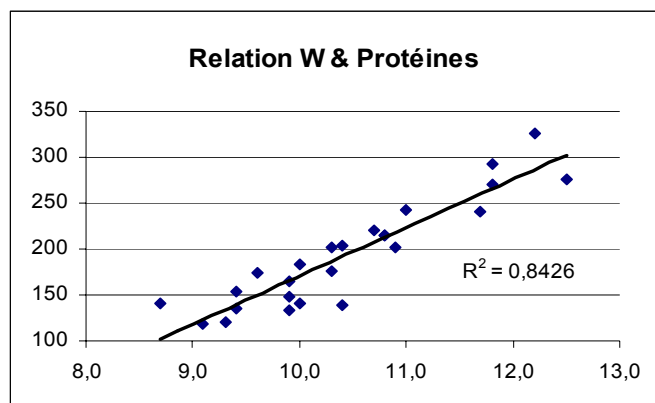
⇒ Ce qui signifie qu'il faut élaborer un système de notation adapté à la panification BIO.

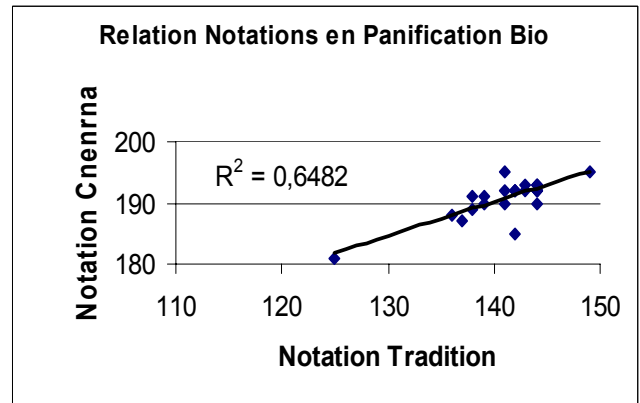
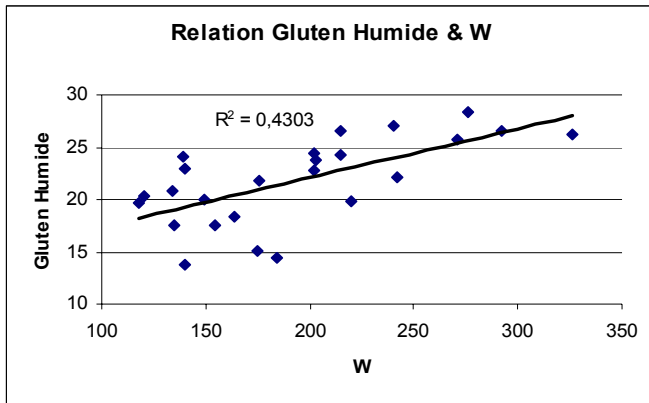
La faible amplitude des plages de notes de ces deux types de panification CNERNA et BIO en notation cnerna (7 lots comparés) ne permet pas de conclure à la nature de la relation qu'il peut y avoir entre elles, en particulier relativement au classement des variétés.

Par ailleurs les variations exprimées entre lots sont relatives à l'extensibilité et le collant de la pâte, sa tenue et le coup de lame ainsi que la section, et bien sûr le volume.

Les autres facteurs retenus pour l'études sont : rendement, W, P/L, GH, GI, agriculteurs, variétés, précédents, types de sol, MO apportées. Il y a peu de relations évidentes des facteurs pris 2 à 2.

Graphiques 2 à 5 : Corrélations entre quelques indicateurs de qualité (source : Chambre d'agriculture de Seine et Marne)





Il est observé graphiquement une légère tendance concernant des effets agriculteurs ou variétés sur plusieurs autres facteurs groupés tels que protéines, rendements, panification, ...  
Ceci amène à poser la question de l'existence de relations d'interdépendance entre plusieurs facteurs.

Les résultats 2004 présentés précédemment sont issus d'un traitement global, et de facteurs pris 2 à 2, des données 2004 collectées, ceci pour permettre de donner un certain nombre de pistes de travail lors des réunions techniques du Parc-Bio et de l'ITAB en janvier 2005.

*La confirmation de ces premiers résultats, l'approfondissement de ces données et l'étude des interactions 2004 sera l'objet du travail de mémoire de fin d'études d'ingénieur d'un stagiaire 2005. Leur traitement sera essentiel pour orienter la préparation du réseau 2005, dégager des pistes de travail confirmant ou infirmant les résultats du réseau 2003, choisir les parcelles et orienter le choix des analyses, en tenant compte également de travaux externes, comme le ratio gliadines/gluténines étudié par ARVALIS.*

Référence du mémoire 2004 : "Qualité des blés tendres biologiques en Ile de France  
Virginie BEAUPERIN – Elève ingénieur  
ENSAIA - Nancy  
Mémoire de fin d'études - Septembre 2004"

Stage réalisé à la Chambre d'Agriculture de Seine et Marne avec les agriculteurs biologiques de la région.

*D'un point de vue pratique, 2005 s'orientera en actions phares en Ile de France :*

- *sur des aspects plus techniques masqués en 2004 par la nécessité d'investir du temps et de la réflexion sur la qualité et les points critiques d'organisation du réseau, donc en augmentant la diversité des situations,*
- *tout en s'attachant à préciser le protocole de panification BIO et sa grille de notation spécifique, et en effectuant (si possible financièrement) plus de comparaisons avec le test du CNERNA,*

*Toujours dans le contexte posé par les deux question suivantes :*

- *qualité technologique des blés bio d'Ile de France pour la boulangerie bio ? donc quels indicateurs pour quelles qualités ?*
- *fondements agronomiques de la qualité boulangère ?*

*A terme, il sera nécessaire de dépasser la seule qualité technologique, pour s'intéresser au produit acheté par le consommateur, ses qualités organoleptiques, nutritionnelles, digestibilité, assimilabilité...*

Jean-François Berthelot, Port-Sainte-Marie (47)

## À la recherche de blés riches en arômes pour le pain

À Port-Sainte-Marie, en Lot-et-Garonne, Jean-François Berthelot s'intéresse aux populations de blés anciens pour produire des pains différents. Paysan-boulangier, il expérimente et sélectionne des variétés gustatives adaptées à la bio.

**E**n matière de farine et de boulangerie, l'équation est simple et sans ambages. Les variétés de blé modernes, celles qui affichent des qualités de panification exceptionnelles, ont été sélectionnées pour l'agriculture conventionnelle. Et, de fait, elles sont loin d'apporter les qualités annoncées lorsqu'elles sont conduites en bio et destinées à faire du pain en circuit court. C'est en tout cas ce constat, réalisé il y a une petite dizaine d'années, qui a conduit Jean-François Berthelot, paysan boulanger installé sur les coteaux de Garonne à Port-Sainte-Marie, à s'intéresser aux variétés anciennes. Réminiscences des temps où l'agriculteur conservait jalousement partie de sa production pour ressemer l'année suivante. « Ces populations anciennes de blés sont particulièrement intéressantes pour fabriquer du pain », explique-t-il. La raison ? « Les glutens qu'elles comportent n'ont rien à voir avec les glutens contenus par les varié-



Des farines avec des arômes plus riches pour un pain de qualité.

tés modernes. Ce sont notamment des glutens à plus faible poids moléculaire, donc les chaînes constituées sont plus facilement digérables. »

### Plus difficiles

Toutefois, ce n'est pas pour rien que ces blés tendres ont été abandonnés au fil des progrès de la sélection, et ce depuis les débuts de ces techniques au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. « Les farines issues de ces blés donnent des pâtes qui sont plus difficiles à travailler, moins mécanisables puisqu'elles impliquent que le boulanger les plie une fois qu'elles sont levées, au premier pointage », précise-t-il encore. Plus difficiles à travailler, les farines issues de ces blés ont aussi d'autres caractéristiques, comme des couleurs variant sensiblement, et seraient porteuses d'arômes plus riches. « C'est le cas du petit épeautre par exemple, qui, s'il offre de piètres qualités de panification, est par contre très riche en bêta-carotène qui lui donne une couleur jaune orangée à nulle autre pareille », explique-t-il. « Il me semble aussi que les arômes sont plus développés avec ces blés anciens. Ce, en rapport avec leur couleur et à la hauteur de leur paille. Dans les populations à très grande diversité, je suis persuadé que je pourrais trouver une très grande palette d'arômes, mais il faut que j'obtienne suffisamment de grains pour pouvoir faire

des farines avant de le démontrer. »

### Moins exigeants

Sur son exploitation du Lot-et-Garonne, Jean-François Berthelot expérimente ainsi des populations de blés anciennes. Il en multiplie d'autres pour obtenir suffisamment de semences, réaliser des tests et les utiliser ensuite en mélange dans ses parcelles. Pour réaliser sa production actuelle, il utilise un mélange de Rouge de Bordeaux et de Talisman. Parallèlement, il mène aussi des essais avec des Touzelles et un blé du Lot qui semblent prometteurs, tout en utilisant à plus vaste échelle des variétés développées en Suisse par Peter Kunz. Au-delà des seules qualités organoleptiques, ces populations semblent également offrir des qualités agronomiques pour une conduite économe en intrants. « Ces blés sont bien



La variété Rouge de Bordeaux est utilisée en mélange.



Jean-François Berthelot : « Les farines issues de ces blés donnent des pâtes qui sont plus difficiles à travailler, moins mécanisables. »

moins exigeants, mais les rendements sont aussi plus faibles », reconnaît Jean-François Berthelot. Il juge par ailleurs que les variétés conventionnelles modernes perdent une grande partie de leur intérêt en culture bio, en raison des limitations d'intrants. Pour autant, ces populations mises en œuvre ne sont pas disponibles ni pour la vente ni pour l'échange. « C'est une erreur de l'histoire qui tient dans une directive européenne précisant que toute variété doit passer sous les fourches caudines du DHS, distinction, homogénéité, stabilité. » Critères auxquelles les populations, caractérisées par leur variabilité, ne peuvent bien évidemment pas prétendre. Ces travaux sur les variétés anciennes seront donc encore pour quelques années, en attendant une hypothétique évolution de la réglementation prévue par une directive européenne mais non transcrit à l'heure actuelle dans le droit français, l'affaire d'agriculteurs passionnés. Ces agriculteurs se confrontent à l'Histoire, en renouant avec la sélection massale qui a prévalu pendant tant de siècles.

Yann Kerveno

# De la parcelle au fournil, faire du pain bio de qualité

## Résumé des débats de la rencontre du 10 février 2005

### (Article Alter Agri)

Par Stanislas Lubac et Laurence Fontaine, Commission Grandes Cultures de l'ITAB

**Dans un contexte où le marché des produits biologiques poursuit sa progression dans la plupart des pays développés, et où les transactions de blé entre producteurs, coopératives, meuniers et boulangers sont basées avant tout sur les teneurs en protéines, la qualité est aujourd'hui au centre des débats.**

**Mais qu'est ce que la qualité, ou plutôt les qualités d'un blé, d'une farine, d'un pain biologique? Quels critères sont les plus pertinents pour les apprécier? Comment fixer le prix des transactions des lots de blé? Comment améliorer la qualité des blés panifiables? Autant de questions qui se doivent d'être clarifiées à tous les niveaux de la filière, du producteur au consommateur.**

L'ITAB et ses partenaires s'intéressent depuis plusieurs années à ces questions, qui interpellent largement la recherche.

Ainsi des premiers résultats ont été obtenus grâce à un programme INRA-ARVALIS Institut du végétal-ITAB, financé par le ministère de la recherche, qui portait sur la maîtrise de la production de blé et des procédés de mouture en agriculture biologique. D'autres études sont venues ensuite la compléter (étude CREAB/CTCPA, voir Alter Agri n°66 – Juillet/août 2004 ; programme de recherche du GAB Région Ile-de-France/Chambre d'Agriculture de la Marne, voir actes cités plus loin dans cet article).

