HAL
open science

Comment gérer la nécessaire approche pluridisciplinaire et transversale des programmes de recherche en agriculture biologique ? L'exemple du programme " pain bio "

P. Viaux, B. Taupier-Létage, Joel Abecassis

▶ **To cite this version:**

P. Viaux, B. Taupier-Létage, Joel Abecassis. Comment gérer la nécessaire approche pluridisciplinaire et transversale des programmes de recherche en agriculture biologique ? L'exemple du programme " pain bio ". DINABIO : Développement & innovation en agriculture biologique, May 2008, Montpellier, France. hal-02821908

HAL Id: hal-02821908

https://hal.inrae.fr/hal-02821908v1

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Innovations Agronomiques (2009) 4, 183-196

Comment gérer la nécessaire approche pluridisciplinaire et transversale des programmes de recherche en agriculture biologique ? L'exemple du programme « pain bio ».

P. Viaux[1], B. Taupier-Létage[2], J. Abécassis[3]

[1] : ARVALIS Institut du végétal 91720 Boigneville

[2] : ITAB, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12

[3] : UMR 1208 Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes, INRA, SupAgro, Université de Montpellier 2, CIRAD. 2 place Pierre Viala, Montpellier, France.

Correspondance : p.viaux@arvalisinstitutduvegetal.fr

Ce programme a été élaboré dans une approche systémique à partir de 5 propositions de recherches. Il a mobilisé plus de 30 chercheurs de différentes disciplines (de la génétique à la sociologie) en fédérant 9 laboratoires de la recherche publique, 5 Instituts techniques, 3 organismes de développement et 4 entreprises privées. Le programme a privilégié une démarche d'ingénierie « reverse » en partant des attentes des consommateurs pour remonter les différents maillons de la filière. Plutôt que de reprendre l'ensemble des résultats obtenus et publiés par ailleurs, cet article s'attache à montrer les liens qui se sont structurés entre les différentes approches développées au cours de ce programme.

Résumé :

Une étude qualitative de la perception et des attentes des consommateurs a permis de montrer que le pain biologique était perçu comme un produit naturel, nourrissant et sain et que les caractéristiques organoleptiques (volume, texture…) bien que déterminantes ne pouvaient à elles seules rendre compte de la qualité des produits. Les caractéristiques nutritionnelles et sanitaires sont aussi à considérer, et d'autant plus que l'on s'adresse à des consommateurs occasionnels. A partir de cette analyse, des travaux ont été engagés pour rechercher des conditions de transformation des grains en farine puis des farines en pains qui répondent à ces attentes. Ce programme a été élaboré dans une approche systémique. Il a mobilisé plus de 30 chercheurs de différentes disciplines, de la génétique à la sociologie. Le programme a privilégié une démarche d'ingénierie « reverse » en partant des attentes des consommateurs pour remonter les différents maillons de la filière. Les travaux réalisés ont permis de mettre au point et de valider à l'échelle industrielle de nouveaux diagrammes de mouture qui permettent d'accroître la teneur en fibres et en micro-nutriments des farines. Les études sur le procédé de panification ont montré une production plus importante de bactéries lactiques avec les farines de meules, probablement en lien avec le taux d'amidon endommagé des farines. Une acidification du milieu, due à la fermentation par levain, accroît l'activité phytasique avec pour conséquence d'augmenter la biodisponibilité des minéraux, notamment du magnésium. L'impact des pratiques agronomiques et les perspectives offertes par la sélection génétique ont également été explorés. A partir de ces résultats, la dernière phase du programme a nécessité la collaboration de plusieurs laboratoires pour produire des pains prototypes. Ces pains ont été évalués par 2 panels de 60 personnes dans deux régions françaises. Les résultats obtenus ont montré qu'il était possible d'obtenir des pains satisfaisant les attentes sensorielles et nutritionnelles des consommateurs en ajustant les procédés de fractionnement et de panification aux caractéristiques des blés.

Ce programme a créé une dynamique entre les différents partenaires associés à ce projet. Ainsi, il a été l'épine dorsale de plusieurs programmes satellites complémentaires qui ont enrichi les travaux initialement prévus tout en étant intégrés et soutenus par le comité de pilotage.

Mots clés : agriculture biologique, pluridisciplinarité, blé, farine, pain, consommateurs

Abstract: **Managing the necessary cross-disciplinary approach to organic farming research programmes: example of an organic bread programme.**

This programme was developed within a cross-disciplinary approach resulting from five project proposals focusing on the organic wheat, flour and bread sector. More than 30 researchers from nine academic research laboratories, five technical centres, three development agencies and four industrial firms were involved in the project, covering a large area of expertise (from genetics to sociology). The programme adopted a reverse engineering approach, starting from consumer expectations and travelling, link-by-link, up the food chain. A qualitative study of consumer perception and expectations showed that organic bread was perceived as a natural, nourishing and healthy product, and that although its organoleptic characteristics (volume, texture, etc.) were a determining factor, they in no way totally accounted for the quality of the product. Nutritional value and safety must also be taken into consideration, especially in the case of occasional consumers. Based on this study, work was undertaken to find processing conditions to turn grain into flour and flour into bread, which would meet those expectations. New roller milling diagrams were developed at the industrial scale in order to produce flour with higher fibre and micronutrient contents. Studies of the bread-making process have shown that higher levels of lactic acid bacterium production in millstone flour are probably linked to its mineral content. A more acidic environment, due to sourdough fermentation, increases phytasic activity (improving digestibility) and increases mineral bioavailability, including magnesium. Based on those findings, prototype breads were developed and assessed by two panels of 60 people in two different regions of France. The results showed that it was possible to produce bread that satisfied consumers' sensory and nutritional expectations by adapting the fractionation processes during bread-making according to the characteristics of the wheat.

Finally, this programme resulted in a large number of publications and created a dynamic process between participants. It served as the backbone for several complementary satellite programmes that enhanced the original research while being integrated and supported by the project management committee.

Keywords: organic agriculture; multidisciplinary; wheat; flour; bread.

