

**Programme Recherche INRA-CIAB / ACTA / ACTIA 2005-2007**

*Qualités des blés biologiques et  
Qualités nutritionnelle et organoleptique des pains biologiques*



**PARTIE A : PRESENTATION DU PROGRAMME  
ET SYNTHESE GENERALE**

**Auteurs : B. Taupier-Létage (1), J. Abécassis (2), P. Viaux (3), L. Fontaine (1)**

*(1) Nom de l'organisme bénéficiaire : Institut Technique de l'Agriculture Biologique*

*Nom des responsables scientifiques : B. Taupier-Létage, L. Fontaine*

*Nom des Laboratoires : Commission Qualité et Grandes Cultures*

*Adresse : ITAB, 149 Rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12*

*(2) Nom de l'organisme bénéficiaire : Institut National de la recherche Agronomique*

*Nom du responsable scientifique : J. Abécassis*

*Nom du Laboratoire : UMR-IATE*

*Adresse : INRA, 2 Place Viala - 34060 Montpellier Cedex 1*

*(3) Nom de l'organisme bénéficiaire : Arvalis Institut du Végétal*

*Nom du responsable scientifique : P. Viaux*

*Nom du Laboratoire : Service des Etudes Economiques*

*Adresse : Arvalis Institut du végétal, 91720 Boigneville*

## SOMMAIRE

<i>SOMMAIRE</i> .....	2
<i>RESUME SIGNALÉTIQUE</i> .....	3
1) Contexte et enjeux .....	4
a) Evolution de l'agriculture biologique .....	4
b) Evolution de la production céréalière bio en France .....	4
c) Evolution de la collecte .....	5
d) Evolution de la fabrication de la farine .....	6
e) Problématique des céréales bio .....	6
2) Rappel des objectifs .....	7
a) Objectifs généraux .....	7
b) Objectifs spécifiques .....	7
3) Déroulement du programme .....	8
4) Partenaires .....	8
a) Recherche Agronomique et enseignement supérieur .....	8
b) Instituts Techniques : .....	8
Arvalis Institut du végétal et l'Institut Technique de l'Agriculture Biologique .....	8
c) Centres Techniques Agroalimentaires membres de l'ACTIA, Association de Coordination Technique pour l'Industrie Agro-Alimentaire : .....	8
ADIV, AERIAL et CTCPA .....	8
d) Autres partenaires du programme .....	8
5) Synthèse .....	9
a) Axe 1 : Valeur d'utilisation des blés produits en agriculture biologique .....	9
b) Axe 2 : Recherche en vue de l'amélioration de la qualité des pains biologiques ....	11
c) Axe 3 : Animation de la filière - Coordination du projet .....	17
6) Conclusions et perspectives .....	22
a) Conclusions .....	22
b) Perspectives .....	23
<i>SOMMAIRE PARTIE B : RAPPORT DÉTAILLÉ</i> .....	26

## RESUME SIGNALÉTIQUE

Un programme de recherche pluridisciplinaire couvrant l'ensemble de la filière blé-farine-pain biologique a été conduit pendant deux années.

Le point de départ du programme a été l'étude de la perception qu'ont des consommateurs occasionnels et réguliers, des pains biologiques, par l'intermédiaire de la méthode des focus groupes. Cela a permis d'identifier une gamme de pains susceptibles de satisfaire des consommateurs très divers.

Différentes recherches à tous les niveaux de la filière ont alors été engagées pour tenter de répondre à ces attentes :

- Au niveau de la production, il a été montré d'une part, l'importance de prendre en compte le couple variétés /teneur en protéines pour garantir aux opérateurs que le blé qu'ils achètent est panifiable, et d'autre part, l'influence prépondérante des facteurs agronomiques sur les rendements et la qualité des blés produits. Une méthodologie a été établie afin de mettre en œuvre un « référentiel blés biologiques », dans le but de fournir aux acteurs de la filière les éléments d'appréciation de la valeur boulangère des variétés de blé cultivées en agriculture biologique.
- La mise au point de diagrammes spécifiques pour chaque type de mouture sur meules et sur cylindres, a permis d'obtenir des farines de type 80 améliorées, correspondant au meilleur compromis entre le comportement meunier, la qualité technologique et la densité nutritionnelle, en accord avec les nouvelles recommandations du PNNS.
- les essais de maîtrise des paramètres de la fermentation au levain, ont permis d'optimiser le procédé de panification, notamment au levain, dans une perspective d'amélioration de la qualité sensorielle et de la densité nutritionnelle de pains biologiques.
- les analyses de la composition nutritionnelle des farines prototypes ont montré que les farines de type 80 permettent d'obtenir une teneur plus élevée en minéraux, notamment en magnésium ainsi qu'en micronutriments. Par ailleurs, il a été montré l'intérêt d'adapter le procédé de fermentation lorsqu'on utilise des fractions riches en fibres, notamment celui au levain, qui permet d'améliorer la biodisponibilité des minéraux.
- Tous ces travaux ont abouti à la réalisation d'une gamme de pains prototypes, sous forme de baguettes ou de boules. Des tests consommateurs (60 occasionnels et 60 réguliers) ont été réalisés sur 2 sites (Angers et Strasbourg). Qu'ils soient sous forme de baguettes ou de boules, les différents pains prototypes ont été bien perçus avec toutefois quelques légères différences d'appréciation entre les deux régions de tests et entre les consommateurs occasionnels et réguliers.

Le programme a de plus permis d'améliorer la connaissance des acteurs de la filière (producteurs, meuniers, boulangers), de leur typologie, de leurs attentes et leurs contraintes, ce qui devrait contribuer à optimiser la diffusion des résultats acquis.

Enfin, l'organisation d'un Forum de restitution en conclusion de ce programme devrait aider à apporter des éléments de réponse aux différentes parties prenantes et dégager les synergies à mettre en place pour accompagner le développement de la filière. Il est programmé à Paris le 6 novembre 2007.

**Mots clés :** agriculture biologique, blé panifiable, couple variétés/teneur en protéines, facteurs agronomiques, densité nutritionnelle, farines T80, fermentation au levain, qualité organoleptique, pains biologiques, tests consommateurs.

## 1) CONTEXTE ET ENJEUX

---

L'agriculture biologique se développe progressivement au niveau de la planète.

Une conférence internationale sur l'agriculture biologique et la sécurité alimentaire s'est tenue du 3 au 5 mai 2007 à Rome, organisée par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). Suite à la publication de son rapport « Agriculture biologique et sécurité alimentaire », la FAO encourage les États à intégrer l'agriculture biologique dans leurs priorités nationales. Ce rapport rappelle que l'agriculture biologique n'est plus un phénomène propre aux pays développés. En 2006, elle était pratiquée dans 120 pays sur un total de 31 millions d'hectares et représentait un marché de 40 milliards de dollars (70 milliards de dollars prévus en 2012).

### a) Evolution de l'agriculture biologique

Depuis une quinzaine d'année et sous l'impulsion de l'Union Européenne (grâce, entre autres, aux aides agri-environnementales), pratiquement tous les pays européens ont favorisé le développement de l'agriculture biologique. Les surfaces consacrées à l'agriculture biologique sont ainsi passées de quasiment zéro en 1985 à 3.4 % de la SAU à la fin 2004 dans l'UE à 25.

Il existe cependant de grandes disparités entre pays aussi bien au niveau de la production que de la consommation de produits « biologiques ». Ce sont surtout les urbains et les pays nordiques qui consomment des produits bios alors que ce sont plutôt les régions à faible potentiel pédo-climatiques qui produisent les céréales biologiques (Sud de la France, Sud de l'Italie, Espagne, etc.)

Douze pays de l'UE ont un pourcentage de la SAU nationale en bio qui est supérieur à 4%. Dans ce contexte la France est à la traîne. Avec 2% de sa SAU nationale en bio, la France occupe le dix-huitième position dans une Europe à 25.