Suite à ces premiers acquis, un ambitieux programme de recherche et d'expérimentation a été construit en réponse à l'appel à projet "AB" commun à l'INRA-CIAB, l'ACTA et l'ACTIA<sup>2</sup>. Portant sur l'évaluation des qualités des blés et pains biologiques, ce programme a le mérite de rassembler pour la première fois de nombreux partenaires, représentant l'ensemble de la filière, depuis le producteur jusqu'au consommateur.

En préambule au démarrage du projet (programmé sur 2005 et 2006), l'ITAB a organisé le 10 février dernier une journée technique sur le thème de la qualité des blés et farines biologiques, intitulée « De la parcelle au fournil, faire du pain bio de qualité ». Elle a rassemblé plus d'une centaine de personnes. Les objectifs étaient variés, puisque plus qu'une journée d'information, cette rencontre se voulait, avant tout, une journée d'échanges entre acteurs de la filière, chacun ayant ses propres contraintes. Outre un état des lieux des connaissances et des résultats de recherche, une large place a été donnée aux débats entre producteurs, techniciens, chercheurs, meuniers et boulangers. Cet article résume l'essentiel des discussions.

### Quelques notions pour comprendre le débat

Quels sont les critères pour apprécier la qualité d'un pain ? Pâte aisément façonnable pour le boulanger ; odeur et goût agréables, belle couleur, mie aérée, bonne digestibilité pour le consommateur, ... : la liste peut être longue. Le pain parfait inclurait également d'autres caractéristiques telles qu'une bonne conservation, une valeur nutritionnelle élevée, une garantie sanitaire, ... Mais arrêtons là cet inventaire et concluons simplement : les critères de qualité sont multiples.

---

<sup>2</sup> CIAB - Comité Interne AB de l'INRA ; ACTA - Association de Coordination de Technique Agricole, ACTIA - Association de Coordination Technique pour l'Industrie Agro-alimentaire  
ITAB – Journée technique Grandes Cultures

Revenons brièvement sur certains d'entre eux : les qualités technologiques d'une farine et nutritives d'un pain.

### **La qualité technologique d'une farine**

Il s'agit de la capacité d'une farine à se travailler facilement et à bien lever. Elle permet notamment de mécaniser le façonnage, d'où son importance dans les proches industriels ; elle est aussi très importante dans la tâche quotidienne des artisans boulangers.

Pour noter cette qualité technologique, les critères utilisés sont le taux de protéines, le rapport gliadines/gluténines (indicateur de la qualité des protéines), l'indice de sédimentation Zélény, la force boulangère (ou W), le gluten index, l'indice de chute de Hagberg, la ténacité, l'extensibilité, le test de panification... A noter que l'influence de la variété est importante sur ces critères.

Seule une partie de ces critères technologiques (le taux de protéines, le W, ...) est le plus souvent utilisée par la filière lors des transactions de lots de blé ou de farine, pour des raisons de coût et de facilité de mise en œuvre. Une réelle estimation de la qualité technologique, allant jusqu'au test de panification, ne peut être effectuée en routine car trop coûteuse.

### **La qualité nutritive du pain**

Le pain étant un aliment énergétique de base, potentiellement riche en micronutriments essentiels à l'organisme, sa valeur nutritive est un critère à ne pas négliger, bien qu'elle soit peu examinée par rapport aux critères technologiques de visco-élasticité de la pâte.

Les critères nutritifs que l'on peut prendre en considération sont :

- les protéines (en terme de quantité, mais aussi de qualité),
- les fibres,
- les éléments minéraux (magnésium, zinc, fer, ...),
- les vitamines (notamment B),
- les antioxydants (polyphénols, caroténoïdes, vitamine E, ...).

On l'a vu, les critères d'appréciation d'un blé, d'une farine et d'un pain sont multiples. Chacun d'entre eux est influencé par les différentes démarches de production et de fabrication qui se succèdent :

- l'origine du blé utilisé : variété, pratiques agronomiques ;
- le processus de fabrication de la farine : moulue sur meules ou sur cylindres ; blanche, bise ou complète ;
- le processus de panification : levure ou levain, temps de pousse, ajout ou non d'additifs, ...

Dans le cadre spécifique de l'agriculture biologique, ces facteurs sont d'autant plus primordiaux à étudier que les blés utilisés diffèrent de ceux du conventionnel, et que les pains au levain à base de farine de meules sont beaucoup plus répandus<sup>3</sup>.

### **Les spécificités des blés produits en agriculture biologique**

Pour des raisons agronomiques, les blés biologiques sont quasiment toujours en sous-nutrition azotée. Les farines biologiques ont donc des taux de protéines systématiquement plus bas que leurs homologues conventionnels. On pourrait en déduire des qualités boulangères moindres, c'est cependant loin d'être systématique, puisqu'un certain nombre de blés biologiques à teneur en protéines inférieures à 10,5 %, possèdent des qualités boulangères tout à fait acceptables.

La capacité à faire du bon pain à taux protéique faible dépend beaucoup de la variété de blé utilisée et/ou du processus de panification. Tout comme en conventionnel, la corrélation "taux de protéine/qualité technologique boulangère" est donc loin d'être stricte. Le problème est que le comportement des variétés cultivées en « bio » pour des teneurs en protéines basses est mal connu ; et il n'est pas question d'extrapoler des données issues du conventionnel ! D'autres critères interviennent, dont probablement la qualité des protéines (appréciée notamment par le rapport gliadines/gluténines) : il est donc nécessaire de repenser la place du taux protéique !

---

<sup>3</sup> Le projet sur les qualités des blés et pains biologiques prévoit une enquête auprès de boulangers afin de se faire une meilleure idée des types de pain vendus actuellement en agriculture biologique, ainsi qu'une étude sur les demandes des consommateurs.

## **La place du processus de mouture et du type de farine**

Qu'une farine soit moulue sur cylindres ou sur meules n'est pas anodin, sachant que le mode de mouture sur meules de pierre est souvent valorisé en agriculture biologique. De telles farines contiennent davantage de germes et de son : elles s'hydratent plus difficilement, mais possèdent de meilleures valeurs nutritives et plus de fibres.

Concernant le taux d'extraction, les farines de type 80, plus souvent rencontrées en filière biologique, contiennent davantage de minéraux et de vitamines que les farines de type 55/65, utilisées pour faire du pain blanc. D'un point de vue nutritionnel ou épidémiologique, une farine bise ou complète sera donc toujours supérieure à une farine blanche.

En revanche, à technique égale, le processus de panification est plus difficile à maîtriser avec une farine de type 80 et/ou avec une farine moulue sur meules, notamment car les pâtes lèvent plus difficilement.

## **La spécificité du levain par rapport à la levure**

Outre une meilleure conservation, les pains au levain sont considérés comme meilleurs pour la santé car ils présentent une plus grande biodisponibilité des éléments nutritifs. De plus, l'acidité due au levain est reconnue pour favoriser l'assimilation des minéraux au cours de la digestion (activation de phytases végétales et microbiennes, de xylases...). De ce fait, la panification à base de levain est plus largement répandue en "bio" qu'en conventionnel.

Un pain à base de levain et de farine de type 80, moulue sur meules et sans additif, a des qualités nutritionnelles et gustative beaucoup plus intéressantes qu'un pain à la levure à base de farine de type 55 moulue sur cylindres. Ses qualités technologiques restent en revanche moins bonnes en panification, industrielle ou traditionnelle : il est nécessaire d'adapter le processus de fabrication, a fortiori avec des farines biologiques.

## **Résumé des débats**

Les interventions programmées dans le cadre de la rencontre organisée par l'ITAB ont soulevé de nombreuses questions qui ont ensuite servi de base au débat qui a clôturé la journée<sup>4</sup>. Deux de ces interventions ont rappelé des notions de base, sur les critères technologiques d'évaluation des blés (C. Bar, Arvalis – Institut du végétal) et sur la qualité nutritionnelle des pains (C. Rémésy, INRA) ; la majorité se rapportait à des programmes de recherche achevés ou en cours, sur les conditions de production de blé et de mouture (P. Viaux, Arvalis), sur des comparaisons de variétés (F.X. Oury, INRA), sur l'aptitude à la panification des blés biologiques et la pertinence des tests de panification (C. Aubert, Chambre d'Agriculture 77/GAB Région Ile-de-France ; L. Prieur, CREAB), enfin, un paysan-boulangier nous a fait profiter de son expérience.

Le débat qui a suivi a été l'occasion de souligner la richesse de la rencontre en terme d'informations ; il a aussi mis en évidence que de nombreux points suscitent des questions nombreuses et surtout des avis divergents :

- Qu'est-ce que la qualité d'un pain « bio » ? Que souhaite le consommateur ? D'autant que les critères de couleur, conservation, arôme, ou valeur nutritionnelle ont été assez peu abordés par rapport aux caractéristiques technologiques.
- Quels leviers techniques a-t-on pour améliorer la qualité ? (ressources génétiques, techniques culturelles, ...)
- Quelle souplesse peut-on attendre de la part de meuniers industriels quant à la qualité des lots de blé biologiques ?

<sup>4</sup> Les actes de la journée technique, qui reprennent le détail des interventions, seront disponibles prochainement. Consulter notre site internet, [www.itab.asso.fr](http://www.itab.asso.fr) rubrique Grandes Cultures, pour l'annonce de leur publication.



- Faut-il aller vers une segmentation de la filière pain bio pour mieux valoriser le blé biologique ?
- Quels sont les freins pour développer le marché ? Le choix d'un produit sur des critères nutritionnels peut-il être un frein au marché (coût de production et de transformation) ?

Certains points ont été plus particulièrement développés lors du débat ; ils sont évoqués ci-dessous.

### **De bonnes pratiques agronomiques pour des blés de qualité**

Un agriculteur biologique lance le débat en faisant remarquer « qu'une variété ne fait pas toujours le même taux de protéines, que l'influence des conditions pédo-climatiques et des pratiques culturales est très forte ». Un agronome rappelle alors l'importance de la rotation, des légumineuses : des règles de base qui influencent très fortement la qualité. Il se refuse en revanche à faire la « course à l'azote » pour passer au-dessus de la barre de 11 % de protéines.

Philippe Viaux évoque les avantages des systèmes biologiques mixtes : à l'opposé, il est évident que des systèmes sans animaux, voire sans légumineuses, aient beaucoup plus de difficultés à obtenir des taux de protéines corrects. Cependant, même dans le cas d'un système bien équilibré, les teneurs en protéines des blés biologiques restent inférieures à celles des blés conventionnels.

A ceci s'ajoute que la minéralisation des engrais organiques est beaucoup plus difficile à maîtriser que celle des engrais minéraux. Claude Aubert précise que les apports d'azote rapidement minéralisables (fientes de poules, farines de plumes, ...), même s'ils apportent un plus en terme de protéines, sont assez rarement rentabilisés dans les conditions pédo-climatiques de l'Ile-de-France.

Un autre levier agronomique est cité : l'association céréale/légumineuse, connue pour limiter le déficit azoté des cultures de blé biologique. Les problèmes rencontrés sont malheureusement nombreux : tri compliqué et coûteux, risque d'allergie dû à la présence de trace de la légumineuse dans la farine, difficulté d'insérer cette culture dans la rotation. Cette solution est donc majoritairement rejetée, à moins d'associer au blé une légumineuse non récoltée, comme du trèfle ou de la luzerne.

### **Sortir du diktat de la protéine**

Les réflexions autour de la pertinence de l'utilisation quasi-exclusive du critère "taux de protéines" lors des transactions de lots de blé ont été nombreuses. Une personne a demandé : « Les meuniers sont-ils prêts à ne plus s'en tenir strictement au taux de protéines et à prendre en considération d'autres critères tels que le couple variété-protéines ? ».