1. Une démarche d'ingénierie « reverse »[1] et pluridisciplinaire pour améliorer la qualité des produits de la filière blé-farine-pain biologique

Dans le cadre de la plate-forme de coordination de la DGER[2] composée de l'INRA, l'ACTA et l'ITAB, deux Actions incitatives programmées (AIP) sont lancées successivement en 2001 et 2004 pour soutenir la recherche en agriculture biologique (AB). Afin d'identifier des questions de recherche répondant aux préoccupations exprimées et de repérer des réseaux d'équipes intéressées, une procédure originale et efficace de structuration des projets a été mise en place au travers d'appels à manifestation d'intérêt (AMI). Sur la base des réponses aux AMI et, après expertise scientifique par l'INRA et l'ACTA, les équipes sont regroupées dans des séminaires, en vue d'élaborer des programmes susceptibles d'articuler plusieurs propositions.

C'est ainsi qu'en 2004 un des thèmes de l'appel d'offre portait sur : « Qualité des protéines de blé, valeur boulangère et qualité du pain en AB. ». Cet appel d'offre précise : *« La qualité des produits tout au long de la filière jusqu'au consommateur est une préoccupation de nombreux acteurs de l'AB. Les*

[1] Partir des attentes des consommateurs pour remonter les différents maillons de la filière.
[2] Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche au Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

propositions viseront à aborder globalement la question de la qualité des pains biologiques, de la caractérisation de cette qualité (densité nutritionnelle, composition fine des protéines, types de pains) à l'analyse de ses déterminants en interaction tout au long de la filière (maîtrise de la fertilisation azotée, recherche de variétés adaptées, techniques de panification etc.). Les aspects méthodologiques (critères de qualité, techniques d'analyse, etc.) et les relations avec l'économie de la filière (coûts de production, modèles de consommation) pourront également être abordés. »

Plusieurs manifestations d'intérêt (MI) répondant à ce thème ont été regroupées, réunissant différentes équipes et partenaires autour d'un projet bénéficiant des acquis d'un programme AQS sur la « Maîtrise de la production de blé en AB et des procédés de mouture adaptés à la fabrication de farine de haute densité nutritionnelle » (Taupier-Létage *et al.*, 2004).

Le programme s'est structuré en plusieurs phases. Trois grands objectifs ont d'abord été définis de manière concertée à l'occasion d'un séminaire (juin 2004) réunissant l'ensemble des parties prenantes :

1. Préciser les attentes des consommateurs pour les produits de panification issus de l'AB de manière à identifier les principaux critères pertinents à prendre en compte pour l'orientation des recherches à conduire.
2. Identifier, quantifier et comprendre les sources de variabilité de la qualité d'utilisation des blés biologiques aux différentes étapes de la production et de la transformation.
3. Rassembler et structurer les connaissances au sein de cette filière en vue de dégager de nouvelles priorités, et développer des méthodes d'évaluation (sensorielles et instrumentales) de la qualité d'utilisation des blés biologiques.

Plusieurs réunions ont ensuite été nécessaires pour aboutir, en 3 mois, au montage du programme en définissant les différentes tâches complémentaires dans un dispositif cohérent et non redondant, en identifiant les responsables de tâches, en répartissant la charge entre les différents partenaires et en organisant la gestion du projet au travers de différents comités (Encadré 1). Ces tâches se regroupent en trois axes :

- L'axe 1 : préciser la variabilité de la valeur d'utilisation des blés biologiques, en fonction des conditions de production (pédoclimatiques, facteurs génétiques, ensemble de l'itinéraire technique).
- L'axe 2 : améliorer la qualité des pains biologiques par la mesure de l'impact des différentes étapes de la production et de la transformation des grains en farines et en pains sur la qualité des produits finis.
- L'axe 3 : contribuer à structurer la filière autour des problèmes rencontrés. En effet, la multiplicité des questions posées au sein de la filière pain biologique avait conduit le comité de coordination du projet à s'engager dans une démarche pluridisciplinaire pour permettre de véritables échanges entre les différentes parties prenantes de ce projet.

Cette démarche a ainsi abouti à la mise en place d'un projet pluridisciplinaire dans une logique d'ingénierie « reverse ». Le point de départ du programme a été d'étudier quelle était la perception des pains biologiques par des consommateurs occasionnels et réguliers. Cette étude préliminaire a permis d'identifier les caractéristiques attendues des pains biologiques tant pour les aspects nutritionnels que sensoriels.

L'analyse de ces attentes a permis d'élaborer la stratégie à mettre en œuvre pour contribuer à proposer une gamme de pains susceptible de satisfaire des consommateurs très divers. Cette démarche s'est alors traduite en questions de recherche qui se sont posées à tous les niveaux et à tous les acteurs de la filière, de la production à la transformation et notamment :

- Comment améliorer les procédés de mouture et de panification (notamment de fermentation) pour satisfaire aux exigences nutritionnelles et gustatives des consommateurs ?

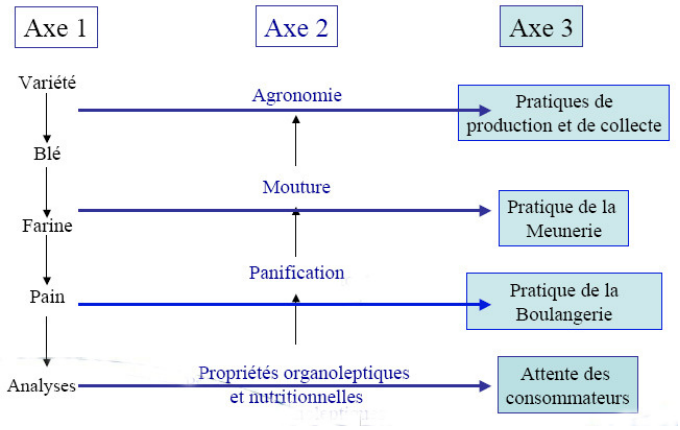
- Comment améliorer la production de blé bio adapté aux besoins de la meunerie et de la boulangerie ?