En France, en 2006, on compte 11 640 fermes en bio occupant 552 824 ha. Par rapport à 2005, le nombre de fermes a légèrement augmenté, de 2% (11 402 fermes en 2005), alors que les surfaces ont diminué de 1.4% (560 838 ha en 2005)

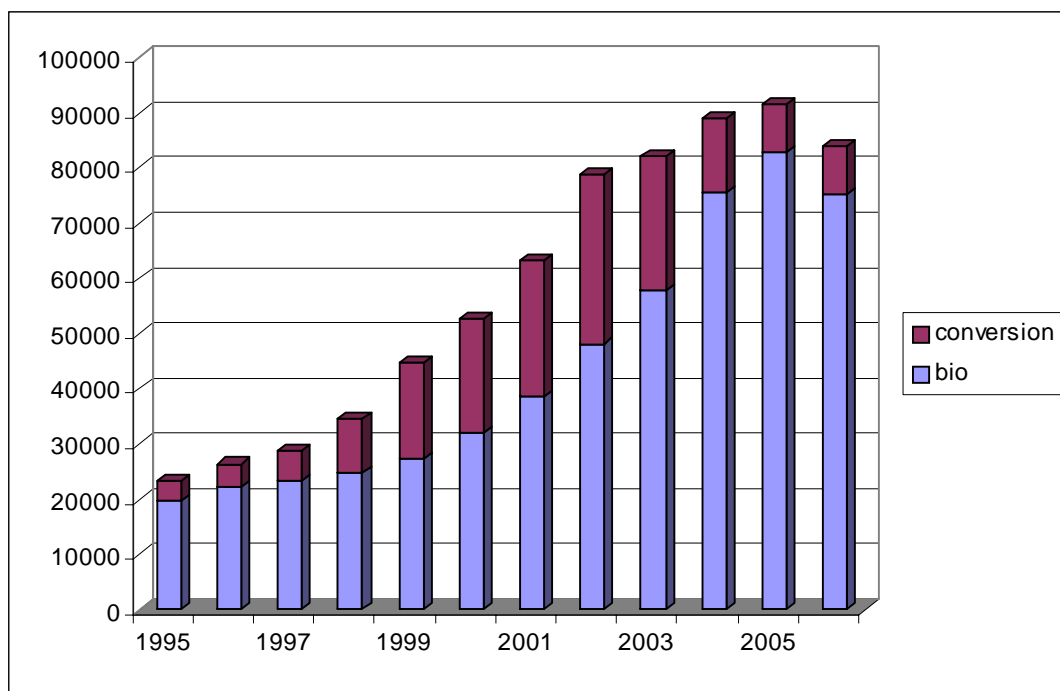
Le marché de l'agriculture biologique augmente régulièrement depuis plusieurs années. Cette tendance de fond est reflétée par l'évolution du marché des produits alimentaires bio, évalué à 1,6 milliard d'euros sur 2005. Ce marché a enregistré une augmentation moyenne de + 9,5% depuis 1999 alors que, dans le même temps, l'ensemble du marché alimentaire progressait de 3,6% par an.

### b) Evolution de la production céréalière bio en France

La production céréalière qui a régulièrement augmenté ces dernières années semble atteindre un palier. En effet, on constate une baisse de 8% des surfaces céréalières entre 2006 et 2005 (83 861 ha en 2006 contre 91 441 ha en 2005).

La production de blé tendre a aussi diminué en 2006 de 5% par rapport à 2005 (30 146 ha en 2006 contre 31 763 en 2005).

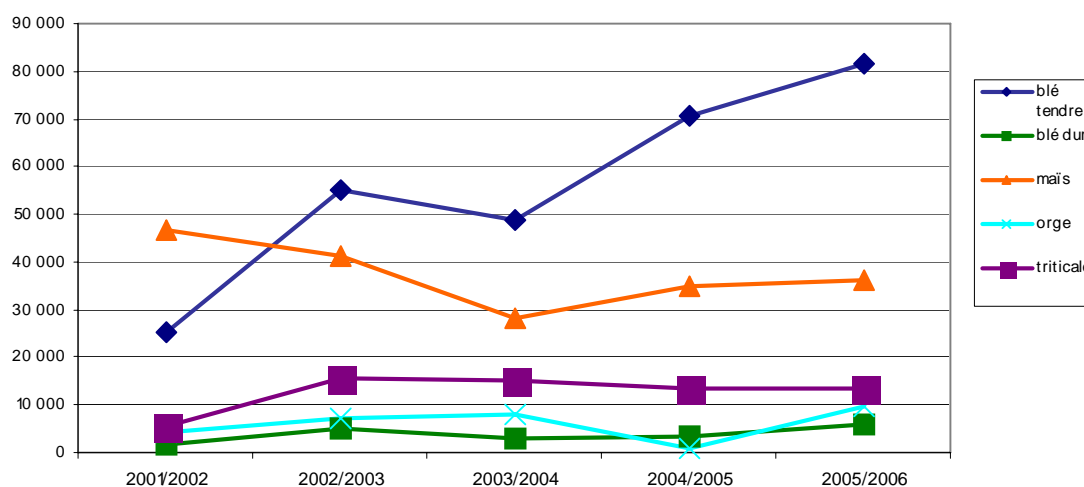
**Evolution des surfaces céréalières en France, en mode de production biologique (toutes céréales confondues). Source : ONIGC 2007**



**c) Evolution de la collecte**

Cependant, la collecte de blé tendre a continué à augmenter en 2006. Le blé tendre est la seule céréale à avoir augmenté sa collecte ces dernières années : 81 555 tonnes de blé tendre collectées pendant la campagne 2005/2006, ce qui représente une augmentation de 15% par rapport à la campagne 2004/2005 (70 169 tonnes collectées). Ceci est essentiellement dû aux conditions climatiques qui ont favorisé les rendements.

**Evolution de la collecte pour les différentes céréales cultivées selon le mode biologique (bio + conversion) (en tonnes)**



Source ONIGC 2007

#### d) Evolution de la fabrication de la farine

Durant la campagne 2005/2006, 49 169 tonnes de blé tendre bio ont été écrasées (en augmentation de 7% par rapport à 2004/2005).

Les ventes de farines pour les diverses utilisations ont été de 47 599 tonnes en 2005/2006. Elles ont augmentées de 8.7% par rapport à la campagne 2004/2005 (43 805 tonnes).

Pour la panification, Les ventes de farines sont en croissance régulière, avec une augmentation d'environ 2 000 tonnes entre les deux campagnes.

#### Ventes de farine pour la panification:

En tonne	Sorties de la farine	2004/2005	2005/2006
Panification (boulangerie, pâtisserie artisanale et industrielle, atelier de boulangerie, grandes surfaces)		18 576	20 505
<i>dont boulangerie et pâtisserie artisanale</i>		11 559	11 994
<i>dont boulangerie et pâtisserie industrielle</i>		2 525	2 692
<i>dont ateliers de boulangerie en GMS</i>		4 459	5 791
<i>dont secteur public (hôpitaux, armée, prisons, écoles...)</i>		33	29

Source : ONIGC 2007

#### e) Problématique des céréales bio

On constate qu'actuellement la plupart des transactions entre producteurs de blé, organismes collecteurs et meuniers repose sur la mesure de la teneur en protéines d'un échantillon, que ce soit pour l'aptitude à la panification ou pour le choix entre alimentation humaine et animale. Cet indicateur, largement utilisé pour le classement des blés, ne peut être utilisé seul en AB pour plusieurs raisons :

- d'une part, parce que les teneurs en protéines des blés sont globalement plus faibles qu'en agriculture conventionnelle et que l'on dispose de peu de références en la matière (plages de teneurs en protéines non explorées en conventionnel),
- d'autre part, parce que des premiers travaux ont montré que la teneur en protéines des blés biologiques est mal corrélée avec les notes de panification et que l'extrapolation à l'agriculture biologique de résultats observés en conventionnel n'est pas vérifiée pour certaines variétés.