Jean-Louis Dupuy, président de la commission "bio" de l'ANMF<sup>5</sup>, répond qu'il existe peu de variétés entièrement satisfaisantes en bio, Renan étant pour lui une des meilleures. Selon lui, il est nécessaire de rechercher des nouvelles variétés adaptées à la bio.

D'autre part, il explique que la barre fixée à 10,5-11% de protéines correspond à l'attente de leurs clients industriels. Les exigences de ces derniers, toujours croissantes, sont notamment liées à la fabrication de pains précuits ou surgelés et au pétrissage intensif des pâtes qui imposent des taux protéiques élevés. Pourtant, des lots de blé dont les tests de panification donnent de bons résultats, même à taux de protéines faible (<10%), devraient en toute logique être acceptés par les industriels. Il estime que des lots de farines à teneurs en protéines plus ou moins élevées peuvent être proposés en fonction de la clientèle, suivant son caractère plus ou moins artisanal ou industriel.

Concernant la prise en compte de la qualité nutritionnelle et organoleptique, la meunerie s'y intéressera probablement, mais dans un deuxième temps.

Philippe Roussel, de l'ENSMIC<sup>6</sup>, estime qu'un taux minimum de protéines est nécessaire, mais qu'il ne correspond pas systématiquement à une qualité de panification : il répond avant tout aux exigences de la mécanisation qui sollicite davantage les pâtes ; en effet, il est presque toujours possible de faire du bon pain, même à faible taux de protéines, en adaptant la panification (temps de pointage plus long, pétrissage plus lent...). D'après lui, les attentes technologiques ne doivent pas s'opposer aux qualités

<sup>5</sup> Association Nationale de la Meunerie Française

<sup>6</sup> Ecole Nationale Supérieure de Meunerie et des Industries Céréalières  
ITAB – Journée technique Grandes Cultures

nutritives, gustatives et de conservation : les attentes du consommateur, prioritaires, doivent impérativement être prises en compte.

### **Quels tests de panification pour quels types de pain ?**

Pour noter la valeur boulangère d'un lot de blé, différents tests de panification sont aujourd'hui reconnus.

Un protocole précis décrit les caractéristiques de mouture et les différentes phases de la panification (temps de pousse, utilisation de levain ou de levure, façonnage...). Une notation est alors effectuée sur des critères d'aspect de la pâte, de la croûte et de la mie<sup>7</sup>. Seul le test "BIPEA" est normé et officiellement reconnu par l'AFNOR. Le CNERNA, moins éloigné des pratiques biologiques (pas d'ajout d'acide ascorbique, temps de pousse plus longs, ...), peut être réalisé par les laboratoires agrémentés, mais est en perte de vitesse depuis la normalisation du BIPEA. Un « test de tradition française » est à l'étude, le BIPEA étant jugé plus adapté aux pains blancs industriels qu'aux pains dits « de tradition française » qui se développent actuellement en boulangerie.

#### ***Des tests de panification "classiques" adaptés aux demandes des industriels***

La majorité des participants à la journée technique estime que les tests de panification effectués en routine par les laboratoires agréés (BIPEA, CNERNA), mais également utilisés par les organismes stockeurs ou des meuniers, sont essentiellement adaptés aux besoins et aux techniques de panification des boulangeries industrielles. Leurs protocoles précis et reproductibles en font des outils de comparaison de lots de blé.

La standardisation de la qualité de la farine, caractérisée par une demande de teneur en protéines conséquente, semble aujourd'hui essentiellement utile aux industriels du pain : c'est la farine qui doit s'adapter aux conditions de mécanisation et aux protocoles de panification en boulangerie industrielle. A l'inverse, un bon artisan-boulangier s'adapte à la farine. Quels tests de panification doivent alors utiliser les collecteurs, stockeurs et meuniers pour gérer leurs transactions et approvisionner ces boulangers ?

Philippe Roussel explique qu'un test de panification est pertinent dès lors qu'il correspond aux attentes des boulangers, en particulier en terme de qualités technologiques. Une bonne pâte doit bien s'hydrater, s'allonger, se rétracter, ne pas coller...

#### ***Quels tests pour des utilisations plus spécifiques à la filière « bio » ?***

Dans le cas des pains biologiques fabriqués à base de levain, de farine bise moulue sur meules et sans additif, on observe effectivement un décalage avec les tests effectués à la levure, sur farine blanche de type 55 moulue sur cylindres. La question de la pertinence de ces tests se pose.

Il est vrai qu'il est plus facile de standardiser et de réaliser un test avec de telles matières premières ; l'utilisation de levure est en particulier justifiée par la stabilité de sa composition alors qu'un levain type, reproductible, est plus difficile à obtenir. Au niveau de la mouture, les caractéristiques d'une farine moulue sur meules de pierre ne sont pas reproductibles et interdisent la standardisation d'un test, particulièrement à partir de petits volumes (moulins expérimentaux).

<sup>7</sup> Voir références sur <http://ensmic.scola.ac-paris.fr/900.htm>  
ITAB – Journée technique Grandes Cultures

Au sein de la filière pains biologiques, les tests de panification peuvent être utiles à différentes catégories :

- les artisans et industriels boulangers qui utilisent de la levure, de la farine de type 55 ou 65 moulue sur cylindres,
- les industriels qui utilisent du levain et de la farine de type 80 moulue sur meules,
- les artisans qui utilisent ces mêmes produits, mais avec plus de souplesse pour adapter les procédés,
- les organismes de développement ou autres structures qui souhaitent classer des blés dès la récolte pour apprécier leur aptitude à la panification (par exemple : comparaison de variétés par des organismes de recherche, évaluation par une coopérative d'un lot de blé pour éviter son déclassement en fourrager, ...).

Pour chacune de ces catégories, on peut légitimement se poser la question de la pertinence des tests déjà existants, et/ou de nouveaux tests plus en adéquation avec l'utilisation des farines biologiques. Pour aider à nourrir la réflexion sur ce thème, il serait peut être intéressant de comparer les différentes méthodes sur un large panel d'échantillons de blé. Des recherches sont en cours sur cette thématique mais restent à approfondir.

### **Quelles ressources génétiques pour les pains biologiques ?**

Les variétés récentes, sélectionnées avant tout pour l'agriculture conventionnelle, répondent peu aux exigences de l'agriculture biologique ; seules celles d'entre elles qui répondent le mieux aux spécificités de culture de l'agriculture biologique sont reprises. L'utilisation d'autres ressources génétiques est indispensable pour développer une filière de blés biologiques de qualité. Deux possibilités offrent des perspectives intéressantes qu'il conviendrait de mieux étudier : d'une part, la sélection pour l'agriculture biologique et d'autre part, l'utilisation de populations de blés plus ou moins anciennes ou à créer.

### ***Quelles pistes pour la sélection ?***

Michel Rousset, de l'INRA, explique que la plupart des variétés modernes ont perdu un certain nombre de caractéristiques au cours des processus de sélection comme la densité nutritionnelle, les minéraux, les pigments, la capacité à mycorhizer... et cela à cause d'une concentration sur le critère principal de sélection : le rendement.

Les conséquences sont :

- 1/ les autres critères ont été transmis de manière aléatoire, ce qui ne signifie pas systématiquement qu'ils aient été perdus ;
- 2/ le rendement étant en général négativement corrélé au taux de protéines et de micronutriments, il existe un phénomène de dilution dans le grain.

Pour réorienter la sélection vers une plus haute valeur nutritionnelle, il faut dans un premier temps, évaluer les déficits des variétés modernes, puis réintégrer ces critères à partir des ressources génétiques disponibles. Si certains critères semblent aisément réintégrables (ex : caroténoïdes), d'autres le sont plus difficilement (ex : minéraux).

Jean-François Berthelot rappelle en complément que l'évolution des pratiques de sélection doit aller de paire avec celle des pratiques agronomiques.

### *Des variétés “bio” bientôt inscrites au catalogue ?*

Les Etablissements Lemaire Deffontaines, basés dans le Nord, sélectionnent depuis plusieurs années des blés panifiables en conditions de culture biologiques, afin de choisir les plantes aux génotypes adaptés aux exigences de ce mode de culture. Aujourd’hui plusieurs lignées sont fixées et prêtes à l’inscription.

Néanmoins, la procédure d’inscription au catalogue, gérée par le CTPS<sup>8</sup>, a été conçue pour des variétés destinées à l’agriculture conventionnelle recevant des niveaux d’intrants importants, bien éloignés des conditions de culture biologiques. C’est pourquoi il est nécessaire de travailler sur les possibilités d’évolution des essais officiels d’évaluation de variétés destinées à l’agriculture biologique.

Faisant suite aux demandes de M. Lemaire, le CTPS a validé fin 2004 la mise en place d’un groupe de travail sur la problématique de l’inscription au catalogue de variétés de blé tendre adaptées à l’agriculture biologique : si les essais de valeurs agronomiques et technologiques (VAT) prévus dans la procédure officielle ne sont pas adaptés, quelles sont les pistes pour pouvoir les faire évoluer ? Compétitivité face aux adventices, faibles niveaux de nutrition azotés, conditions d’évaluation de l’aptitude à la panification sont notamment des critères à examiner.

A ce jour, le ministère chargé de l’agriculture s’oppose toujours à l’ouverture d’une liste spécifique biologique au niveau du catalogue français, mais une mention de type “AB” ne reste pas exclue ; l’ouverture donnée aujourd’hui par le CTPS démontre une progression vers l’inscription de variétés adaptées à l’agriculture biologique.

### ***La place des populations de blé dites “anciennes”***

Un participant s’interroge : les populations de blé anciennes sont-elles plus difficiles à cultiver ? Est-il plus compliqué de faire du pain avec elles ?

Selon J-F Berthelot, les farines de populations anciennes de blé sont effectivement un peu plus difficiles à pétrir et lèvent plus difficilement : elles nécessitent une adaptation du processus de panification au cas par cas. Leur culture est également un peu plus délicate, car le fait que ce soit des populations implique que leurs caractères ne sont pas parfaitement fixés, elles présentent donc une certaine hétérogénéité. En revanche, ces populations sont relativement rustiques : elles sont peu exigeantes en terme de fertilisation et moins sensibles aux maladies. Le pain qui en est issu possède des qualités gustatives très intéressantes, de belles colorations et bien souvent des qualités nutritives (ex : caroténoïdes) recherchées par les paysans-boulangers. Des efforts de sélection repartant de telles variétés pourraient permettre de mieux les fixer, de (re)trouver certaines qualités et d’augmenter certaines de leurs performances.

<sup>8</sup> Plus d’information sur <http://www.geves.fr/CTPSCPOV/CTPS/sommaire4.htm>  
ITAB – Journée technique Grandes Cultures

Articles complémentaires  
Issus d'Alter Agri



# Les céréales biologiques au Royaume-Uni

## Une volonté de croissance

(Article Alter Agri n°66 – juil/août 2004, p. 10-12)

Philippe Viaux (ARVALIS - Institut du végétal), Céline Ansart-Le Run (UNIGRAINS)

*Alors que la France accuse un retard dans le développement de son secteur biologique, la Grande-Bretagne apparaît comme un des nouveaux pays émergents en Europe. Cependant, malgré la progression de la production céréalière biologique, elle ne couvre pas ses besoins. Quels ont été les éléments clés de cette croissance ? Et comment peut évoluer le système britannique ?*

La filière biologique britannique s'est développée, grâce à un soutien politique fort, encore réel aujourd'hui. Son atout reste la concentration des acteurs de l'aval qui permet de réaliser des économies d'échelle importantes et de diminuer le prix pour des consommateurs de plus en plus exigeants sur ce point.