Ces questions très vastes ont conduit les équipes de recherche des différentes disciplines associées au programme à collaborer jusqu'à aboutir au développement de pain prototypes. Ces pains prototypes ont été élaborés à partir de lots de blés commerciaux, en optimisant les résultats spécifiques obtenus par les différentes équipes de recherche. Afin de s'assurer que les attentes de départ avaient bien été satisfaites, un retour vers les consommateurs, à la fin du programme, a permis de valider ces différents pains prototypes.

Enfin, il était important de connaître plus en détail les pratiques des différents acteurs de la filière, pour s'assurer que les résultats proposés pouvaient bien être validés et transférés auprès de ces acteurs.

Encadré 1. La structuration et la gestion du programme "pain bio"

Le schéma général d'organisation du programme



Le management du programme

La gestion et la coordination du programme ont été réalisées en mettant en place plusieurs Comités :
- un Comité de Coordination, composé des 3 structures pilotes (INRA, Arvalis et ITAB) ;
- un Comité de Pilotage rassemblant l'ensemble des acteurs de la filière, des semenciers aux consommateurs, en passant par les agriculteurs, les coopératives, les structures de développement, la recherche, l'enseignement, les meuniers, les boulangers ;
- un Comité des Responsables de tâches qui s'est réuni tous les 6 mois.

En parallèle, divers groupes de travail ont traité des problématiques plus précises : choix du test de panification, élaboration des pains prototypes, panification adaptée à l'AB, choix variétaux…

Trois séminaires (démarrage, mi parcours et final) ont rassemblé tous les partenaires du programme et le Comité de Pilotage, pour échanger sur les méthodes, la logistique, les résultats et leur interprétation transdisciplinaire.

Les partenaires

Les partenaires du programme sont très diversifiés, provenant de la recherche (INRA : UMR IATE, U3M, URPOI, UMR ASP, AMR APBV, UMR U&BMP, UMR URPVI), de l'enseignement (ENITIAA Nantes et ISARA), des ICTA (Arvalis Institut du végétal et ITAB) et ICTIA (ADIV, AERIAL et CTCPA), du développement (GAB Ile de France, CREAB, ENSMIC et CAP BIO) et des acteurs de la filière céréalière (TERRENA, AGRIBIO-UNION et BIOFOURNIL) . Cela représente 9 laboratoires de recherche publique, 2 instituts techniques ICTA, 3 ICTIA, 3 organismes de développement et 4 entreprises privés. Au total le projet déposé a fait appel à plus de 30 chercheurs.

2. Résultats

Les résultats de ce programme de recherche sont extrêmement nombreux et ont déjà fait l'objet de publications par différents participants dont certains volets sont développés dans d'autres textes de la présente revue[3]. Il ne s'agit donc pas, dans ce qui suit d'être exhaustif sur ces résultats, mais plutôt de montrer les liens qui existent entre les différents axes de ce programme.

2.1. Perception des consommateurs.

Une première étape a consisté à évaluer la compatibilité entre la perception qu'ont des consommateurs occasionnels et réguliers des différents types de pains issus de l'AB et les caractéristiques techniques et commerciales de l'offre actuelle, à l'aide de focus groupes (Alessandrin *et al.*, 2009). Trois réunions de groupes de consommateurs sélectionnés sur leur niveau de consommation de pains biologiques ont ainsi permis de caractériser l'univers des pains biologiques.

L'image des pains biologiques apparaît en cohérence avec les acquis précédents sur les déterminants de la qualité des produits biologiques que sont la naturalité et l'authenticité en relation avec un mode de production éthique et écologique d'une part, et la dimension santé-nutrition (qualités nutritionnelles mieux conservées) d'autre part. Les motivations d'achat des pains biologiques sont la santé, et les préoccupations environnementales et éthiques.

Les attentes des consommateurs sur les caractéristiques intrinsèques des pains biologiques, réguliers comme occasionnels, convergent vers la « naturalité » et la « rusticité ». Ils souhaitent :

- une croûte croustillante et épaisse, une mie plutôt foncée et bien alvéolée,
- une fabrication sur meule de pierre par fermentation au levain et pétrissage lent,
- une maîtrise de la qualité et de la commercialisation par l'artisan boulanger.

Suite à ces premiers résultats, les différentes étapes de la production de blé bio à la fabrication des pains ont été optimisées.

2.2. Amélioration de la production de blé bio adapté aux besoins de la boulangerie.

Des techniques culturales de production de blé AB à faire progresser

La qualité des blés biologiques est très influencée par les pratiques agronomiques. La caractéristique des blés AB est d'avoir des teneurs en protéines faibles et variables qui s'expliquent par l'absence de fertilisation minérale et un recours limité à une fertilisation organique. Par ailleurs, il y a souvent une relation négative entre rendement agronomique et teneur en protéines des grains. Les agriculteurs sont donc confrontés au dilemme suivant : avoir des rendements corrects avec peu de protéines ou des rendements faibles avec un niveau de protéines suffisant pour commercialiser leur production. Aujourd'hui, les transformateurs recherchent systématiquement des teneurs en protéines, pour les blés AB, voisines de celles observées en conventionnel alors qu'il est possible pour certaines variétés de faire de bons pains avec des teneurs en protéines relativement faibles (Taupier-Létage *et al.*, 2004). Il est par ailleurs possible de compenser la faible valeur boulangère d'une variété par l'assemblage de variétés complémentaires. Mais nous devons aussi nous interroger sur le meilleur moyen d'évaluer la qualité boulangère. Le test « BIPEA » (norme NFV03-716) paraît, après étude, une bonne solution pour discriminer les variétés. Néanmoins, cette méthode est très loin des procédés utilisés pour faire du pain AB.