La consommation de pain plus complet a fait l'objet d'une recommandation dans le Programme National Nutrition Santé. C'est pourquoi il semble souhaitable de réorienter la production de la filière vers des produits autres que le pain blanc, notamment en développant les farines bisées de type 80 ; il semble logique d'intégrer les blés biologiques à ce mouvement.

Une étude spécifique des conditions de mouture et de panification est à engager pour chercher à découpler l'enrichissement en micronutriments des farines, de leur taux d'amidon endommagé et si possible de leur teneur en fibres. Une telle approche semble aujourd'hui souhaitable si l'on veut promouvoir la consommation de pains riches en micronutriments et en fibres auprès de clients qui restent demandeurs de pains suffisamment développés et à texture de mie relativement légère. Cette approche devrait se faire conjointement avec une démarche d'étude et de compréhension du comportement des consommateurs en vue de développer des produits répondant mieux à leurs attentes.

## 2) RAPPEL DES OBJECTIFS

---

### a) Objectifs généraux

Les principaux points visés par ce programme étaient :

- 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.
- Préciser les attentes des consommateurs pour les produits de panification issus de l'agriculture biologique de manière à identifier les principaux critères pertinents
- 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.

Ce projet visait à développer une approche globale pluridisciplinaire pour rechercher des réponses adaptées en tenant compte de l'ensemble des contraintes et des attentes et plus particulièrement :

- mieux évaluer l'impact du niveau de nutrition azotée et soufrée sur la qualité boulangère des variétés de blés qui y sont le plus sensibles,
- disposer d'un ou plusieurs indicateurs simples et accessibles, de façon à pouvoir apprécier le potentiel boulanger d'un échantillon (souhait de la partie amont de la filière)
- élaborer et mettre en place une méthodologie permettant d'évaluer le potentiel qualité d'une variété lorsqu'elle arrive sur le marché de l'agriculture biologique,
- améliorer les connaissances sur la qualité des protéines de blés biologiques, afin de mieux comprendre les résultats observés.

### b) Objectifs spécifiques

**Trois axes principaux ont été proposés.**

Le travail de l'Axe 1 consistait à 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).

Le travail de l'Axe 2 concernait l'amélioration de 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 pain sur la qualité des produits finis.

L'axe 3 consistait à contribuer à structurer la filière autour des problèmes rencontrés. En effet, la multiplicité des questions posées au sein de la filière pain biologique a conduit le comité de préparation du projet à s'engager dans une démarche pluridisciplinaire pour permettre de véritables échanges entre les différentes parties prenantes de ce projet.

### 3) DEROULEMENT DU PROGRAMME

---

Le programme a démarré avec un peu de retard, pour des raisons administratives, fin mars 2005, par un séminaire de lancement, à Paris.

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), qui s'est réuni régulièrement tout au long du programme.
- Un Comité de Pilotage du programme, qui a participé aux trois séminaires (lancement, intermédiaire et final). Il représentait l'ensemble des acteurs de la filière, de la semence 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 fonctionné sur des problématiques plus précises : choix du test de panification, élaboration des pains prototypes, panification adaptée à l'agriculture biologique, choix variétaux, ...

Deux actions ont été conduites en parallèle du programme initial et financées en partie par l'ONIGC, pour compléter les connaissances : « Comparaison des tests de panification normalisé et Tradition Française » et « Connaissance des organismes stockeurs et relations avec la meunerie ».

### 4) PARTENAIRES

---

Les partenaires du programme étaient très diversifiés, provenant de la recherche, de l'enseignement, des ICTA et ICTIA, du développement et de la profession.

#### a) Recherche Agronomique et enseignement supérieur

Plusieurs unités de recherche de l'INRA ont participé au programme : IATE, BIA MC2, U3M, AdPBV, B&PMP, ASP, URPVI, ainsi que l'ISARA et l'ENITIAA

#### b) Instituts Techniques :

Arvalis Institut du végétal et l'Institut Technique de l'Agriculture Biologique

#### c) Centres Techniques Agroalimentaires membres de l'ACTIA, Association de Coordination Technique pour l'Industrie Agro-Alimentaire :

ADIV, AERIAL et CTCPA

#### d) Autres partenaires du programme

Structures d'expérimentation et de développement, coopératives agricoles et entreprises privées : CREAB, GAB Ile de France, ENSMIC, Cap Bio, AgibioUnion, Terrena, Unibio, Biofournil



## 5) SYNTHÈSE

---

La synthèse est présentée axe par axe, pour rester fidèle aux travaux réalisés. Les relations existantes entre les différents axes et les différentes tâches sont reprises au cours de la synthèse.

### a) **Axe 1 : Valeur d'utilisation des blés produits en agriculture biologique**

Cet axe avait pour objectif d'apporter des éléments de réponse aux questions suivantes, posées par l'amont de la filière :

- disposer d'un ou plusieurs indicateurs simples et accessibles, de façon à pouvoir apprécier le potentiel boulanger d'un échantillon (pour le producteur, l'organisme stockeur, le meunier),
- élaborer et mettre en place une méthodologie permettant d'évaluer le potentiel qualité d'une variété lorsqu'elle arrive sur le marché de l'agriculture biologique,

Pour y répondre, le travail de l'Axe 1 a consisté à 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. Pour cela, les données agronomiques, technologiques et nutritionnelles relatives à une centaine d'échantillons, représentant une dizaine de variétés, ont été rassemblées, compilées et analysées. Cette analyse visait à évaluer les facteurs qui influencent le plus la qualité boulangère des blés biologiques, et à identifier les indicateurs les plus pertinents pour prévoir la qualité boulangère d'un blé biologique. En parallèle, une étude était menée pour mettre en adéquation les critères de sélection de lignées de blé panifiable adaptées à l'agriculture biologique.

Très peu de références sont disponibles sur la qualité boulangère des variétés cultivées en agriculture biologique en fonction des facteurs du milieu où elles ont été cultivées. C'est pourquoi la première tâche de l'Axe 1 a consisté en la mise en œuvre d'une base de données croisant données agronomiques et génétiques avec des données technologiques classiques (Tâche 1).

Plus de 100 échantillons de blé (une cinquantaine chaque année du programme) issus du réseau de criblage variétal des blés biologiques coordonné par l'ITAB ont ainsi été caractérisés d'un point de vue agronomique (conditions de sol et climat, historique de la parcelle, itinéraire technique), technologique (teneur en protéines, PS, indice de zélény, alvéographe de Chopin, test de panification, gluten index et gluten humide, Profilblé®) et nutritionnel (en lien avec l'Axe 2 Tâche 4).

Au préalable, une réflexion a été menée (cf. Tâche 3) afin de déterminer le test de panification le plus pertinent à appliquer pour caractériser les échantillons. Suite à la réunion d'un groupe d'experts, le test normalisé NF V03-716 (dit BIPEA) a été retenu. En effet, il permet de bien discriminer le potentiel boulanger des variétés, autrement dit de les classer les unes par rapport aux autres et de créer ainsi un référentiel.

Il convient de bien préciser que l'objectif ici est de classer ou cribler les variétés, et non de rechercher les caractéristiques technologiques répondant le mieux aux types de panification les plus pratiquées dans la filière biologique. La réflexion sur ce sujet est menée dans le cadre de l'axe 3 : pistes pour la définition d'un test de panification spécifique « bio ».

En parallèle, des échantillons de blé issus du programme de sélection faible intrant/agriculture biologique de l'INRA ont été caractérisés de manière identique (Tâche 2). L'objectif était de mettre en adéquation les critères de sélection avec les indicateurs de bonne qualité boulangère, de façon à sélectionner des lignées ayant un potentiel boulanger suffisant pour répondre aux spécificités du marché « bio ».

Les génotypes ont de plus été comparés pour de nombreux caractères agronomiques, adaptés aux conditions de l'agriculture biologique : hauteur, pouvoir couvrant, sensibilité aux maladies, précocité, rendement, PS, teneur en protéines. Il en ressort une proposition sur la hiérarchisation des caractères pour le classement du matériel végétal mieux adapté aux contraintes spécifiques à l'AB.