### Un soutien politique fort

Le soutien de l'Etat est incontestable. C'est un des éléments qui a le plus favorisé le développement de la production biologique en Grande-Bretagne.

Depuis son entrée dans la Communauté Economique Européenne (CEE) en 1972, le Royaume-Uni a petit à petit calqué sa politique agricole sur la PAC. Mais, il est resté très actif dans le domaine de la protection de l'environnement et notamment sur les thèmes du respect de la biodiversité et du bien être animal. Il fut l'un des précurseurs dans la mise en place des **Mesures Agri-Environnementales** (MAE), dès 1985.

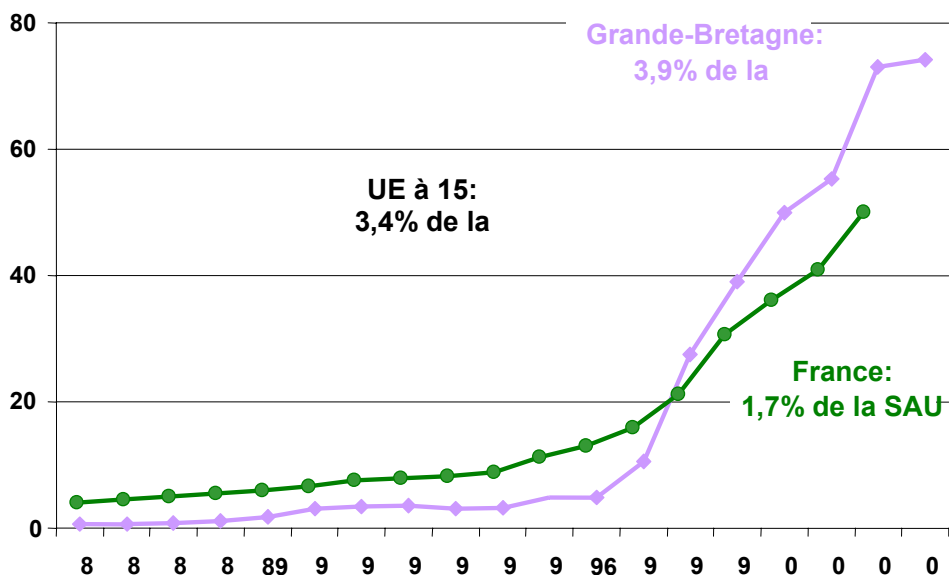
Les premiers plans de soutien à la conversion datent de 1995. Ils ont été renforcés en 1997 et 1998 par la mise en place du premier plan de développement de la production biologique (Organic Farming Scheme). Ce plan prévoit une aide à la conversion dégressive sur cinq ans et un diagnostic gratuit est réalisé par Elm Farm Research Center (EFRC), pour analyser la situation de l'exploitation.

En avril 2003, un comité de conseil dépendant du ministère, "**Advisory Committee on Organic Standards**" (ACOS), a été créé pour coordonner de la recherche, l'ensemble des programmes concernant le mode de production biologique. Sont concernés par ce comité le financement l'étude du cahier des charges, les projets transversaux de développement de la filière et surtout le plan de soutien à l'agriculture biologique. Le budget total du gouvernement pour l'ensemble de ces actions est de 30 millions d'euros jusqu'en 2006. Les aides au maintien, après les cinq premières années de la conversion, viennent d'être mises en place (*tab. 1*). La France demeure, aujourd'hui, le seul pays de l'UE-15 à ne pas avoir opté pour l'aide au maintien. Néanmoins, une réflexion est en cours sur ce sujet à la suite du rapport de M. Saddier sur "L'agriculture biologique en France : vers une reconquête de la première place européenne".

Cette étude a été menée par des stagiaires de l'Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers et pilotée par ARVALIS-Institut du végétal en 2003 afin d'identifier, notamment, les facteurs de développement de la filière des grains biologiques britanniques.

Elle rend compte de 5 mois d'enquêtes réalisées sur tout le territoire de la Grande-Bretagne auprès de 62 acteurs de la filière, de la production à la distribution, sans oublier les organismes certificateurs, la recherche, le conseil, la formation, le ministère et différents syndicats de producteurs et de transformateurs.

Figure 1 - La proportion de SAU bio en Grande-Bretagne est de 3,9 % contre 1,7 % en France et 3,4 % en moyenne dans l'Union Européenne.



### Des exploitations mixtes, de grande taille, viables et performantes techniquement

Les exploitations biologiques au Royaume-Uni se caractérisent par leur grande taille (en moyenne 180 ha de SAU) et leur mixité. Elles ont en effet, bien souvent, un atelier de production animale. Le poids des prairies permanentes est fort et leur part est plus importante que dans les systèmes conventionnels (77 % de la SAU contre 54 %). De plus, la part de prairies temporaires est égale à la moitié des surfaces assolées. Ceci explique que la conversion de ce type d'exploitation est plus aisée que pour des unités spécialisées en grandes cultures.

Ainsi, les rotations sont longues (de 6 à 10 ans), ce qui facilite la lutte contre les adventices et les maladies dans les cultures annuelles. Il faut également souligner l'importance des cultures de printemps (47 % des surfaces) dont les effets bénéfiques vont dans le même sens, bien que moins marqué.

L'itinéraire technique est simple. Il comprend quelques déchaumages, un labour systématique et un semis souvent combiné avec un outil de travail du sol. La conduite de la féverole est proche de celle des céréales. Le désherbage mécanique et le passage de rouleau sont souvent supprimés.

Quelles que soient les cultures, l'implantation est une étape clef de l'itinéraire et les agriculteurs utilisent de fortes densités de semis (200 kilogrammes par hectare pour les céréales). Le poste semences représente 60 % des charges d'intrants sur les exploitations enquêtées.

### Des marges intéressantes...

Les exploitations ont un coût de production complet de 270 €/t pour une culture de blé de printemps. Ce coût est supérieur au prix du marché (262 €/t selon les personnes enquêtées pour la campagne 2002 / 2003). Cela peut paraître peu compétitif mais, grâce aux indemnités compensatoires, ces exploitations arrivent à dégager un résultat correct. Les marges nettes sont de 370 €/ha en moyenne sur l'ensemble de l'échantillon. Elles sont comparables avec des références françaises pour des céréaliers biologiques, qui tournaient autour de 400 €/ha en 1999.

On a pu distinguer deux types de gestion des exploitations permettant d'arriver à des marges similaires. Certains agriculteurs, "bons vendeurs", parviennent à ce résultat par des modes de commercialisation variés permettant de capter des prix supérieurs et donc d'augmenter leur produit brut. D'autres, "bons gestionnaires", par la taille de leur structure, arrivent à faire des économies d'échelle sur les charges de mécanisation et de main-d'œuvre.



### ...Mais attention !

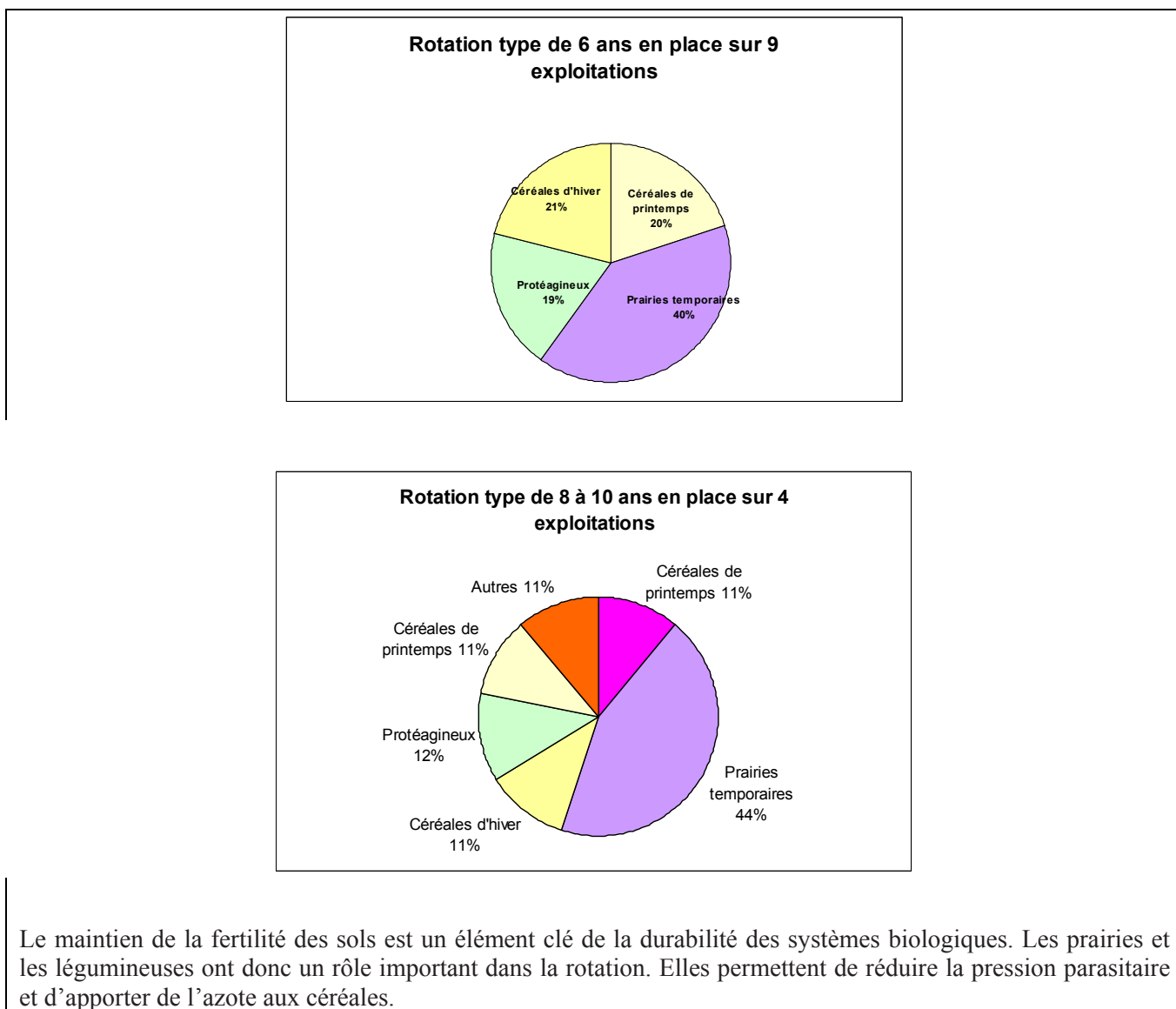
Le manque d'organisation des producteurs est un point faible de la production. Les exploitants biologiques britanniques, comme en conventionnel, sont individualistes : pas de stockage en commun de grains ou du matériel agricole individuel. Ceci a pour conséquence une hétérogénéité de la qualité et des lots de petite taille. De plus, la dispersion sur le territoire des exploitations rend plus difficile la collecte et augmente le coût du transport. Le manque de références techniques issues de la recherche et la vulgarisation auprès des agriculteurs sont deux autres faiblesses de la production (*cf. encadré*).

Tableau 1 – Montant d'aides pour les céréales en €/ha (moyenne par an sur 5 ans)

	France	Royaume-Uni	Autriche*	Suède*
<b>Aide à la conversion</b>	244	135	327	141
<b>Aide au maintien</b>	0	45		

\*aide de type indifférencié

Figure 1 – Des rotations longues et adaptées



## **Une filière concentrée et structurante**

Le marché des grains biologiques représentait environ 200 000 tonnes en 2003. La production nationale ne couvre que 42 % des besoins et le pays importe des grains des autres Etats membres de l'Union Européenne, mais aussi du Canada et de l'Europe de l'Est.