[3] Voir : Alessandrin *et al.*, et Piquet *et al.*

Nous pouvons facilement expliquer la faiblesse des teneurs en protéines des blés AB en suivant l'Indice de Nutrition Azotée (INN). On constate que cet indice est toujours inférieur en AB quand on le compare à une situation identique en conventionnel. On constate aussi que la carence apparaît de manière plus tardive quand le précèdent cultural est une légumineuse fourragère. Une étude portant sur une centaine d'exploitations a permis d'analyser les itinéraires techniques et les performances agronomiques de parcelles de blés AB en Rhône-Alpes (David *et al.,* 2008). Nous avons ainsi constaté que les systèmes mixtes avec élevage avaient des rendements relativement bons avec des teneurs en protéines supérieures à celles d'autres systèmes.

Une expérimentation a aussi été mise en place pour évaluer l'effet d'un apport de soufre à la floraison sur la qualité des protéines. Le dispositif expérimental n'a pas permis de conclure sur ce point. Pour avancer sur cette problématique de teneur en protéines (transactions commerciales basées essentiellement sur cette teneur) il est prévu, dans une future action de développement, d'établir une grille proposant pour chaque variété deux seuils de teneur en protéines : le premier correspondant à un procédé de panification « douce », le second étant adapté à des panifications plus industrielles.

Des pistes pour la création de variétés adaptées aux systèmes AB.

Les variétés françaises, sélectionnées pour l'agriculture intensive, et les variétés étrangères, choisies dans des milieux très différents de la France, s'avèrent souvent inadaptées à l'AB. Pour mémoire, la première variété cultivée en AB en France est Renan, inscrite en 1989, et inutilisée par les agriculteurs conventionnels. Pour tenter de sélectionner des variétés adaptées à l'AB, un premier index global pondéré de sélection (IGS) est en cours de validation par l'INRA pendant 2 ou 3 campagnes avant utilisation en sélection par les obtenteurs : *IGS = rendement + 2 x (protéines + zeleny) + (2 x pouvoir couvrant) + hauteur.*

La lignée CF99102, sélectionnée par l'INRA, pourrait être un bon candidat pour ce type d'inscription. Cette lignée apparaît comme plus productive que Renan, mais présente un potentiel de rendement trop faible en conditions intensives. Elle demanderait donc, au niveau du CTPS[4], une évaluation VAT (Valeur Agronomique et Technique) dans les conditions culturales où elle apporte une plus-value, c'est-à-dire en AB. Une sélection assez précoce du matériel jeune de l'INRA (à partir de F6 ou F7) dans les conditions du cahier des charges AB pourrait conduire à des résultats intéressants. Le repérage, pendant les deux années du programme « Qualité pain AB », de la lignée RE04073 en est un bon exemple (Rolland, 2008). Il paraît important que la réflexion initiée en 2006, pour faire évoluer les modalités d'inscription au catalogue français de lignées orientées bio puisse aboutir rapidement.

2.3. Evaluation de la qualité technologique des blés biologiques : tests analytiques classiques ou tests spécifiques ?

Actuellement, les valeurs technologiques recherchées pour les blés biologiques panifiables sont analogues à celles exigées pour les blés issus de culture conventionnelle - soit des teneurs en protéines d'au moins 10 à 10,5% et une force boulangère (W) d'au moins 150. Pourtant, les transformations réalisées en AB sont très souvent spécifiques (moutures sur meules de pierre plutôt que sur cylindres, panifications sur levain de pâte plutôt que sur levure), et les blés bio affichent une bonne aptitude à la panification, malgré des taux de protéines et des W plutôt faibles. Il convient donc d'adapter le niveau d'exigence de ces critères technologiques aux spécificités de la filière biologique.

Pour déterminer la qualité des blés biologiques, nous pouvons utiliser la méthode normalisée de panification type "pain courant français", mais aussi la méthode "pain de tradition française", plus proche des pratiques boulangères AB. Ces deux types de panification se distinguent par les

[4] Comité Technique Permanent de la Sélection

caractéristiques suivantes :

- pain courant : présence d'acide ascorbique, levure et sel en quantité importante, pétrissage intensifié, pointage court et apprêt long, croûte fine et croustillante, coups de lame très développés, mie régulière et finement aérée ;

- pain de tradition française : absence d'acide ascorbique, quantités de levure et de sel plus faibles, pétrissage lent, pointage long et apprêt court, croûte plus colorée, grignes un peu moins marquées, mie irrégulière composée de larges alvéoles à parois plus épaisses.

Les tests ont été conduits par ARVALIS - Institut du végétal sur une gamme de blés bio de 13 variétés pures, présentant des teneurs en protéines variant de 7,5% à 16,5%. Les comportements de pâte sont similaires pour les deux méthodes de panification (Figure 2) et les profils de qualité des pâtes restent les mêmes pour les variétés étudiées. Les volumes des pains augmentent en fonction de la teneur en protéines, et sont plus élevés pour le pain courant.

Le classement final est assez proche entre 9 et 11,5% de protéines pour les deux méthodes de panification. Les blés bio à plus faible teneur en protéines sont bien "valorisés" en pain courant français ; ceux à plus forte teneur (moins disponibles) sont bien "valorisés" en pain de tradition française.

Figure 2. Variété Renan à 9% de protéines en pain de tradition et pain courant français

Les deux types de pain fabriqués avec la même variété à 9% de protéines présentent un aspect extérieur similaire, avec des grignes bien jetées et développées.

Pain de tradition **Pain courant**

Ces études réalisées sur la qualité des blés et farines biologiques ont montré que, globalement, les indicateurs de qualités technologiques utilisés dans la filière conventionnelle et les tests classiques appliqués dans nos laboratoires sont utilisables pour les blés biologiques et permettent de les classer les uns par rapport aux autres. L'Association Nationale de la Meunerie Française a donc choisi de s'y référer pour établir la liste des variétés recommandées en AB.

2.4. Amélioration des procédés de mouture et de panification.

L'optimisation des procédés de transformation a visé à améliorer la composition nutritionnelle des farines et des pains tout en cherchant à répondre aux attentes en termes de qualité organoleptique des produits finis. La démarche a consisté à analyser les facteurs principaux influençant la composition des farines, d'en analyser les conséquences au niveau des propriétés rhéologiques des pâtes et de texture des produits finis, puis de chercher à ajuster les conditions de transformation des blés en farine et des farines en pain pour obtenir des pains répondant à la demande des consommateurs.