S'ajoutant aux trois années antérieures d'essais, les deux campagnes du programme pain bio ont permis à l'INRA, en partenariat avec l'ITAB, de constituer une base de données qui commence à être très intéressante pour étudier le comportement des variétés de blé tendre en agriculture biologique et appuyer la définition de critères de sélection pertinents.

A noter que par ailleurs, la sélection « faibles intrants » peut permettre en première approche de sortir des lignées intéressantes pour l'agriculture biologique (conclusion du programme de sélection).

Enfin, la quatrième tâche de l'axe 1 a consisté à rassembler les résultats des trois autres tâches pour les interpréter pour, d'une part, évaluer les facteurs qui influencent le plus la qualité boulangère des blés biologiques et, d'autre part, définir une méthodologie pour prévoir la qualité boulangère d'un blé biologique.

Pour cela, sur la base des données issues des tâches précédentes, une étude statistique des interactions entre les différents facteurs et leur influence sur la valeur boulangère a été réalisée.

Il en ressort que l'utilisation d'un seuil unique de teneur en protéines pour toutes les variétés de blé confondues (pratique largement répandue lors de transactions commerciales) est inadaptée. La teneur en protéines doit être considérée simplement comme un premier indicateur. La forte variabilité variétale constatée par ailleurs sur les relations Teneur en protéines/W et Teneur en protéines/note de panification pousse à considérer plutôt le couple variété-teneur en protéines.

La seconde conclusion est qu'actuellement, le test de panification ne peut pas être remplacé par des analyses plus simples. Par contre, il ressort que la force boulangère (W, mesuré à l'alvéographe Chopin) et la teneur en protéines sont des facteurs prédictifs de la valeur boulangère (évaluée par le NF V03-716), pas tant pour leur corrélation –moyenne- avec cette dernière que par le fait que la filière est habituée à utiliser ces critères en conventionnel (notion de référence). La réalisation de tests de panification en laboratoire reste donc incontournable mais une bonne organisation et la diffusion de la connaissance des variétés (par la création d'un référentiel « bio ») peut aider à limiter leur réalisation.

Enfin, l'étude conclut que l'influence des facteurs agronomiques est prépondérante ; c'est pourquoi il est très important de connaître à la fois les potentialités agronomiques et technologiques des variétés (interactions génotype/environnement) pour pouvoir recommander les conditions optimales de leur utilisation. Plus précisément l'étude statistique a permis de confirmer (et quantifier) : 1 – L'influence du type de sol sur le potentiel de rendement et la teneur en protéines (Limoneux profond > Argilo-calcaire superficiels), 2 – L'influence du système d'exploitation sur le potentiel de rendement (Polyculture-élevage > Grandes cultures), 3 - Le précédent luzerne/prairie a le plus fort impact sur les analyses technologiques (teneurs en protéines, gluten humide, W, G).

Concrètement, le travail conduit dans cet axe a abouti à faire les propositions suivantes :

1°/ La poursuite de l'acquisition de données sur le comportement technologique des variétés cultivées en agriculture biologique pour créer un « référentiel blés bio » qui croiserait les données génétiques, agronomiques et technologiques (création grâce au programme d'une base de données « blés bio », soutenue financièrement en 2006 et 2007 par l'ONIGC).

2°/ La valorisation de ces données et leur diffusion large auprès des meuniers, opérateurs économiques et producteurs. Ceci pourrait se faire sous forme de grilles de détermination du potentiel boulanger d'une variété donnée et la publication d'un recueil de fiches variétales relatives à la qualité boulangère des blés cultivés en agriculture biologique. La publication de premières fiches variétales est visée pour l'automne 2007.

Il s'agit de fournir aux opérateurs de terrain (agriculteurs, organismes stockeurs, meuniers, etc.) les moyens de pouvoir estimer la qualité boulangère d'un lot d'une variété de blé donnée, le recours systématique au test de panification étant impossible.

## **b) Axe 2 : Recherche en vue de l'amélioration de la qualité des pains biologiques**

L'objet de cette partie du travail était de mesurer l'impact des différentes étapes de la production et de la transformation des grains en farines et en pain sur la qualité des produits finis. Seules quelques actions prioritaires pouvant être étudiées dans la durée compatible avec le projet et de manière à dégager des conclusions claires à l'issue du programme ont été conduites.

### **1 Analyse fine de l'accumulation et de la répartition de N et S dans la plante et étude de ces conséquences sur la composition du grain et des farines.**

L'objectif de la tâche était d'étudier l'effet de la disponibilité de l'azote et du soufre apportés, sur l'élaboration de la qualité du blé tendre en culture biologique. L'étude a été menée en plein champ (à la station ARVALIS d'Ouzouer-le-Marché), avec trois variétés (Caphorn, Renan, Cézanne) au cours de deux campagnes (2005, 2006). Nous avons étudié l'influence des apports combinés ou non d'intrants azotés (plumes hydrolysées) et de soufre minéral (soufre élémentaire micronisé) sur i) l'état physiologique des plantes après floraison, ii) la dynamique de croissance des grains, et iii) la qualité agronomique et boulangère de la récolte. Une attention particulière a été apportée à la dynamique d'accumulation de l'azote et au statut du soufre, dans le grain en cours de formation.

Les expérimentations conduites sur les deux années ont fortement souffert de stress hydrique et par conséquent de stress azoté.

Dans ces conditions particulières, l'apport de soufre élémentaire micronisé à la floraison a eu un impact limité sur la teneur en protéines des grains (gain de 0,2 à 0,3%). Aucun effet n'a été observé sur i) la composition qualitative des protéines, ii) la qualité boulangère des farines. Malgré une teneur en protéine faible (<8%), la qualité boulangère reste satisfaisante. Le rapport N/S des grains était inférieur à ce qui est généralement observé en agriculture conventionnelle (8-12 versus 14-15). Compte tenu du fort déficit en azote assimilable par les plantes dans le sol, le soufre apporté s'est très certainement retrouvé en quantité suffisante, voire excessive. Le faible ratio N/S pourrait entraîner une synthèse préférentielle de protéines de réserve riches en soufre (gluténines de faible poids moléculaire), favorables à la qualité boulangère et notamment à l'extensibilité de la pâte. L'absence de témoins produits selon des conditions agronomiques plus contrastées ne permet pas de conclure sur ce point.

En agriculture biologique et en condition d'apport azoté limitant (faible minéralisation des intrants), la disponibilité en soufre a un impact mineur sur le rendement, la teneur en protéine du grain et la qualité boulangère. La question de l'impact favorable des apports de soufre foliaires à la floraison reste cependant posée lorsque la disponibilité en azote est assurée.

## 2 Effet des procédés de fractionnement sur la qualité

Traditionnellement, les produits de la filière AB sont transformés en farines à l'aide d'un procédé utilisant des meules de pierre.

Comparativement à un procédé utilisant des appareils à cylindres, les farines de meules se caractérisent par des teneurs en matières minérales, des teneurs en fibres et des taux d'amidon endommagé plus élevés tandis que le volume du pain est nettement plus faible.

L'objet de ce travail visait à élargir la palette de production de farines en s'intéressant à des farines de composition variable en fibres, en amidon endommagé, comme de granulométrie différente.

Ce travail s'est effectué en trois étapes :

Une première étape a permis de mesurer l'impact du type de mouture, cylindres ou meules, ainsi que l'influence de différents paramètres de mouture (conditionnement, décorticage, micronisation, granulométrie) sur la qualité technologique des farines fabriquées à partir de blés issus de l'agriculture biologique. Ce travail a permis de repérer pour chaque type de mouture, des diagrammes conduisant à une farine « améliorée » (farines correspondant au meilleur compromis tant sur le comportement meunier, qu'en panification et densité nutritionnelle). Ces farines étant utilisées pour la panification des « pains prototypes ».