Le principal débouché est le secteur de la fabrication d'aliment du bétail. Il absorbe 81 % des grains biologiques du marché.

Les négociants, peu nombreux, traitent aujourd'hui plus de 90 % du marché total. Le secteur de la première transformation est également très concentré. Ainsi, 5 moulins traitent les 32 000 tonnes de grains meuniers et l'un d'entre eux représente même 64 % des volumes. Cette concentration permet des économies d'échelle importantes et a une action structurante. Ces transformateurs ont en effet, le pouvoir d'organiser un réseau de producteurs autour de leur unité de fabrication. Cependant, aujourd'hui, cette situation met ces acteurs face à un choix délicat entre des importations homogènes en qualité et en quantité, mais à un prix compétitif et une production locale de petits lots hétérogènes dispersés sur le territoire.

## **Les distributeurs sont très impliqués**

Les supermarchés représentent le mode de vente prédominant des produits biologiques puisqu'ils réalisent plus de 82 % des ventes. Les distributeurs ont répondu à la demande des consommateurs et ont élargi la gamme et les linéaires consacrés aux produits biologiques. Le développement rapide de ces dernières années a permis une diversification de l'offre.

La création de valeur ajoutée sur les produits biologiques a été l'élément attractif pour les distributeurs. Ce développement de l'offre pour le consommateur a incontestablement été un facteur de croissance important.

Cependant, les distributeurs, sous la pression des consommateurs, veulent baisser les prix des produits biologiques. Par ailleurs, le message est aujourd'hui brouillé par la multitude de logos des organismes certificateurs (*voir encadré*).

## **La filière se développe surtout au niveau de l'aval**

L'omniprésence des animaux au niveau des exploitations facilite la conduite du système dans lequel les céréales ne sont pas une priorité. Le danger est alors de ne plus faire les efforts nécessaires pour valoriser et maintenir la qualité de la production et d'être concurrencé par les productions étrangères. Il n'est donc pas sûr que les agriculteurs du Royaume-Uni puissent profiter pleinement de cette croissance.

### **L'information n'arrive plus aux agriculteurs**

L'obtention de financement pour des projets de recherche se fait par des appels d'offre émis par le ministère de l'Agriculture. Ce dernier finance à hauteur de 50 % les études, et le reste doit être pris en charge par des entreprises privées. La recherche agronomique en Grande-Bretagne est assurée par des structures privées, qui se font concurrence pour la recherche de financement.

Afin d'être reconnus, les chercheurs publient les résultats de leurs recherches dans des revues scientifiques spécialisées peu accessibles aux agriculteurs. De plus, le transfert au niveau des exploitants est peu efficace puisqu'un grand nombre de conseillers indépendants sont aujourd'hui en action sur le terrain sans aucun contrôle du type et de la qualité de l'information transmise.

### **Une multitude d'organismes certificateurs**

15 organismes certifient 4000 producteurs et 1800 transformateurs. Cette diversité, faite de spécialités historiques, permet à chaque acteur certifié de choisir l'organisme qui correspond le mieux à ses contraintes technico-économiques. La certification serait un véritable marché, sur lequel les organismes sont en concurrence.

Mais ce système a ses points faibles. Le grand nombre de certificateurs rend le message peu clair pour le consommateur. Il n'y a pas de logo unique comme en France. Les produits issus de l'agriculture biologique sont identifiés par les logos différents et le consommateur peut s'interroger sur la différence entre les produits. D'autre part, certains distributeurs hésitent à promouvoir les produits biologiques de peur qu'un message du type « les produits bio sont de meilleure qualité que vos produits conventionnels » soit perçu par le consommateur.

## Deux trajectoires réussies Céréales biologiques au Danemark et en Italie (Article Alter Agri n° 57 – janv/fév 2003) Par Philippe Viaux, Arvalis-Institut du végétal

**Le développement de l'agriculture biologique en Italie et au Danemark est un phénomène récent et d'une ampleur spectaculaire, notamment pour les productions de céréales biologiques. Entre scandinaves et méditerranéens, malgré des tempéraments et donc des stratégies différentes, les ambitions restent les mêmes : aboutir à un véritable marché pour les produits biologiques. La France ne peut que s'inspirer d'un tel succès.**

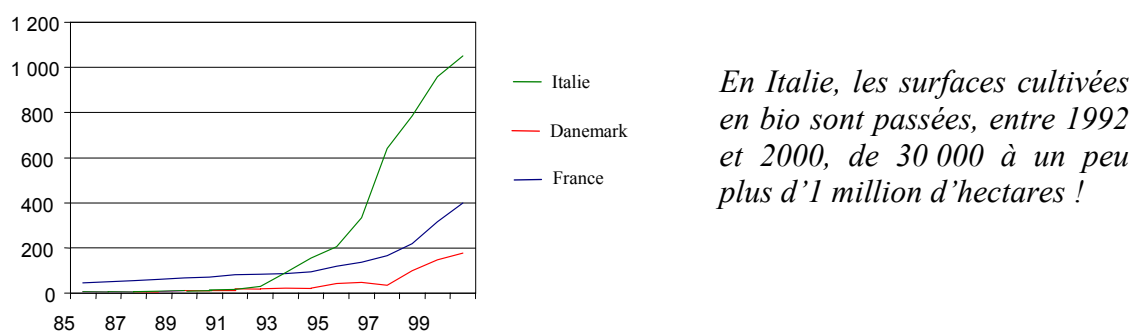
Le Danemark et l'Italie ont accordé d'importantes aides financières aux productions biologiques, respectivement à partir de 1988 et 1995.

Au Danemark, ces aides ont été revalorisées en 1997 car seules les exploitations laitières biologiques demeuraient rentables. En outre, le gouvernement danois a constaté qu'il existait alors un manque en céréales et en porcs biologiques, ce qui conduisit à l'instauration d'aides spéciales (en 1997) aux exploitations ne possédant pas de quota laitier (698 €/ha/5 ans) et aux exploitations porcines (1 342 €/ha/5 ans).

En Italie, les aides accordées aux céréales biologiques s'échelonnaient, entre 1996 et 1999 et selon les régions, de 293 à 860 €/ha/5 ans (en moyenne 500 €/ha/5 ans).

Ces aides se sont traduites par une augmentation considérable des conversions d'exploitations (figure 1). Les récentes décisions françaises en matière d'aides auront-elle les mêmes effets que dans ces deux pays ? Pour l'instant on peut en douter tant il est vrai que les aides à la conversion n'est pas le seul moteur du développement de la bio.

Figure 1 - Evolution de la SAU bio et en conversion, (milliers d'ha) – Période 1985 à 2000



### De la niche au véritable marché !

Parallèlement, l'augmentation de la consommation de produits biologiques en Italie et au Danemark est une tendance qui s'inscrit de plus en plus sur le long terme, en raison de la sensibilité croissante des consommateurs aux problèmes de sécurité alimentaire (particulièrement en Italie) et de dégradation de l'environnement (particulièrement au Danemark). La part de marché des produits biologiques est d'environ 5 % sur le total du marché alimentaire danois et de 2 % sur le marché italien.

Le développement des ventes de produits biologiques dans les supermarchés en a fait émerger la consommation, d'une situation de niche à celle de véritable marché, surtout au Danemark, où la grande distribution s'est engagée très tôt (dès 1990) dans des campagnes de promotion massives.

De son côté, l'Italie fait preuve d'un grand dynamisme pour le développement des exportations de produits biologiques et en particulier de céréales. Cela représente à la fois une opportunité de contrebalancer sa dépendance vis-à-vis des importations de produits agricoles et agroalimentaires, et

un moyen d'augmenter les débouchés avec des produits à forte valeur ajoutée. Le développement des exportations au Danemark vise plutôt à réduire de considérables excédents de lait bio, mais aussi à contrebalancer ses importations de produits biologiques.

### **Des filières dynamiques et ambitieuses**

La croissance du secteur bio, aussi bien en Italie qu'au Danemark, a été soutenue par le dynamisme pragmatique des acteurs de la filière, qui ont su investir rapidement un segment porteur. Cela a permis non seulement d'accélérer le rythme des conversions d'exploitations mais aussi d'accroître les ventes dans les enseignes de la grande distribution. En effet, l'engagement important des industries agroalimentaires sur le marché des produits biologiques a contribué à faciliter l'approvisionnement des grandes et moyennes surfaces et à réduire les écarts de prix entre produits bio et conventionnels.

A titre d'exemple, le géant danois de la collecte de lait<sup>9</sup> a particulièrement contribué à la croissance du nombre de conversions d'exploitations laitières et de la consommation de lait bio. En Italie, les nombreux commerces de quartier ont fait connaître les produits biologiques : encore aujourd'hui, les ventes de produits bio sont réalisées à 40 % par des petits magasins spécialisés et à 40 % par des grandes et moyennes surfaces.

Les entreprises des filières céréalières biologiques italiennes et danoises apparaissent dans l'ensemble très ambitieuses, comparativement à leurs homologues françaises, en matière de développement de leurs ventes dans les années à venir. Le Danemark envisage de réduire son déficit en céréales bio (40 % des besoins annuels en 2000) d'ici à quelques années, mais il est très improbable qu'il devienne exportateur net sur ce marché. Le développement de la production bio italienne est basé sur les exportations (55 % de la production en valeur en 2000). A moins que certains pays européens réduisent leurs importations, cette production devrait continuer de s'accroître durant les 2-3 années à venir.

### **Des contextes contrastés**

#### **Danemark : tous ensemble derrière l'Etat**

Le gouvernement danois s'est illustré par l'ampleur de son engagement en faveur de l'agriculture biologique. Dès 1985, il affichait ses ambitions. La 1<sup>ère</sup> loi nationale sur l'agriculture bio entre en vigueur en 1988 et deux plans d'actions nationaux ont vu le jour en 1995 et 1999. Le premier visait notamment à rendre les conversions d'exploitations attractives (pour atteindre 5 % de la SAU totale en bio à l'horizon 2000). Le second avait pour objectif d'encourager la production de céréales et de développer les exportations de produits laitiers et de viande de porc bio.

Cette forte volonté politique a conduit, comme nous l'avons déjà vu, au développement d'aides directes et de subventions à la certification. Mais cet engagement gouvernemental s'est aussi traduit par un renforcement des programmes de recherche. Créé en 1995, le Centre de Recherche Danois pour l'Agriculture Biologique centralise toutes les recherches en bio (économiques, agronomiques, techniques et environnementales) réalisées au Danemark. Doté d'un budget total d'environ 30 millions d'euros sur la période 2000-2005, il regroupe 17 instituts de recherche et mobilise une centaine de chercheurs. Ces recherches sont entre autres destinées à lever les freins techniques limitant les conversions d'exploitations (perte de rendement considérable, maîtrise plus difficile des adventices et des maladies des cultures...).

L'engagement de l'Etat a également favorisé de manière très efficace le rassemblement des organisations spécifiques au secteur biologique au sein de la Maison de l'Ecologie depuis 1998. La construction de cette « interprofession bio » très dynamique contribue à optimiser la portée des initiatives de chacun des acteurs et à peser d'un poids plus lourd dans les négociations. Par ailleurs, les deux syndicats agricoles traditionnels ont entretenu à partir de 1994 une étroite collaboration avec les organisations bio. Ils ont abouti à la création du Centre Danois de Conseil Agricole. Ce dernier permet non seulement de valoriser les résultats de la recherche par la diffusion efficace du progrès technique,

---

<sup>9</sup> Arla Food, première laiterie bio au monde  
ITAB – Journée technique Grandes Cultures

mais encore de « sécuriser » les producteurs face aux inquiétudes que soulève la conversion. Chaque type de production (lait, viande, grandes cultures, etc.) possède en outre sa propre association, chargée de représenter les intérêts des producteurs au niveau national.