Amélioration de la valeur nutritionnelle des farines et du pain.

Il ne semble pas exister de différences significatives dans la teneur en minéraux des grains entiers et surtout des farines blanches, en fonction des variétés testées. Seuls les grains de quelques variétés

anciennes semblent avoir des teneurs en minéraux (magnésium, zinc) plus élevées en raison d'une plus faible proportion de leur amande farineuse. L'essentiel de la valeur nutritionnelle des farines dépend du degré de blutage et donc du type de farine. Pour un diagramme de mouture donné, il existe en effet une relation entre le type de farine (défini par la teneur en matières minérales) et la teneur en fibres et micronutriments. Les farines blanches produites sur cylindres sont d'un type plus faible que celles issues de meules de pierres. Cependant, si on incorpore des remoulages ou des sons dans une farine blanche produite sur cylindres, on obtient par exemple des farines de type 80 de densité nutritionnelle similaire à des farines de meules de pierre. Il peut également s'avérer intéressant de produire des farines de type 80 sur cylindres en évitant de convertir les semoules en farine, ce qui permet de préserver les semoules vêtues et disposer ainsi directement de farines de type 80.

De nouveaux diagrammes de mouture pour d'autres pains.

Les résultats relatifs à la composition nutritionnelle des farines se sont traduits par la mise au point de nouveaux diagrammes de mouture sur cylindres et sur meules. L'approche entreprise visait à définir les conditions d'obtention de farines correspondant au meilleur compromis tant en termes de qualité nutritionnelle que de comportement meunier et d'aptitude à la panification. Dans ce cadre, les résultats d'une première étude sur équipements pilotes ont permis de dégager les principaux enseignements suivants :

- Les farines de meule sont caractérisées par des taux d'amidon endommagé plus élevés, en même temps qu'une richesse en fibres et micro-nutriments plus marquée que pour les farines obtenues sur cylindres. Néanmoins, il a été possible d'obtenir les mêmes caractéristiques nutritionnelles en ajustant le diagramme de mouture sur cylindres et en y introduisant une étape de micronisation de certaines fractions de mouture.
- L'élimination des tissus les plus périphériques du grain par décorticage peut constituer une étape de "décontamination" des farines vis-à-vis des mycotoxines (cf. 2.7).
- La flexibilité de la mouture sur cylindres permet d'accéder à des farines ayant des propriétés fonctionnelles et des densités nutritionnelles différentes.

Les travaux se sont ensuite poursuivis jusqu'à la transposition sur site industriel des différents diagrammes de mouture élaborés. Cette transposition a pu être obtenue sans modification majeure des équipements existants. Il a ainsi été possible d'obtenir sur ligne industrielle la production des farines qui ont été utilisées pour la fabrication de « pains prototypes » issus de l'AB (cf. 2.5).

Comment optimiser la panification au levain ?

La majorité des pains biologiques actuels sont au levain et le plus souvent au levain traditionnel (naturel). Les caractéristiques du levain influencent celles du pain (pH, teneur en acides organiques, rapport QF entre acide lactique et acétique) et la conduite du procédé. La maîtrise du levain (activité, régularité…) est donc au cœur du procédé et un des gages de qualité du produit fini. En outre, le comportement en panification dépend aussi des conditions de mouture. Une influence du paramètre type mouture (meule ou cylindre) a été observée sur l'activité des bactéries lactiques (acidification) et des levures (production de gaz). La mouture sur meule favoriserait ces activités : cet effet pourrait être relié à la teneur en amidon endommagé des farines. Un effet variété a également été observé sur ces mêmes activités : la variété Renan favoriserait l'activité fermentaire des flores du levain, comparativement à la variété Apache. Une analyse des caractéristiques physicochimiques (pH, acides organiques) de pains au levain du commerce et de différents producteurs a permis d'observer une grande variabilité des produits sur ces descripteurs. Les paramètres de conduite du levain, température (10 à 30°C), hydratation (100 à 200%) et durée de la fermentation (12 à 18h) influencent l'activité

fermentaire du levain et les caractéristiques de la pâte (pH, pousse, teneurs en acides lactique et acétique). La teneur en magnésium soluble de la pâte et du pain est influencée par la température et le taux d'hydratation du levain. La biodisponibilité des éléments minéraux Magnésium et Zinc est augmentée avec l'acidité de la pâte (augmentation de l'activité phytasique). Dans le cas des pains au levain, la limite de cet effet réside dans l'acceptabilité de l'acidité des pains par le consommateur.

2.5. Préférences des consommateurs.

L'ensemble des travaux conduits pour optimiser les procédés de transformation ont débouché sur la proposition de quatre "prototypes" de pains biologiques en adéquation avec les attentes déclarées par les consommateurs (2 Baguettes T80, avec sons micronisés et avec semoule bise ; 2 boules, l'une T80 avec décorticage des grains et l'autre T110 incluant une préfermentation) (Alessandrin *et al.*, 2009). Ces 4 prototypes ont été comparés aux produits "témoins" (baguette classique T65 et boule AB T80) conformes aux standards du marché et ont été soumis à analyse sensorielle auprès de 122 consommateurs réguliers et occasionnels de pain biologique sur 2 sites : Angers (Adiv) et à Strasbourg (Aérial).

D'une manière générale, les pains sous forme de baguette sont préférés, notamment en bouche. La baguette contenant de la semoule bise, aux caractéristiques gustatives plus prononcées, reçoit les appréciations les moins bonnes (différences significatives à Angers mais non à Strasbourg). La baguette T80 micronisée est la plus équilibrée sur un ensemble de critères visuels et organoleptiques (« valeur sûre »). Elle est mieux notée tant à Angers qu'à Strasbourg et obtient d'un point de vue gustatif des valeurs proches de celles obtenues par la baguette témoin.