Une deuxième étape a permis de vérifier la faisabilité de tels diagrammes et d'alimenter les boulangers en farine pour définir un protocole de panification des futurs « pains prototypes ».

Une dernière et troisième étape a permis d'effectuer une transposition industrielle des résultats, en reprenant les diagrammes de mouture qualifiés pour produire les farines des « pains prototypes ». Il s'agissait d'une étape de faisabilité sur site industriel, tant au niveau meunier que boulanger, qui a débouché sur une étude consommateur des différents pains fabriqués.

L'élaboration de ces farines a permis d'obtenir une large palette de farines, sur les critères impliquant la valeur meunière comme le rendement, la teneur en matières minérales, la granulométrie mais aussi la densité nutritionnelle (teneur en phytates) et la qualité technologique.

On peut noter l'influence de la variété, du type de mouture, en interaction ou non avec différents paramètres de mouture comme la micronisation, le décorticage, le conditionnement.

Au terme de ce travail il est important de noter quelques résultats intéressants :

- Les taux d'amidon endommagé sont significativement plus élevés sur les farines de meule par rapport à celles de cylindre.
- Une richesse en fibres, en phytates plus marquée pour les produits issus de la meule, même s'il est possible de gommer ces différences en introduisant des produits périphériques micronisés sur la mouture cylindre.
- La grande flexibilité de la mouture sur cylindre permet de découpler tous les paramètres pouvant influencer sur la valeur nutritionnelle et les propriétés fonctionnelles des farines, taux d'amidon endommagé, teneur en fibres, teneur en minéraux ainsi que la granulométrie des produits.
- Dans ce contexte, les meilleurs résultats ont été obtenus grâce à la micronisation d'une partie des sons, résultats à confirmer avec les essais de panification et les tests consommateurs sur les pains prototypes (Cf. 5.2.6.)
- Sur mouture meule, le décorticage permet d'éliminer des fibres, ce qui est favorable à la qualité organoleptique des pains, alors que le potentiel nutritionnel et, selon le taux de décorticage, le rendement meunier restent relativement préservés.

- Un rôle de décontamination des produits de mouture par élimination des tissus les plus périphériques est également à souligner pour le décorticage, mais cela est aussi valable pour la mouture cylindre.

La réalisation sur sites industriels de ces différents diagrammes de mouture démontre que la transposition industrielle peut s'effectuer avec peu de modification sur les équipements actuels.

### **3 Effets du procédé de panification sur la qualité des pains bios**

La majorité des pains biologiques actuels sont au levain le plus souvent traditionnel. Les caractéristiques de celui-ci et sa maîtrise influencent directement la qualité du produit fini.

Les objectifs de ce travail étaient les suivants :

- Etudier l'impact de certains paramètres liés à la matière première (blé) ou à sa première transformation (mouture), sur les différentes étapes du procédé de panification (pétrissage, paramètres de fermentation).
- Optimiser le procédé de panification, notamment au levain, dans une perspective d'amélioration de la qualité sensorielle et de la densité nutritionnelle de pains biologiques.
- Evaluer l'intérêt sur le plan nutritionnel et organoleptique d'un procédé de fermentation au levain sur farine intégrale

Pour ce faire, l'étude a été réalisée en 3 parties :

- A – Etude de l'influence du paramètre farine sur l'étape de fermentation
- B - Analyses physico-chimiques de pains issus des tâches 2/T6 et 3/T3
- C - Amélioration de la qualité nutritionnelle des pains (influence de l'étape fermentaire) en relation avec A2/T4

Principaux résultats :

- 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 amidons endommagés des farines. Un effet variété a également été observé sur ces mêmes activités. La variété Renan favoriserait l'activité fermentaire des flores du levain.
- Une analyse des caractéristiques physicochimiques (pH, acidité, acides organiques) de pains au levain du commerce et de différents producteurs permet d'observer la 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 l'hydratation du levain. La biodisponibilité des éléments minéraux Magnésium et Zinc sera augmentée avec l'acidité de la pâte. Dans le cas des pains au levain, la limite de cet effet réside dans l'acceptabilité de l'acidité des pains par le consommateur.

Cependant ces conditions de fermentation optimisée nécessitent des adaptations au niveau des boulangers.

#### 4 Valeur nutritionnelle du pain biologique

Les deux critères majeurs pour déterminer la qualité nutritionnelle du pain concernent la densité nutritionnelle et l'index glycémique

Différentes actions ont été conduites pour améliorer la densité nutritionnelle :

- Analyse de la densité minérale des blés, des caractéristiques des farines et des fractions de mouture fournies par l'UTCA de Montpellier et impact des fermentations au levain sur la bioaccessibilité des minéraux.
- Recherche de diverses solutions possibles pour l'obtention de pains confectionnés avec des farines de type 80.
- Etude des conditions qui permettent de mieux fermenter des fractions riches en fibres, (en particulier pour accroître la biodisponibilité des minéraux), car c'est l'utilisation de ces fractions qui permet d'augmenter la densité nutritionnelle du pain.

Synthèse des résultats :

- La nature des variétés a une influence peu importante sur la densité nutritionnelle des farines par rapport à celle, majeure, exercée par les procédés de fractionnement.
- Concernant les moutures expérimentales, la mouture sur meules permet d'accroître sensiblement les teneurs en magnésium des farines en comparaison de la mouture sur cylindres.
- Pour obtenir des farines T80, avec des cylindres, classiquement, on ajoute des remoulages ou des sons, micronisés ou non. Deux procédés originaux ont été testés avec adaptation de la méthode de panification :
  - o Incorporation de blé concassé à la meule de pierre ou d'une boulange issue du 1er broyage sur cylindres (qualifiée de B1)
  - o Utilisation de semoules vêtues : des fragments de téguments externes restent adhérents à certaines semoules dites « vêtues » ce qui augmente leur teneur en fibres, minéraux et vitamines.

Pour ces procédés, il est important de faire subir aux fractions riches en fibres (blé concassé, son) une fermentation préalable en milieu très hydraté avant leur utilisation en panification ; ceci permet de disposer de pains avec des fibres mieux hydratées et d'assurer une meilleure bio disponibilité des minéraux.

Parmi plusieurs levains testés, le levain naturel de blé concassé a été sélectionné pour l'optimisation du procédé de fermentation. Il s'agissait de maîtriser l'impact respectif du taux d'hydratation, de la température et de la durée de fermentation lors de la préparation du levain qui sera directement incorporé à la pâte.

La solubilité du Mg augmente de façon importante avec la température et la durée de fermentation du levain.

Pour résumer, la manière de confectionner les farines de type 80 ne revêt pas une influence nette sur la qualité nutritionnelle du pain. L'essentiel semble d'une part de disposer de farines au moins de type 80 et d'adapter le procédé de fermentation lorsqu'on utilise des fractions riches en fibres.

Concernant l'index glycémique, l'utilisation de farines intégrales broyées grossièrement ou de semoules, associé à un pétrissage très modéré aboutit à une bonne conservation des grains d'amidon. Ce qui favorise un index glycémique amélioré.

## 5 Valeur sensorielle du pain biologique et outils de caractérisation objective

Les pains biologiques doivent, comme tout produit alimentaire répondre aux goûts du consommateur, et disposer de propriétés organoleptiques satisfaisantes, ce qui requiert une évaluation sensorielle. La valeur sensorielle de pains bio a été établie et sa qualité globale appréciée par un ensemble de méthodes instrumentales (texture (moelleux/ croustillant), imagerie 2D (alvéolation, finesse, taille moyenne), perméabilité à différents gaz et propriétés mécaniques (compression, relaxation) sous conditionnement (incluant le rassissement sur trois jours).

A partir de ces premiers résultats, des pains « prototypes » ont été préparés pour des tests de dégustation, plus simples que l'évaluation sensorielle complète réalisée, afin d'orienter le choix des pains faisant l'objet de l'analyse consommateur (T6) sur la base de la confrontation de ces résultats avec ceux issus des tests nutritionnels (T4).