### **Italie : les initiatives des pionniers ont payé**

L'ensemble des régions italiennes a commencé à distribuer des aides financières aux exploitations biologiques en 1995. Malgré ces initiatives prometteuses, l'agriculture bio italienne n'intègre pas véritablement la scène politique nationale : pas de coordination des organisations bio, pas d'associations spécifiques à chaque type de production, ni de centre national pour la promotion des produits bio ou pour la formation des agriculteurs. De plus, les recherches sur l'agriculture biologique ne sont pas coordonnées à l'échelle nationale. Les 3 syndicats agricoles traditionnels entretiennent finalement une attitude proche de l'indifférence envers l'agriculture biologique, à l'exception de quelques divisions locales. Cet « éparpillement » de l'interprofession bio italienne entraîne un manque de cohérence et une portée plus limitée des initiatives de développement du secteur.

Malgré le manque de volonté politique, les initiatives des transformateurs ont conduit à l'émergence du bio en Italie.

Les raisons du développement du secteur bio italien sont très variables d'une région à une autre. Pour les régions du Centre Nord, l'agriculture bio est une carte à jouer afin de préserver voire d'accroître leur potentiel touristique. Le développement rapide de la distribution de repas bio dans les cantines scolaires et les hôpitaux de ces régions est un phénomène qui révèle l'importance que commence à prendre le secteur bio. En outre, cela jouera certainement un rôle de levier considérable pour l'augmentation de la consommation de ce type de produits, en raison de l'image que ces initiatives véhiculent.

Si les consommateurs bio sont localisés en très grande majorité au Nord de l'Italie, ce sont surtout les régions du Sud, la Sardaigne et la Sicile qui contribueront au développement des productions biologiques italiennes, pour essentiellement deux raisons.

- La production de céréales bio y est nettement moins difficile techniquement : le climat chaud et sec limite les infestations par les adventices et la pression parasitaire. De plus, les freins économiques et psychologiques (par exemple les pertes de rendements engendrées par la conversion) y sont moins importants que dans les régions situées au Nord du pays.
- Les aides accordées à l'agriculture biologique et la majoration des prix de vente permettent de diminuer les difficultés économiques de ces zones encore considérées « en retard de développement » selon les critères de l'Union Européenne.

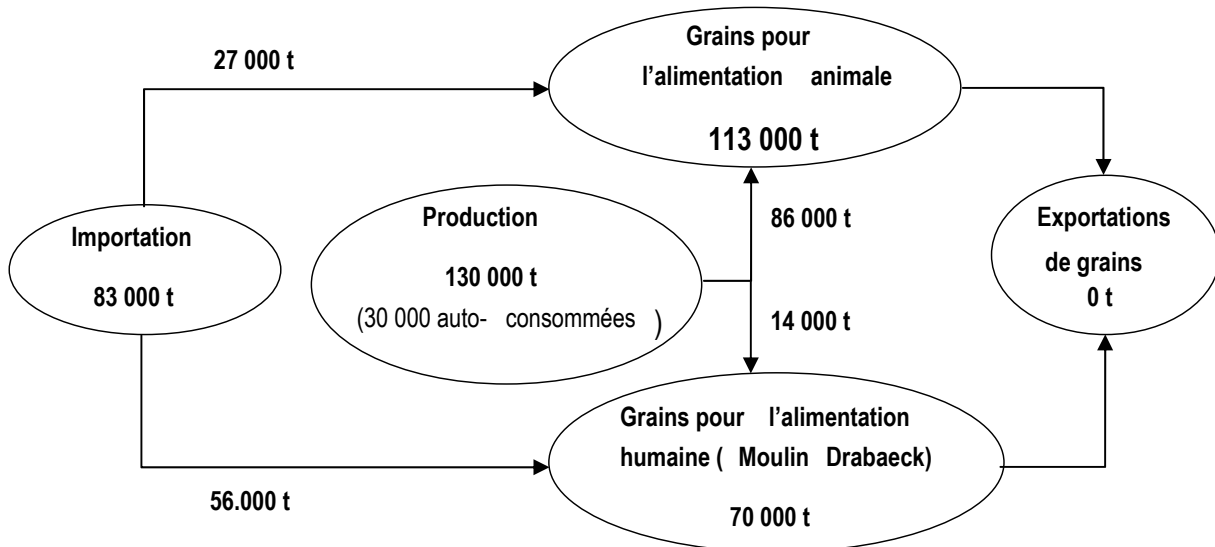
### **Et la France !**

Au regard de ces deux trajectoires réussies, la France est en retard : 1.3 % des surfaces cultivées en bio contre 6 % pour le Danemark et l'Italie. Malgré la mise en place de quelques éléments favorables à ce développement (élaboration du Plan Riquois, revalorisation des aides...), les initiatives actuelles ne semblent pas suffisantes pour réduire ce retard à moyen terme, même en matière de recherche. De surcroît, l'intérêt porté par les consommateurs français à ce type de produits n'est pas aussi fort qu'au Danemark et qu'en Italie. L'exemple de la grande distribution danoise en matière de promotion des produits bio et le récent développement des repas bio dans les cantines scolaires et les hôpitaux italiens, sont deux moyens possibles pour donner une meilleure image du bio auprès des consommateurs français. Finalement, une croissance significative du secteur bio ne pourrait être envisagée, en France, sans une plus grande coordination des entreprises de collecte, de transformation et de distribution.

### Cas de la filière céréale bio

Les entreprises danoises transformant des productions biologiques sont peu nombreuses. A titre d'exemple, trois fabricants d'aliments pour le bétail et une meunerie achètent presque l'intégralité des céréales biologiques danoises. Les acheteurs de céréales biologiques localisés principalement dans le Jutland, zone majeure de production bio. A l'inverse du Danemark, les transformateurs de céréales biologiques en Italie sont nombreux. Par exemple, on dénombre une quarantaine de meuneries proposant des farines biologiques. Paradoxalement, le Nord concentre la plupart des transformateurs de produits bio (industriels et artisanaux), tandis que la production céréalière bio provient largement des régions du Sud et des Iles.

Figure 2 – La production danoise fournit 81 % des quantités consommées par le bétail et seulement 11 % des quantités destinées à l'alimentation humaine (Estimation 2000-2001).



Source : N. H. Kristensen, Université technique de Lyngby - enquêtes meunerie n° 1, fournisseurs d'intrants n° 1 et 2

**En 2000, les productions biologiques Italiennes et danoises présentent des différences très marquées**

Danemark	Italie
136 254 ha	⇔ SAU bio et en conversion ⇔ 1 040 677 ha
5,0 %	⇔ SAU bio / SAU totale (%) ⇔ 6,0 %
3 466 exploitations bio (6,2 % du nombre total), dont 77 % dans le Jutland (partie Ouest du pays)	49 790 exploitations bio certifiées, dont 70 % dans le Sud et les îles, 18 % au Nord et 12 % au Centre
Les productions végétales biologiques	
<p style="text-align: center;"><i>130 000 t de céréales bio produites</i> Source : <i>Plantedirektoratet, avril 2001</i></p>	<p style="text-align: center;"><i>284 314 t de céréales bio produites</i> Source : <i>http://www.politicheagricole.it</i></p>
Du côté des céréales bio	
L'orge de printemps est la céréale la plus cultivée (44,9 % de l'assolement en céréales bio), avec un rendement moyen de 35 q/ha. Viennent ensuite l'avoine (14,1 %), du blé et du seigle (moins de 10 % chacun).	Le blé dur est la céréale la plus cultivée (seulement au Sud) avec un rendement moyen de 25 q/ha. En 1999, 3 régions totalisaient 53 % des surfaces de céréales bio : les Pouilles, la Sardaigne et la Sicile.
Productions animales biologiques	
Le lait : le moteur du développement du secteur bio. Près de la moitié du lait collecté est bio (350 millions de litres) mais seulement 1/3 est vendu en tant que tel.  La viande et les œufs bio n'ont pas autant de succès auprès des consommateurs danois, mais la production de porc se développe de plus en plus, grâce aux débouchés à l'export.	Les productions animales représentent moins de 5 % de la production bio totale (en valeur), mais deviennent de plus en plus importantes, suite notamment à la crise de l'ESB.  62 % des exploitations d'élevage bio sont situées dans le Nord (systèmes intensifs). Les élevages situés dans le Sud sont plutôt des systèmes de production ovine extensive.



# Agriculture Biologique et mycotoxines

## Pour en finir avec les idées reçues

(Article Alter Agri n° 44 – nov/déc 2000)

*A ceux qui penseraient que le risque de développement de mycotoxines est plus important en agriculture biologique, qui n'utilise pas de fongicide, qu'en agriculture conventionnelle, la lecture de ce document fournira les éléments scientifiques prouvant le contraire.*

### Sommaire des documents présentés :

1. Etude du FLB, Bayerische Landesanstalt für Pflanzenbau und Bodenkulture : comparaison de la teneur en mycotoxine des blés bio et conventionnel de 1990 à 1996 en Bavière – traduit de l'allemand
2. Etude de FRSA Suisse - H.KREBS, B.STREIT, HR.FORRER : Effet du précédent cultural et du travail du sol sur les mycotoxines
3. Résultats du programme ITAB/ITCF/ONIC sur la caractérisation des blés tendres biologiques produits en France
4. Expertise anglaise (1998) de différents jus de pommes – présentée par Claude Aubert - Terre Vivante, lors des journées techniques sur les fruits et légumes biologique à Artigues en décembre 1999
5. Extrait du rapport de la FAO sur l'influence de l'agriculture biologique sur l'innocuité et la qualité des aliments

### **1. Etude du FLB, Bayerische Landesanstalt für Pflanzenbau und Bodenkulture : comparaison de la teneurs en mycotoxine des blés bio et conventionnel de 1990 à 1996 en Bavière**

#### **Les fusariums attaquent le grain déjà à l'automne : un assolement et un travail du sol ciblés sont plus efficaces qu'une stratégie faisant appel aux fongicides**

Au cours de la saison passée, des épis de céréales stériles ont entraîné en de nombreux endroits de graves pertes de rendement. La cause en était les fusariums des épis. Comment réduire les dégâts par un assolement approprié, une sélection des espèces et des fongicides - c'est le sujet de l'article rédigé par Dr. Robert Beck, Dr. Johann Lebschy et Dr. Alfred Obst, de Munich.

Au cours de la dernière décennie, l'industrie a réalisé de grands progrès dans pratiquement tous les domaines de la protection des plantes et des récoltes. Une tendance inverse ne se présente que pour la fusariose des épis des céréales.

L'infestation des céréales destinées aux boulangeries, aux brasseries et à l'alimentation du bétail ne se traduit pas uniquement par des pertes de rendement. On considère aujourd'hui que l'aptitude réduite à la transformation et le risque sanitaire pour les hommes et les bêtes sont encore plus pénalisants, en raison des toxines cryptogamiques produites par les fusariums. Parmi ces toxines, la plus importante est la mycotoxine désoxynivalénol (DON).

Dans le cadre de deux projets de recherche on a étudié, pendant les années 1990-1996, des échantillons d'orge et de blé fraîchement récoltés dans des conditions d'exploitation ordinaires en Bavière, pour évaluer leur degré d'infestation par les fusariums et la teneur des grains en DON. On a pu observer ici des différences significatives entre les deux espèces de céréale. Ainsi, durant ces sept dernières années, la proportion des fusariums et en particulier de *Fusarium graminearum* s'est révélée insignifiante dans l'orge d'été.