Les boules sont généralement mieux appréciées en visuel qu'en bouche. Il n'apparaît pas de différence significative pour les appréciations visuelles entre les 3 boules entières. En bouche, il apparaît à Angers des différences significatives entre la boule T110 (3e place) et les deux autres. La boule T80 décortiquée se rapproche le plus des pains possibles en l'état dans une optique de diffusion large (« produit de gamme ») en particulier à Strasbourg. Ses caractéristiques visuelles sont en cohérence avec ses qualités gustatives. Toutefois, même si c'est la plus attrayante des boules, elle manque d'intérêt par rapport aux baguettes. Elle reste néanmoins mieux notée par le groupe des consommateurs "réguliers". En revanche et en dépit de caractéristiques gustatives appréciées par les consommateurs réguliers, la boule T110 est aujourd'hui le pain le moins prisé.

Dans le cadre du programme, les caractéristiques sensorielles des pains AB ont été comparées à des mesures physiques (compression, analyse d'images de la mie, ….). Celles-ci ont montré une bonne aptitude à décrire la texture des produits finis.

2.6. Connaissance des filières meunerie et boulangerie.

En complément des travaux décrits ci-dessus, le programme avait pour ambition de mieux connaître et fédérer l'ensemble des parties prenantes de la filière « blé-farine-pain biologique » en vue d'identifier les principales questions transversales et les priorités d'action pour la filière. Cette approche a consisté à établir une typologie des différents acteurs de la filière. Pour les organismes de collecte, un travail est en cours de réalisation et ne peut être inclus dans ce document. Seuls les résultats concernant les meuniers et boulangers sont présentés ici.

Sur les 161 moulins biologiques recensés en 2004 (Fischer, 2007), seulement 67 écrasent effectivement du blé AB, les autres revendent de la farine issue de l'AB, mais n'en produisent pas. Ils sont situés en grande majorité dans le quart Nord-Ouest de la France et sur un axe Toulouse-Lyon, correspondant aux grandes zones de collecte de blé biologique. Selon l'ONIGC (Office National

Interprofessionnel des Grandes Cultures), en 2006, la région des Pays de la Loire compte le plus grand nombre de moulins bio (15%), suivie par les régions Rhône-Alpes et Midi-Pyrénées (12% chacune).

Les deux procédés de mouture (cylindre et meule) sont représentés de manière quasi équivalente dans la filière AB pour l'ensemble des moulins enquêtés. Par ailleurs, la tendance est à l'éclaircissement des farines pour plus de la moitié des moulins bio, sachant que les types les plus utilisés correspondent effectivement à des farines bises et blanches. Ainsi, 56% des moulins produisent majoritairement des farines de type 65 et inférieur, et 41 % des moulins des farines de type 80 et supérieur.

Concernant la qualité des blés, la boulangerie artisanale recherche plutôt des farines présentant de bonnes capacités d'absorption d'eau et une bonne stabilité pendant la pousse de la pâte avant cuisson. Des teneurs en protéines plus faibles pour des blés autour de 10% peuvent convenir dans certains cas.

Dans les grands ateliers de fabrication, les exigences de qualité sont plus élevées en raison de la plus forte mécanisation des chaînes de production et des types de produits fabriqués (pains précuits, biscottes, brioches, viennoiseries…). La teneur en protéines des blés dépasse 10,5% - 11% avec des forces boulangères (W) comprises entre 180 et 220. Ces critères sont également recherchés par les fournils de panification des grandes et moyennes surfaces (avec en particulier pour une des grandes enseignes une teneur en protéines des blés autour de 12%).

Concernant l'état des lieux des techniques utilisées par les boulangers travaillant les farines biologiques, la collecte d'informations a consisté à identifier et à rencontrer les principaux boulangers biologiques, les meuniers produisant de la farine biologique, les spécialistes du domaine (organismes certificateurs, constructeurs de fours à bois, producteurs d'ingrédients bio, spécialistes de l'AB). L'analyse des pratiques technologiques et de la gamme de pains AB révèle de nombreux éléments de différenciation.

Pour les « micro-boulangeries des champs », on constate une prise de risques technologiques à travers l'emploi de farines moulues (souvent à la meule de pierre) à partir d'anciennes populations de blés de pays, voire d'ancêtres du blé actuel (grand épeautre et surtout petit épeautre ou engrain).

Les diagrammes de fabrication incluent des pétrissages à faible voire très faible énergie, en majorité très faiblement mécanisés, avec une réelle expertise dans la conduite de fermentation au levain pur et typicité aromatique, et refus pour certains boulangers de toute correction de la farine en additifs et même en enzymes. La majorité des pains AB vendus se situe à des niveaux de masse volumique supérieurs à 0.35 et même 0.50 (ce qui est très dense et plutôt atypique en boulangerie conventionnelle).

D'une façon générale, on observe l'existence d'un discours structuré et militant autour des produits, avec parfois ajout de signes de qualité (Label « Nature et Progrès » ou « Demeter »), et une volonté de valoriser certains pains régionaux (pain de seigle plus ou moins pur).

Pour les grandes boulangeries spécialisées en pain bio, on constate que les fabricants visités utilisent des enceintes réfrigérées pour une meilleure organisation du travail avec moins d'heures de travail de nuit et certains proposent des pains précuits frais parfois emballés sous atmosphère protectrice. L'offre, assez systématique de pains bio en supérettes, est assurée grâce à ce type de technologie de fabrication.

Plusieurs entreprises françaises, produisant exclusivement des pains biologiques, disposent d'ateliers de fabrication à gros volumes, très rationalisés, répondant aux normes les plus sévères. Leurs exigences en termes de cahier des charges farines sont élevées (teneur en protéine > 11,5%). Dans ce cas, il y a une forte domination des pains AB fabriqués à partir de farine de type 80, au profit d'une offre croissante de pains bio à mie blanc crème réalisés à partir de farine de type 65 obtenue sur cylindres. On constate aussi un enrichissement des gammes avec des pains volontairement moins acides et de

plus faible masse volumique que le pain au levain naturel, un fort développement de pains d'épeautre et d'engrain qui bénéficient d'une aura de faible allergénicité.