Les résultats obtenus concernent la mise au point des méthodes de mesure sur des pains types ayant fait l'objet d'une caractérisation sensorielle après étude de profil (T6) : volume spécifique (pain, mie), évaluation de l'alvéolage (imagerie +ACP), propriétés mécaniques de la mie (compression, relaxation). La mesure des propriétés physiques de pains élaborés avec les farines expérimentales (T2) est en relation avec la structure et le procédé.

### ◆ Comportement de la pâte

L'approche du comportement rhéologique de la pâte en grandes déformations par compression uniaxiale lubrifiée a permis de quantifier le comportement rhéologique de farines biologiques (indice de consistance, indice de rhéodurcissement et indice d'écoulement) et ainsi de les différencier.

L'influence du procédé de mouture sur le comportement rhéologique des pâtes a ainsi été mis en évidence. En effet, pour une même teneur en eau, les farines de meules donnent des pâtes ayant une viscosité significativement plus importante que des pâtes fabriquées avec de la farine de cylindres.

### ◆ Propriétés mécaniques de la mie

Les mesures de compression/relaxation sur la mie de pain (effectuées sur machine universelle d'essai de matériaux) ont pour but de caractériser sa texture par ses propriétés mécaniques.

Une méthode de mesure a été mise au point afin de préciser les critères à retenir pour discriminer correctement les produits, et obtenir les meilleures corrélations entre les valeurs du module de Young de la mie (mesure de « rigidité » de la mie) et les classements sensoriels.

### ◆ Mesure de la perméabilité

Les perméabilités mesurées ne permettent pas de différencier les deux procédés de mouture, bien qu'elles semblent anti-corrélées à la masse volumique des mies, notamment pour les mies les plus denses présentant un coefficient de perméabilité faible (< 200 D), opposé à celui de la farine C (> 310D), de densité plus faible (123 g/cm<sup>3</sup>, cf. tableau 4).

### ◆ Analyse d'images

L'appréciation visuelle constitue l'un des principaux critères d'évaluation de la qualité des produits de panification par le consommateur. Le but de l'analyse d'images est de mettre au point une méthode objective de classification de pains biologiques, en fonction de la finesse et de l'hétérogénéité de leurs alvéoles.

Les mies homogènes (arrangement d'alvéoles de taille moyenne) s'opposent aux mies plus hétérogènes caractérisées par la présence d'alvéoles de plus grandes et plus petites tailles. A la différence de l'analyse d'images, l'approche sensorielle de l'alvéolage n'a permis que la discrimination des produits extrêmes.

◆ Test de panification normalisé

Le test de panification BIPEA ne met en évidence que très peu de différence d'alvéolage entre les pains étudiés. Le procédé de panification impacte donc davantage la texture que la matière première farine. Si l'impact des moutures sur le comportement en panification a ainsi pu être mis en évidence, en revanche, l'application du protocole BIPEA a conduit à des densités trop faibles pour conduire à des caractéristiques de texture très différentes. Des recommandations ont donc été émises pour la mise en œuvre d'essais de panification intégrant les spécificités matières premières et diagrammes proches des pratiques boulangères bio, afin que celui-ci ne masque pas les différences liées aux farines

Les analyses sensorielles ont pu être comparées aux mesures physiques et ont montré une bonne aptitude de ces dernières (compression, analyses d'image des mies) à décrire la texture. Les méthodes de caractérisation mécaniques et sensorielles permettent une discrimination globalement satisfaisante des produits entre eux. L'approche sensorielle permet une discrimination plus nette au premier jour de l'analyse par contre l'approche instrumentale met mieux en évidence les effets du rassissement.

## 6 Perception des consommateurs

**Une première étape** a consisté à évaluer la compatibilité entre la perception qu'ont les consommateurs des différents types pains issus de l'Agriculture Biologique (AB) et les caractéristiques techniques et commerciales de l'offre actuelle.

Plusieurs focus groupes d'une dizaine de personnes ont été organisés, comportant des consommateurs réguliers ou occasionnels.

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 d'environnement et d'éthique.

Les critiques et améliorations souhaitées portent sur les dimensions de la qualité suivantes :

- le goût : « *qui dit bio ne dit pas forcément bon, trop lourd, trop acide* »
- la conservation, la diététique
- le prix trop élevé : « *c'est un produit de luxe* »
- la faible diffusion en boulangerie artisanale.

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



L'offre de pain biologique actuelle ne répond pas aux attentes des consommateurs occasionnels en matière de goût, de convivialité, de diffusion dans les circuits commerciaux existants et d'informations nutritionnelles.

**Une deuxième étape** a consisté à définir des prototypes de pains issus de l'AB bien perçus des consommateurs et d'en déterminer les voies de positionnement potentiel avec les caractéristiques suivantes :

- La méthode des tests hédoniques a été retenue pour le recueil des préférences sensorielles des consommateurs.
- L'échantillon comprend 122 consommateurs répartis sur deux sites géographiques (Est : Strasbourg / Ouest : Angers) ; il respecte la parité imposée en terme de consommation de pain biologique entre réguliers et occasionnels.
- Trois baguettes de farine de cylindre (un témoin T65 et deux baguettes prototypes T80) et trois boules de farine de meule (un témoin T80 et deux prototypes T80 et T110) ont été proposés pour les tests consommateurs.

Tous les prototypes de pains biologiques testés sont bien perçus des consommateurs.

Les baguettes sont légèrement mieux appréciées à Angers qu'à Strasbourg surtout au niveau organoleptique. De même les baguettes sont préférées aux boules ; ce phénomène est surtout marqué à Angers et pour le groupe des occasionnels.

Des propositions d'amélioration de l'offre de pain biologique ont été faites selon les quatre optiques de développement suivantes :

- L'optique authenticité : respect du produit
- L'optique technologique: maîtrise technologique
- L'optique marché : optimisation des qualités nutritionnelles
- L'optique marché : excellence gastronomique, diversification

### **c) Axe 3 : Animation de la filière - Coordination du projet**

L'objectif premier de cet axe était de mieux connaître les différents acteurs de cette filière blé pain biologique, au niveau des producteurs, des meuniers et des boulangers. Le second objectif était de faire un point sur l'état des techniques dans des secteurs de production mal connus et de faire ressortir les questions techniques que se posent les professionnels de la filière. Cet axe recouvrait également la coordination proprement dite du programme de recherche, notamment les échanges –indispensables- entre chaque axe et entre tâches.

#### **1 Connaissance des pratiques agronomiques et des pratiques de collecte biologiques dans deux bassins de production**

Un des enjeux principaux de la filière pain biologique est d'adapter les conditions de production de la culture de blé aux caractéristiques pédo-climatiques des bassins d'approvisionnement. Pour ce faire, il convient de mieux définir l'incidence des conditions de production sur les performances du blé tendre biologique en termes de productivité mais aussi de teneurs en protéines. L'objectif de cette action de recherche-développement était d'identifier les conditions agronomiques assurant l'optimisation du couple rendement/teneur en protéines à l'échelle de l'exploitation mais aussi du bassin de collecte.

Cette action avait pour objectifs de (i) juger de l'incidence du système de production sur les performances du blé tendre biologique, et (ii) d'identifier les techniques ou combinaison de techniques qui permettent d'améliorer les performances du blé tendre biologique au sein de chaque système de production.

◆ Une remise en cause de certaines pratiques culturales

Les pratiques de fertilisation de printemps des céréaliers biologiques sont régulièrement caractérisées par des apports réduits de l'ordre de 60 à 80 Unités N.ha<sup>-1</sup>, expliquées par le prix encore élevé de l'engrais organique. Toutefois, notre travail montre que certaines stratégies d'apport dont la dose est comprise entre 90 et 150 Unités N.ha<sup>-1</sup> peuvent s'avérer rentables dans les conditions où les facteurs limitants majeurs sont contrôlés (dont principalement la maîtrise des adventices et le contrôle des conditions hydriques pendant et après l'apport). Cette action qualité met en évidence le risque causé par la spécialisation des systèmes céréaliers biologiques (dominance de la culture de blé, réduction de la diversité et de la durée de la rotation, disparition des cultures fourragères). En effet, la disparition des légumineuses fourragères au sein de la rotation conduit à une dégradation de la nutrition azotée et, dans certains cas, à une augmentation de la flore adventice vivace et/ou dominante limitant les performances. De plus, la présence d'un élevage sur l'exploitation ou à proximité conduit à assurer un approvisionnement régulier en amendements organiques et à diversifier la rotation notamment par le développement de cultures fourragères.