Même dans les années pendant lesquelles les fusariums ont attaqué le plus durement les récoltes, à savoir en 1991 et 1993, l'orge n'a présenté qu'une infestation minime et stable comprise entre 2 et 5 %, tandis que le blé d'hiver présentait une infestation moyenne de 27 et 20 %. La teneur moyenne en DON pour le blé bavarois est, dans une année ordinaire, d'environ 150 microgrammes de DON par kg, mais dans les années particulièrement "fusariennes", elle peut plus que doubler. La teneur moyenne en DON pour l'orge d'été est généralement aux environs de la limite de détection analytique de 40 microgrammes de DON par kg.

### **Infestation des blés à la floraison**

Pour l'infestation du blé, la période de la floraison s'est révélée décisive. Pendant cette période, de fortes précipitations et des températures supérieures à 18°C confèrent un caractère épidémique à cette maladie. En plus des variations annuelles de l'infestation dues aux conditions climatiques, un temps sec, comme par exemple dans le nord de la Bavière, a pour résultat une infestation inférieure à celle provoquée par les fortes précipitations en Bavière du sud. Les différences d'infestation constatées localement, comme l'apparition annuelle de valeurs de pointe dans des contrées faiblement infestées, ne s'expliquent pas uniquement par les données climatiques. Les données analytiques concernant ces sept dernières années suggèrent la conclusion qu'en plus des conditions climatiques, c'est avant tout le mode de culture qui a une influence considérable sur l'infestation du blé par *Fusarium graminearum*.

### **Le maïs, principal responsable**

Indépendamment de l'espèce et de l'origine des échantillons, le précédent maïs a montré tous les ans une forte influence sur l'infestation.

Malgré la différence de risque d'infestation d'une année sur l'autre, on a obtenu pour le blé récolté après le maïs en grain, sans exception, la teneur moyenne la plus élevée en DON, suivie par la récolte de maïs ensilé (excepté l'année 1994). Pour 1623 échantillons de blé étudiés au total, les valeurs moyennes dans le cas de précédents pommes de terre et betterave se situaient dans la moyenne des cinq années, approchant les 200 microgrammes/kg de DON. Les précédents orge, blé et colza ont conduit aux teneurs les plus faibles. Pendant les cinq années de l'étude, les teneurs moyennes présentées par le blé obtenu après ces précédents se situaient nettement en dessous de la moyenne annuelle considérée.

Une caractéristique similaire à la teneur en DON est constituée par les résultats des analyses microbiologiques et les évaluations sur les céréales de l'infestation par *Fusarium graminearum*.

Outre le risque accru d'infestation, statistiquement confirmé, lorsqu'il s'agit de précédent maïs, l'infestation moyenne très faible de la récolte de blé après un précédent blé est particulièrement surprenante. Bien que le blé constitue une plante hôte typique pour *Fusarium graminearum*, cette succession de cultures n'augmente en rien le risque d'infestation. L'opinion selon laquelle le maïs joue un rôle clé dans le déroulement de l'infestation par *Fusarium graminearum* s'est encore renforcée.

Déjà avant la période de maturation du maïs, les fusariums s'infiltrèrent dans les parties inférieures des tiges et peuvent provoquer, dans des conditions physiologiques appropriées, le pourrissement de la tige. Après la moisson, la plupart des chaumes de maïs sont infestées (colonisées) par les fusariums. Le chaume restant sur le sol après la moisson, avec sa teneur très élevée en azote (contrairement à d'autres graminées tels que le blé), semble constituer un terrain favorable pour l'élaboration de la principale forme de la future végétation.

Les champignons en forme de fuseau formés dans les conteneurs des spores, appelés ascospores, peuvent être expulsés activement et forment, sur une longue durée, le point de départ de l'infestation par les fusariums.

Dans le chaume de maïs dont le pourrissement est lent, l'agent pathogène peut survivre bien plus longtemps que dans le chaume de blé. Par comparaison avec le maïs ensilé, le maïs en grain présente un plus grand risque d'infestation. Deux raisons parlent en faveur de cette hypothèse : le maïs en grain reste plus longtemps sur pied (d'où le risque de pourrissement de la tige) et laisse sur place plus de matières organiques. Bien que l'on ne connaisse aucune base incontestable pour la dissémination

démesurée de *Fusarium graminearum*, on peut incriminer l'expansion de la culture du maïs comme cause principale.

### **L'effet fongicide du labour**

Actuellement, il est difficile de répondre à la question de savoir dans quelle mesure le chaume de maïs en général ou seulement le chaume de maïs dont les tiges sont pourries constitue une menace pour les céréales à venir. Il est certainement difficile d'éviter dans de nombreuses exploitations la rotation des cultures maïs-blé. Cependant, le risque de pourrissement des tiges du maïs étant un fait, l'élaboration d'espèces de maïs résistantes au pourrissement des tiges pourrait permettre de lutter contre le problème des fusariums.

Dans tous les cas, il est recommandé que dans un cas de succession immédiate de culture maïs-blé, on enfouisse profondément dans la terre la matière restant répandue sur le sol au moyen d'un sillon plus net.

Le foyer d'infestation par *Fusarium graminearum* se trouve situé dans une extrêmement grande proportion dans les résidus de maïs éparpillés sur le sol. Le mode de travail du sol "sans retournement", conseillé pour des raisons d'économie, est contraire à l'exigence d'une surface propre.

Pour déterminer l'influence du travail du sol sur l'infestation par les fusariums, on a réalisé des essais de plein champ dans les années 1995 et 1996, avec des espèces identiques ou similaires, et le même précédent, à savoir le maïs, avec différents modes de travail du sol. Les résultats ont démontré incontestablement que le travail du sol minimal favorisait l'infestation par rapport aux autres modes de travail du sol.

Le travail du sol "avec retournement" a réduit l'infestation par *Fusarium graminearum* ainsi que la teneur en DON par rapport au travail du sol minimal dans une proportion qui pouvait être supérieure à 90 %. Ce résultat dépasse de loin tous ceux obtenus avec des fongicides. Dans quelle mesure l'avant-dernier précédent ou la proportion variée de maïs dans la culture suivante dans le cas des céréales agit sur l'infestation par les fusariums n'est pas encore éclaircie. Le chaume de maïs peut remonter à la surface par suite d'un nouveau travail du sol après une ou deux années de séjour dans le sol et constituer un terrain favorable pour les fusariums.

### **Sélection des espèces**

Les recherches microbiologiques et chimiques menées au sujet de la sélection des espèces démontrent une relation claire entre les épis stériles et l'infestation du blé par *Fusarium graminearum*. Outre les écarts entre les degrés d'infestation, on trouve aussi des concordances. Au cours de l'année 1993, on a testé au total 29 espèces. Les risques naturels d'infestation étaient très différents selon les trois sites considérés. On a déterminé pour les différentes espèces non seulement le degré d'infestation par *Fusarium graminearum*, mais aussi la teneur en DON des céréales et on les a classées de 1 (le plus faible) à 29 (le plus fort). La représentation graphique ayant pour titre "*Résistance du blé d'hiver aux fusariums*" permet de voir le classement des 29 espèces et des sites. On peut distinguer ici les espèces les moins sensibles à l'infestation (en bas à gauche) de celles plus sensibles (en haut à droite).

Bien que l'espèce Transit se soit révélée moyennement sensible à l'infestation et aux épis stériles, c'est pourtant cette espèce qui s'est révélée la moins sensible à l'infestation par les fusariums et qui a présenté les plus faibles teneurs en DON parmi toutes les espèces de tous les sites.

Pour l'espèce Astron, on a observé également des écarts considérables entre les degrés d'infestation. Cette espèce moyennement sensible au phénomène des épis stériles a présenté, lors des essais sur le grain, la troisième plus forte sensibilité à l'infestation parmi toutes les espèces. On a observé une bonne concordance entre les degrés d'infestation pour les espèces les plus sensibles Agent et Ritmo ainsi que pour les moins sensibles, Allantis et Mikon.

Afin de vérifier les résultats, il faudrait procéder à des essais sur plusieurs années. Toutefois, on peut observer déjà des différences dues à l'espèce concernant la fréquence des infestations des grains.

Par rapport aux facteurs d'influence que sont le précédent et le mode de travail du sol, la résistance due à l'espèce ne présente cependant qu'une importance secondaire.

## Utilisation de fongicides

Parmi les produits autorisés, aucun agent ne garantit de résultat contre les fusariums des épis. L'agent tebuconazole a permis d'obtenir de bons résultats partiels.

Des études réalisées par inoculation artificielle de *Fusarium culmorum* à la fin de la floraison du blé et avec différents fongicides ont donné des résultats intéressants : dans le cas d'une application préventive (quatre jours avant la transfection ou inoculation) les fongicides Folicur et Ranger ont présenté une action limitée mais similaire.

L'infestation a été réduite de 40 à 50 % et la teneur en DON de la récolte, de 20 à 25 %. Lors de l'éruption (une journée après l'inoculation), les fongicides Folicur et Ranger se sont différenciés essentiellement du point de vue de la teneur en mycotoxine. L'infestation par les fusariums était réduite de 82 à 92 %, la teneur en mycotoxine, de 50 à 20 %.

En appliquant une moitié de la quantité de fongicide quatre jours avant l'inoculation et l'autre moitié une journée après, les résultats ont été moins bons pour Folicur que lors d'une application de la quantité totale à titre préventif.

Sous toute réserve, on peut en tirer les conclusions suivantes :

Lorsqu'on connaît le moment de l'infestation, le traitement précoce de l'épis est plus efficace.

L'adjonction de morpholine en tant que fongicide au Folicur standard, lors de l'éruption après l'inoculation, améliore l'action de ce produit.

Il ne faut en aucun cas diminuer ou subdiviser en plusieurs applications la dose de fongicide anti-fusarium.

## Agriculture biologique

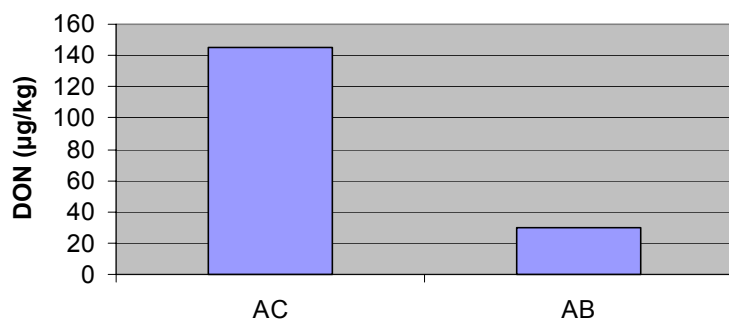
Au cours de l'année 1995, on a étudié 166 échantillons de blés issus d'exploitations agricoles fonctionnant sur le mode biologique, réparties sur tout le territoire bavarois, en particulier dans les régions à problème, et 59 au cours de l'année 1996.

Au cours des deux années considérées, les échantillons issus de l'agriculture biologique ont présenté de très faibles indices d'infestation.

L'infestation moyenne par *Fusarium graminearum* et la teneur en DON de ces échantillons étaient de 2,5 et 2,0 % et de 30 et 40 microgrammes par kg, donc nettement inférieures aux valeurs moyennes comparables obtenus avec les échantillons issus de l'agriculture classique. Cette infestation extrêmement faible des échantillons de blés issus de l'agriculture biologique est due à l'absence des facteurs de risque que sont le précédent maïs et le travail du sol minimal. Ces conditions diminuent considérablement pour toute l'année le risque d'infestation dans les exploitations biologiques.