Le secteur de la boulangerie biologique confronté à une concurrence très forte (exemple des pains fermiers non certifiés) s'est donc fortement rénové. Animé par des professionnels disposant de fortes motivations, ce secteur dispose désormais d'une large gamme de pains répondant non plus seulement aux arguments santé, mais aussi aux arguments plaisir, goût, conservation et soutien à une agriculture respectueuse de l'environnement.

2.7. Travaux complémentaires au projet : exemple de la problématique des mycotoxines.

Lors de l'élaboration du programme puis des réunions et séminaires liés à son développement, quelques questions « orphelines » importantes avaient été « oubliées ». Il est apparu nécessaire de les aborder aussi dans le cadre de ce programme. Pour réaliser ces actions complémentaires, des financements supplémentaires ont été sollicités notamment auprès de l'ONIGC.

Bien que les aspects de qualité des pains bio soient au cœur du projet, le programme ne prévoyait pas de s'intéresser explicitement aux mycotoxines, les blés bio étant généralement peu contaminés en raison de pratiques culturales plutôt défavorables au développement des fusarioses (rotation longue, labour assez systématique, etc.). Néanmoins, il paraissait légitime de se demander si les farines de meule, fréquentes en AB, ne pouvaient pas être plus contaminées que les moutures sur cylindre. L'ONIGC a financé une étude sur la répartition du DON (déoxynivalénol) dans les différentes fractions de mouture (sur meules et cylindres) de blés contaminés en mycotoxines. Les essais ont été effectués sur deux lots de blés conventionnels contaminés en DON (Caphorn, contamination proche de la norme et Isengrain, contamination très forte) fournis par Arvalis Institut du végétal. Ces travaux ont montré qu'il semble exister une corrélation entre le taux de contamination des grains, celui des farines et le coefficient de rétention du DON dans les farines. Plus les grains sont contaminés et plus la toxine pénètre au coeur de l'amande et se retrouve dans les farines. D'autre part, pour un même taux d'extraction, il existe un léger avantage pour la mouture sur cylindres dans son action de « décontamination » des farines. Néanmoins sur des lots fortement contaminés, il ne semble guère possible d'atteindre des valeurs faibles quel que soit le procédé de mouture considéré. Ces résultats devront être confortés par des essais complémentaires.

Conclusions et perspectives

L'évaluation du projet avait mis en avant des inquiétudes du CIAB quant au management du projet.

« La collaboration entre labos INRA et ACTA, ICTA est peu précise, en dehors des transferts d'échantillons et des partages d'analyse : il faut envisager des transferts de méthodes, des formations de personnel. La plupart des tâches reposent sur des collaborations INRA – ICTA. C'est après coup que ces collaborations pourront être avérées et évaluées ». La présentation qui précède montre que les échanges entre les différentes équipes ont été fructueux. Les différents Comités ont pleinement joué leur rôle de coordination et de gestion du programme.

Il est intéressant de souligner aussi le rôle que les consommateurs ont joué dans ce programme, Alessandrin *et al.* (2009), par exemple, en font l'analyse suivante : *« Au niveau méthodologique, l'intérêt (de ce programme, ndlr) réside dans l'ouverture du dialogue entre les différents champs disciplinaires. La présence de passerelles interdisciplinaires a permis la mise en confrontation de données de différentes natures : analyse de discours, mesures hédoniques, sensorielles et instrumentales.*

Les difficultés initiales de positionnement de l'approche d'ordre socio-économique -perçue comme une intrusion des consommateurs "profanes" dans les débats de scientifiques "experts"- se sont peu à peu

estompées. La partie "consommateurs" a ainsi pu trouver une place à la fois originale et significative au sein du programme de recherche à dominante technoscientifique grâce à la présence de coordinateurs-médiateurs qui ont facilité le décloisonnement des champs disciplinaires. »

La grande moisson de résultats de ce programme ne doit pas faire oublier la fragilité de la filière blé biologique en France. Les rendements en blé restent faibles en moyenne (environ 40% du conventionnel) et très variables d'une année à l'autre. Ceci conduit à une faible rentabilité des systèmes AB en général et n'incite pas les agriculteurs à développer ce type de production. L'objectif ambitieux du Grenelle de l'environnement en matière de développement de l'AB ne pourra être atteint que si tous les acteurs de la filière se mobilisent. Un effort important doit être fait autour de la création variétale. Il est clair aujourd'hui qu'on ne peut se contenter des variétés issues de la sélection conventionnelle et que d'autres schémas de sélection doivent être développés. La production de blé de qualité passera par une meilleure nutrition azotée des plantes, ce qui va nécessiter d'intensifier les connaissances sur les légumineuses fourragères (comme engrais vert ou culture associée) et légumineuses à graines (comme précédent cultural ou culture associée).

L'organisation de la collecte est aujourd'hui peu performante en raison en particulier des faibles volumes collectés, mais les résultats du programme montrent qu'une approche qualitative partagée par les acteurs de la filière et une segmentation des lots récoltés permettraient de mieux valoriser les blés produits en AB.

Animé par des professionnels disposant de fortes motivations, le secteur dispose désormais d'une large gamme de pains répondant à la fois à des attentes en termes de santé, de plaisir, de goût, de conservation, mais aussi à des attentes pour une agriculture respectueuse de l'environnement.

La forte mobilisation de l'ensemble des acteurs autour de ce programme laisse entrevoir un travail de transposition des résultats importants à la filière blé-farine-pain AB.

En effet, le programme prévoyait une large diffusion auprès de l'ensemble des acteurs de la filière des résultats à travers un séminaire scientifique final et des publications. C'est pourquoi un forum réunissant plus de 200 participants sur le thème « Du blé au pain, le bio, une filière d'avenir » a été organisé le 6 novembre 2007 à Paris grâce à un financement complémentaire de l'ONIGC. Favoriser le dialogue entre tous les acteurs de la filière paraît extrêmement important, en particulier pour les filières longues. En effet, la filière pain AB a la particularité d'avoir à la fois des circuits courts où un seul acteur peut représenter la filière à lui seul (cas des paysans boulangers), mais aussi des circuits longs très industrialisés.