◆ La recherche d'un optimum technique à adapter en fonction du système de culture

**Des combinaisons gagnantes**

Cette action qualité a permis de mettre en évidence qu'aucune combinaison de techniques culturales n'est gagnante quelles que soient les conditions d'application (type de sol et de climat). Toutefois, certaines combinaisons conduisent en moyenne à de meilleurs résultats :

- La combinaison de précédents riches et/ou d'apports d'amendements à l'automne avec la mise en place de variétés améliorantes conduit à de bonnes performances agronomiques et économiques.
- La combinaison des modes d'apport à l'automne et au printemps associé ou non à des précédents riches conduit en moyenne à de meilleurs résultats que les apports uniques à l'automne ou au printemps,
- La pratique d'irrigation est valorisée uniquement si les autres conditions agronomiques sont parfaitement contrôlées (notamment la maîtrise des adventices et de la nutrition azotée),

## **Des pratiques à risque**

L'absence de techniques curatives telles que les apports d'azote en complément et/ou le désherbage des cultures sont parfois l'illustration de bonnes conditions de développement. Les performances agronomiques reposent alors sur l'équilibre de la rotation et sur la gestion à long terme des adventices et de la fertilité du sol. Toutefois, certains systèmes extensifs, peu suivis dans la durée (exploitations diversifiées dont le temps affecté à la sole céréalière est très limitée), obtiennent en moyenne de moins bons résultats.

Les semis précoces, traditionnellement préconisés pour garantir une bonne implantation des cultures, obtiennent de moins bons résultats que les semis réalisés plus tardivement.

La valorisation du potentiel génétique des variétés meunières est principalement garantie dans les systèmes intensifs où les pratiques de fertilisation, d'irrigation et de contrôle des adventices sont gérées dans le temps. A l'inverse, les variétés améliorantes valorisées dans de bonnes conditions pédologiques et agronomiques (précédent riche, sol fertile) obtiennent de bons résultats économiques grâce à (i) la garantie d'une teneur en protéines satisfaisant les exigences de la filière, (ii) la survalorisation de la variété Lona (adaptée aux conditions du sud de la France) et de la teneur en protéines et (iii) la rusticité des variétés semées.

### **2 Etat des lieux des techniques utilisées par les meuniers travaillant les blés biologiques**

L'objectif de ce travail était d'établir un état des lieux des pratiques meunières françaises en filière biologique, c'est à dire :

- d'identifier les principaux acteurs,
- de définir leurs modes d'approvisionnement ainsi que leurs diagrammes de mouture, les principaux types de farine fabriquée et leurs débouchés.

Pour cela, un travail d'enquêtes a été réalisé auprès des professionnels en 2004-2005. La moitié (32) des minoteries écrasant du blé bio a été enquêtée, ce qui représente les ¾ du volume de blé bio écrasé en 2004. Voici les principaux résultats :

- Une courte majorité (54 %) de blés bio est écrasée sur meules de pierre et les 46 % restants sont écrasés sur cylindres.
- La mouture sur meules de pierre dissimule de très grandes différences au niveau des procédés appliqués dans chaque moulin. La diversité des techniques repose en particulier sur la disposition et le travail des meules.
- Il ressort clairement de l'enquête réalisée que les deux farines les plus couramment fabriquées concernent les types 65 et 80.
- Il est constaté une tendance à l'éclaircissement des farines pour plus de la moitié des moulins bios.
- En 2004, la boulangerie artisanale était le premier client (36 %) suivie de près par les industriels (24 %) et les fournils intégrés des Grandes et Moyennes Surfaces (22 %).
- Les variétés les plus citées sont Renan, suivie de Soissons et Camp-Rémy.

### **3 Etat des lieux des techniques utilisées par les boulangers travaillant les farines biologiques**

Le première étape de la collecte d'informations a consisté à identifier les principaux boulangers biologiques référents : soit par leur ancienneté dans ce type de fabrication, soit par leur notoriété, soit par la taille de leur entreprise, soit par l'originalité de la structure de production. Un panel d'adresses de boulangers a ainsi été réuni sur l'essentiel du territoire. Concernant les entretiens : 13 meuniers produisant de la farine biologiques ont été appelés, 8

spécialistes du domaine (organismes certificateurs, constructeurs de fours à bois, producteurs d'ingrédients bios, spécialistes de l'agriculture biologique) ont été rencontrés. 23 boulangers identifiés mais très éloignés, ont été interviewés. Enfin, 14 meuniers et 40 boulangers ont été rencontrés sur leur site de fabrication.

Au point de vue des techniques de fabrication, les fondamentaux -c'est à dire les recommandations historiques des débuts des pains bio (à partir de 1962)- consistent à utiliser des farines moins raffinées essentiellement le type 110 voire le type 150. La conduite de fermentation de référence était le levain pur, les pains étaient majoritairement cuits en moule. L'aspect extérieur était considéré comme secondaire car l'argument numéro un était le bénéfice santé. Ce type de pain se démarquait nettement car l'offre de pain de la boulangerie conventionnelle était assez peu variée.

Aujourd'hui dans un contexte de forte créativité du secteur boulangerie, de retour du pain au levain sur les étals de nombreux boulangers et des contraintes réglementaires imposées par les organismes certificateurs l'offre, en pain bio certifié des 33000 artisans boulangers est plus que marginale. En outre, aucune formation spécifique n'est proposée par les différentes écoles ou instituts de la filière.

Malgré tout l'analyse des pratiques boulangères et de la gamme de pains bio offerte révèle de nombreux éléments de différenciation :

- Grande autonomie dans le choix des farines malgré une prédilection pour la mouture par meule de pierre
- Refus pour certains de toute correction de la farine en additifs et même en enzymes
- Prise de risques technologiques à travers l'emploi de farines moulues à partir d'anciennes population de blés de pays, voire d'ancêtre du blé actuel (grand épeautre et surtout petit épeautre ou engrain).
- Défense active de certains pains régionaux tel que le pain de seigle (66%, voire le pain pur seigle).
- Existence de signes de qualité qui s'ajoutent au logo AB par exemple mention Nature et progrès et Demeter.
- Réelle expertise dans la conduite de fermentation au levain pur et typicité aromatique
- Diagrammes de fabrication incluant des pétrissages à faible voire très faible énergie et pour la majorité des enquêtés diagrammes très faiblement mécanisés.
- Compte tenu de l'absence très fréquente de formation initiale en boulangerie, nombreuses pratiques boulangères « instinctives » (pas de pesées systématique des ingrédients introduits dans le pétrin par exemple) et absence de focalisation par exemple sur la réussite de scarifications. Prise de liberté par rapport à des règles de l'art.
- La majorité des pains « bio » vendus se situent à des niveaux de masse volumique supérieurs à 0.35 et même 0.50. Ces faibles niveaux d'expansion sont rarissimes en boulangerie conventionnelle.
- Existence de plusieurs filières régionales de commercialisation de pains biologiques.
- D'une façon générale, existence d'un discours structuré autour des produits, aptitude à répondre à un fort questionnement des consommateurs.