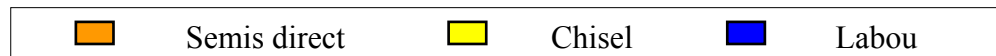
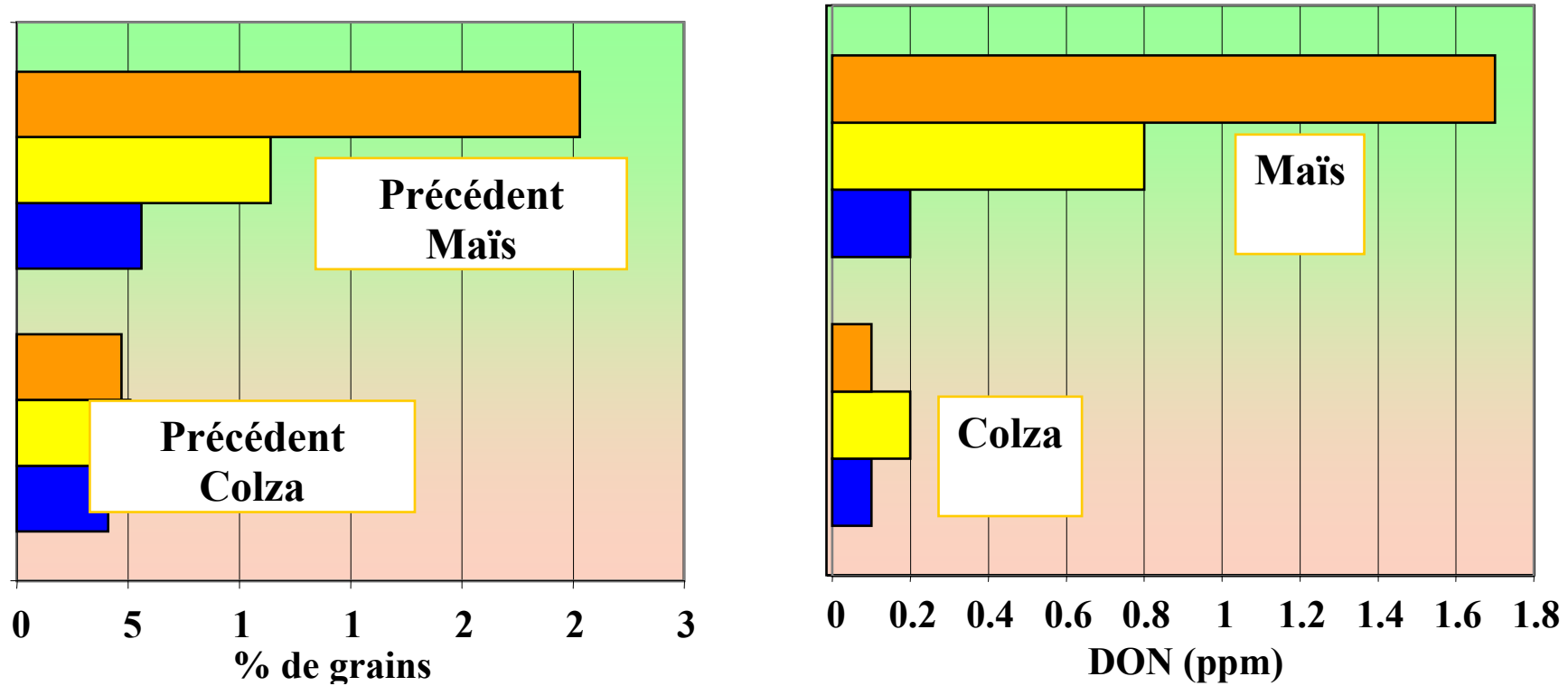
Dans les exploitations non biologiques, on peut sans aucun doute obtenir d'aussi bons résultats en éliminant tout au long de l'année les facteurs de risque mentionnés. On ne peut pas encore dire pendant combien de temps ce mode d'action contre les fusariums est efficace.

**Teneur en désoxynivalenol de la variété blé d'hiver E 95  
Bayern : Comparaison entre Agriculture Biologique et  
Agriculture Conventiennelle**



Limite de détection en HPLC = 40 µg/kg  
Echantillonnage AC n = 341 et AB n = 166

2. Etude FRSAА Suisse - H.KREBS, B.STREIT, HR.FORRER : effet du précédent cultural et du travail du sol sur les mycotoxines



r

### 3. Résultats du programme ITAB/ITCF/ONIC sur la caractérisation des blés tendres biologiques produits en France

L'ITAB en partenariat avec l'ONIC et l'ITCF est engagé depuis 1999 dans un programme de caractérisation des blés tendres biologiques produits en France. Cette veille comprend notamment la mesure des teneurs en mycotoxine. Les résultats de la campagne 1999 sont très encourageants : les taux de mycotoxines mesurés étaient très faibles. Pour la campagne 2000 des études comparatives seront conduites entre agriculture biologique et agriculture conventionnelle.

### 4. Expertise anglaise (1998) de différents jus de pommes – présentée par Claude Aubert - Terre Vivante lors des Journées Techniques fruits et légumes biologique à Artigues

#### Présentation de l'étude

La patuline est une mycotoxine produite par certaines souches de *Penicillium expansum*, qui se développent sur des fruits tels que les pommes, les pêches ou les poires et quelques légumes. Trois cents échantillons de jus de pommes ont été analysés : 101 issus de concentrés, 199 issus de jus frais, artisanaux. Dans les jus issus de concentré, la patuline n'a pas été détectée au-dessus de la limite conseillée de 50 microgrammes par litre. Elle a été détectée dans 55 échantillons de jus frais (28%), à des concentrations supérieures à 15 microgrammes par litre (la limite de quantification). Parmi ceux-là, 5 échantillons (2.5%) contenaient de la patuline à des concentrations supérieures à 50 microgrammes par litre. La concentration la plus élevée trouvée fut de 171 microgrammes par litre.

#### Concentrations en patuline dans les jus de pomme

Type Echantillon	Nombre d'échantillons dans le lot (microgrammes / litre)						Concentrations en patuline supérieures à 50 microgrammes/litre
	Nombre Echantillons	Moins de 5	de 5 à 15	De 15 à 34	De 35 à 50	Plus de 50	
Concentré	101	63	35	3	0	0	54, 73, 113, 125, 171
Produit direct	199	89	55	43	7	5	
<b>TOTAL</b>	<b>300</b>	<b>152</b>	<b>90</b>	<b>46</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	

Cette étude démontre clairement la différence entre les jus artisanaux et les jus industriels, reconstitués à partir de jus concentrés.

La patuline n'est donc pas caractéristique des jus de fruits biologiques (comme certains ont pu le prétendre) mais bien des jus frais en général : elle ne relève pas des techniques de production mais de la maîtrise du processus de transformation, car le champignon ne se développe qu'entre la récolte et la fabrication du jus.

## 5. Extrait du rapport de la FAO sur l'influence de l'agriculture biologique sur l'innocuité et la qualité des aliments

### Mycotoxines

39. Les mycotoxines sont des sous-produits toxiques de moisissures qui peuvent se développer sur certains produits alimentaires dans certaines conditions. Les aflatoxines sont les plus toxiques et peuvent induire un cancer du foie à de très faibles doses si elles sont absorbées sur une longue durée. Puisque les fongicides ne sont pas autorisés dans la production biologique et que les mycotoxines constituent un grave risque pour la santé, leur présence relative dans les aliments issus de l'agriculture biologique ou traditionnelle a fait l'objet de nombreuses études qui ne portent pas à conclure que l'agriculture biologique entraîne un risque accru de contamination par mycotoxines. Il est important de souligner que de bonnes pratiques agricoles, de manutention et de stockage sont indispensables, aussi bien dans l'agriculture biologique que conventionnelle, pour réduire au minimum les risques de moisissures et de contamination par mycotoxines. Deux études signalées par Woese montrent que les niveaux d'aflatoxine M<sub>1</sub> sont plus faibles dans le lait biologique que dans le lait classique. Ces résultats donnent à penser que l'alimentation animale classique du bétail est responsable de cette différence. Quel que soit le type d'élevage, les bonnes pratiques d'alimentation animale exigent que les ingrédients utilisés soient contrôlés pour s'assurer de leur qualité et de l'absence de mycotoxines et d'autres contaminants possibles au-delà des seuils de tolérance. Ces pratiques exigent aussi que les aliments soient entreposés de façon à éviter toute contamination. Les animaux d'élevage biologique consommant davantage de foin, d'herbe et d'ensilage, les risques de contamination du lait par des aliments contaminés par les mycotoxines sont moindres.

*Remarques : rapport FAO sur l'influence de l'Agriculture Biologique sur l'innocuité et la qualité des aliments consultable sur le site [www.fao.org/organicag/](http://www.fao.org/organicag/)*

## 6 Résumé des conclusions des différentes études présentées

### 6.1 Fusarium sur blé

En plus des conditions climatiques, c'est avant tout le mode de culture qui a une influence considérable sur l'infestation du blé par *Fusarium graminearum* :

- Les précédents maïs favorise le développement de mycotoxine
- Le travail du sol avec retournement réduit l'infestation par rapport à un travail du sol minimal dans une proportion qui peut être supérieur à 90%
- Certains variétés sont plus résistantes au *Fusarium*. Cependant par rapport aux facteurs d'influence que sont le précédent et le mode de travail du sol, la résistance due à la variété ne présente qu'une influence secondaire

⇒ L'infestation des blés biologiques est inférieure à l'infestation des blés conventionnels. Cette faible infestation est due à l'absence de risque que sont le précédent maïs et le travail du sol minimal.

### 6.2 Patuline dans les jus de fruits

La patuline n'est pas caractéristique des jus de fruits biologiques mais bien des jus frais en général : elle ne relève pas des techniques de production mais de la maîtrise du processus de transformation, car le champignon ne se développe qu'entre la récolte et la fabrication du jus.

### 6.3 Aflatoxine dans le lait

Les animaux d'élevage biologique consommant davantage de foin, d'herbe et d'ensilage, les risques de contamination du lait par des aliments contaminés par les mycotoxines sont moindres.



### **Bibliographie complémentaire :**

1. Kuhn, F. (1999). Bestimmung von Trichothecenen im Weizen aus verschiedenen Anbausystemen mittels HPLC-MS. Dans Organische Analytische Chemie, Universität Basel. Bâle, pp. 60.
2. Jørgensen, K., Rasmussen, G., Thorup I. 1995. Ochratoxin A in Danish cereals 1986-92 and daily intake by the Danish population. Food Additives and Contaminants (sous presse, 1995).
3. Marx, H., Gedek, B. & Kollarzik, B. (1995). Comparative investigations of mycotoxological status of alternatively and conventionally grown crops. Z Lebensm Unters Forsch, 201(1), 83-6.
4. Olsen, M. & Möller, T. Mögel och mykotoxiner I spannmål / Mould and mycotoxines in grain. Vår föda / Our food, Journal of Swedish National Food Administration, 1995;47(8):30-33.
5. Woese, K.; Lange, D.; Boess, C. and Bögl, K. W. 1997. A comparison of organically and conventionally grown food – results of a review of the relevant literature. J. Sci. Food Agric.: 74; 281-293.

## Sélection bibliographique concernant la qualité du blé – effectuée par le CNRAB –

*A la recherche de la qualité*, Christine Rivry-Fournier à partir d'un exposé de Dominique Antoine, Biofil n°28, mai-juin 2003, pp. 47-49

*Contre le diktat de la protéine*, Christine Rivry-Fournier, Biofil n° 35, juillet/août 2004, pp. 43-45

*Pour une maîtrise des qualités technologique et sanitaire des blés biologiques*, Didier Kleiber, Revue Purpan n°201

*Critères qualitatifs des blés et des farines*, Claude Willm, C.R. Acad. Agric. Fr., 2002, 88, n°7, pp15-20. Séance du 23 octobre 2002

*Mycotoxines, avancées des connaissances et réglementation en vue*, Perspectives agricoles n° 300, avril 2004, pp. 23-32

*Premier essai prometteur de binage du blé*, C.R-F, Biofil n° 36, septembre/octobre 2004, pp.49-50