De plus, la publication des résultats dans diverses revues techniques, en cours et à venir, contribuera à la valorisation du travail auprès des acteurs de la filière.

La démarche entreprise devrait pouvoir servir de modèle à la création de filières à Haute Valeur Environnemental (HVE) (notion en cours d'élaboration, proposée par le Grenelle de l'environnement). Cette certification environnementale, basée sur des indicateurs simples de durabilité, sera mise en place par l'Etat. Cette démarche a pour but de faire le lien entre la performance environnementale des techniques de production et la demande des consommateurs. Elle vise à renforcer la confiance des consommateurs. Lors des réunions des COMOP (comités opérationnels du Grenelle de l'environnement), la référence au fonctionnement de la filière AB a été largement évoquée. Cette certification pourrait se développer grâce à des contrats pluriannuels avec la grande distribution.

C'est pourquoi il a été proposé lors du forum « pain bio » la création d'un **comité de coordination de la filière blé-farine-pain biologique**. Ce comité de liaison regroupant l'ensemble des parties prenantes de cette filière aurait pour mission de :

- Définir les priorités et coordonner les actions à mettre en œuvre ;
- Informer et organiser une rencontre annuelle réunissant l'ensemble des acteurs de la filière ;

- Mettre en place des indicateurs de durabilité pour l'ensemble des étapes de la production et de la transformation et suivre ainsi les progrès de la filière blé-farine-pain biologique.

Références bibliographiques

Abécassis J., David C., Fontaine L., Taupier-Létage B., Viaux, P., 2008. A multidisciplinary approach to improve the quality of organic wheat-bread chain. Proceedings of the 2nd Scientific conference of the International Society of Organic agricultural Research (ISOFAR), 16th IFOAM Organic World Congress, 18-20 Juin 2008, Modena, Italy, Vol 2, p. 618-621.

Alessandrin A., Desmonts M.-H., Chiron H., Ducasse M., 2009. De l'Image à la Technologie : une approche pluridisciplinaire pour l'amélioration de la qualité du pain biologique. Innovations Agronomiques 4, 203-208

Chaurand M., Rémésy C., Fardet A., Leenhardt F., Bar-L'helgouach C., Taupier-Letage B., Abécassis J., 2005. Influence du type de mouture (cylindres vs meules) sur les teneurs en minéraux des différentes fractions du grain de blé en cultures conventionnelle et biologique. Industries des céréales 142, 3-11

Fischer J., Bar-L'Helgouac'h C., Rathier F., Chiron H., 2007. État des lieux des pratiques meunières et boulangères biologiques en France. 1ère partie : La meunerie bio. Industries des céréales 154, 29-32.

Chiron H., Fischer J., 2007. État des lieux des pratiques meunières et boulangères biologiques en France. 2ième partie : Présentation générale du secteur de la boulangerie bio. Industries des céréales 155, 07-14.

Chiron H., Fischer J., 2008. État des lieux des pratiques meunières et boulangères biologiques en France. 3ième partie : Différenciation de la boulangerie bio et spécificités des pains bio. Industries des céréales 157, 10-21.

David C., Joud S., 2008. Etat des lieux de la collecte du blé biologique panifiable en France. Industries des Céréales 159, 21-25.

Du blé au pain, Le bio, une filière d'avenir, 2007. Actes du Forum Pain Bio, 6 Novembre 2007, Paris, 65 p., ITAB Editions. Disponible sur le site : www.itab.asso.fr

Fischer J., L'Helgouach C., 2008. Comment évaluer la qualité technologique d'un blé biologique : utilisation des méthodes du conventionnel au développement de tests spécifiques ? Recueil des résumés du Colloque DinABio, 19-20 Mai 2008, Montpellier, France, 89 p.

Fischer J., Bar L'Helgouac'h C., Bonnefoy M., Viaux P., Abécassis J., Taupier-Letage B., 2005. Qualité boulangère de farines obtenues sur meules et sur cylindres à partir de variétés de blé cultivées en modes biologique et conventionnel. Industries des céréales 145, 04-11.

Fontaine L., Rolland B., Bernicot M.H., 2008. Contribution to organic breeding programmes of wheat variety testing in organic farming in France. Proceedings of the 2nd Scientific conference of the International Society of Organic agricultural Research (ISOFAR), the 16th IFOAM Organic World Congress, 18-20 Juin 2008, Modena, Italy, Vol 1, p. 688-691.

Rolland B., Al Rifaï M., Bataillon P., Fontaine L., Gardet O., Oury F.X., 2008. Wheat trials networks for determining characters for organic breeding. Proceedings of the 2nd Scientific conference of the International Society of Organic agricultural Research (ISOFAR), the 16th IFOAM Organic World Congress, 18-20 Juin 2008, Modena, Italy, Vol 1, p. 692-695

Taupier-Létage B., Abécassis J., Viaux P., Fontaine L., Alessandrin A., Bar C., Bonnefoy M., Chaurand M., Chiron H., David C., Davidian J.C., Della Valle G., Desmonts M.H., Fardet A., Fischer J., Leenhardt F., Maraval G., Morel M.H., Onno B., Oury F.X., Popineau Y., Remésy C., Rolland B., Joud S., Bauer L., Chaunier I., Reguerre A.L., Voyau V., 2007. Evaluation de la qualité d'un blé panifiable en agriculture biologique et contribution à l'élaboration des qualités nutritionnelle et organoleptique des pains biologiques. Rapport final Enveloppe Recherche INRA-ACTA-ACTIA 2005-2007, 375 p.

Taupier-Létage B., Viaux P., Rémésy C., Abécassis J., Bar C., Bonnefoy M., Chaurand M., Fardet A., Fischer J., Fontaine L., Leenhardt F., Mangin M., Maraval G., 2004. 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.