La fréquence de pratiques boulangères « décalées » n'exclue pas de nombreuses mutations récentes de la boulangerie produisant des pains biologiques, voire une certaine modernité :

- 38 % des fabricants visités utilisent des enceintes réfrigérées pour une meilleure organisation du travail avec moins d'heures de travail de nuit

- 13% proposent des pains précuits frais parfois emballés sous atmosphère protectrice. L'offre assez systématique de pains bios en supérettes est assurée grâce à ce type de technologie de fabrication.
- Plusieurs entreprises françaises produisant exclusivement des pains biologiques disposent d'ateliers de fabrications à gros volumes, très rationalisés, répondant aux normes les plus sévères HACCP, IFS. Leurs exigences en termes de cahier des charges farines sont plus élevées que les micro-boulangeries biologiques. Ces structures pourraient répondre à une demande émergente de fourniture de pains biologiques dans les cantines scolaires ; elles commencent à exporter.
- Une entreprise produit du pain bio précuit surgelé disponible sur différents catalogues grand public de produits surgelés.
- Net recul de la vente des pains complets et des pains intégraux bien qu'ils soient toujours présents dans les gammes.
- Domination des pains bis fabriqués à partir de farine de type 80.
- Offre plus systématique de pains bio à mie blanc crème réalisés à partir de type 65 cylindres.
- Enrichissement de la gamme avec des pains volontairement moins acides et de plus faible masse volumique le pain au levain naturel. Apparition de baguettes bio fermentées sur poolish dans les coopératives biologiques.
- Plus grande diversité des formats de pains bio proposé et recul significatif des pains moulés.
- Demande extrêmement forte de pains d'épeautre et d'engrain qui bénéficient d'une aura de faible allergénicité ;
- Demande émergente de pains sans gluten et apparition de spécialités pur sarrasin ou au teff.
- Elargissement de la gamme avec des pains bio non plus exclusivement à connotation santé mais désormais à connotation plaisir. Par exemple pains aux figues, aux olives, brioches bios, viennoiseries bio.
- Recherche d'aspect extérieur plus sophistiqué voire plus proches des produits de la boulangerie conventionnelle.

Le secteur de la boulangerie biologique confronté à une concurrence très forte (par exemple des pseudos pains bios mais aussi des pains fermiers non certifiés) s'est donc fortement rénové. Animé par des professionnels disposant de fortes motivations, il 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.

#### **4 Coordination du programme et animation de la filière**

Trois Comités (de Coordination, de Pilotage et de Responsables de tâches) ont été mis en place pour assurer le suivi du programme. Ils se sont régulièrement réunis conformément au planning prévu.

Trois séminaires (de lancement à Paris, intermédiaire à Nantes et final à Clermont-Ferrand) ont constitué des temps forts dans le programme pour faire un état d'avancement du programme, décider des orientations à prendre et des actions complémentaires à engager.

Tous les différents acteurs de la filière ont été impliqués plus ou moins largement dans le programme, du producteur au consommateur, en passant par les organismes stockeurs, les meuniers, les boulangers le développement et la recherche.

Le Forum de restitution du programme aux différents acteurs de la filière, prévu en Novembre 2007, est en cours de préparation active. De nombreuses réunions du Comité d'organisation ont déjà eu lieu.

Ce Forum constituera un temps fort dans l'animation de la filière et devrait contribuer au développement et à la structuration d'une filière blé pain bio dynamique.

## **6) CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

---

### **a) Conclusions**

**Concernant l'axe 1**, différentes conclusions peuvent être tirées :

- l'utilisation d'un seuil unique de teneur en protéines pour toutes les variétés de blé confondues lors de transactions commerciales est inadaptée. La forte variabilité variétale constatée incite à considérer le couple variété-teneur en protéines.
- le test de panification en laboratoire, bien que coûteux, reste incontournable. Il ne peut pas être remplacé par des analyses plus simples. La force boulangère (W, mesuré à l'alvéographe Chopin) et la teneur en protéines restent les principaux facteurs prédictifs de la valeur boulangère, plus car elles sont des références pour les acteurs de la filière que par leurs corrélations, moyennes, avec la valeur boulangère.
- l'étude conclut que l'influence des facteurs agronomiques est prépondérante ; c'est pourquoi il est très important de connaître à la fois les potentialités agronomiques et technologiques des variétés (interactions génotype/environnement) pour pouvoir recommander les conditions optimales de leur utilisation.

Une proposition concrète de création d'un « référentiel blés biologiques » est sortie du programme de recherche et est mise en œuvre depuis.

**Concernant l'axe 2**, le travail actif de partenariat des différentes tâches de cet axe a abouti à proposer à la filière des pains prototypes adaptés à la demande des consommateurs. En effet :

- en amont, l'étude de la représentation de consommateurs occasionnels et réguliers concernant le pain biologique par l'intermédiaire de la méthode des focus groupes a conduit à proposer l'élaboration d'une gamme de pains susceptibles de satisfaire des consommateurs diversifiés.
- la mise au point, pour chaque type de mouture, sur meules et sur cylindres, de diagrammes spécifiques a permis d'obtenir des farines améliorées du type 80, correspondant au meilleur compromis tant sur le comportement meunier, qu'en panification et densité nutritionnelle), en accord avec les nouvelles recommandations du PNNS.
- les essais de maîtrise des paramètres de la fermentation au levain, en lien avec les résultats de la tâche 3 de l'axe 3 (connaissance des pratiques des boulangers bio) ont permis d'optimiser le procédé de panification, notamment au levain, dans une perspective d'amélioration de la qualité sensorielle et de la densité nutritionnelle de pains biologiques. Cela a abouti à la réalisation d'une gamme de pains prototypes, sous forme de baguette ou de boules, à évaluer par les consommateurs.
- les analyses nutritionnelles des farines prototypes ont montré que la manière de confectionner les farines de type 80 ne revêt pas une influence nette sur la qualité nutritionnelle du pain. Pour obtenir une bonne densité nutritionnelle, l'essentiel semble

être de disposer de farines au moins de type 80 (meilleure conservation des minéraux, notamment le magnésium, et les micro nutriments) et surtout d'adapter le procédé de fermentation lorsqu'on utilise des fractions riches en fibres. L'intérêt du levain favorisant la biodisponibilité des minéraux a aussi été mis en évidence.

- les méthodes de caractérisation instrumentales de la qualité sensorielle ont été comparées à l'approche sensorielle (tests de dégustation). Ces deux approches méthodologiques différentes permettent une discrimination globalement satisfaisante des produits entre eux.
- pour finaliser cette action de réalisation des pains prototypes, les tests consommateurs ont permis de valider les propositions de pains. Que ce soit sous forme de baguettes ou de boules, les différents pains ont été bien perçus, avec quelques légères différences d'appréciation entre les deux régions de tests, et entre les consommateurs occasionnels et réguliers.

Il convient de souligner la sortie particulièrement concrète de cet axe de travail (propositions de pains prototypes), sur la base de travaux de recherche ayant rassemblé des compétences très diverses, depuis l'élaboration de diagrammes de moutures spécifiques jusqu'à l'organisation de tests de dégustation.

**Concernant l'axe 3**, la connaissance approfondie des différents acteurs de la filière est un acquis important du programme.

La connaissance de leur typologie permettra de mieux orienter les actions à mettre en place dans le futur, et les adapter plus précisément aux catégories d'acteurs directement concernés.

La prise en compte, suite à ce travail, de leurs attentes, de leurs contraintes, à leurs différents niveaux devrait contribuer à optimiser les transferts et adaptations techniques ou technologiques en vue d'une meilleure efficacité.

La connaissance plus fine des pratiques et de leurs diversités permettra de mieux cibler la diffusion des résultats obtenus.

Les principaux résultats sont :

- l'identification des conditions agronomiques assurant l'optimisation du couple rendement/teneur en protéines à l'échelle de l'exploitation mais aussi du bassin de collecte. En fonction de ses conditions spécifiques (système de production, contexte pédoclimatique et potentialités commerciales, l'agriculteur sera en mesure de choisir les variétés et les techniques les mieux adaptées à ses propres contraintes.
- Les farines les plus couramment fabriquées sont les types T65 et T 80, avec une tendance à l'éclaircissement. Elles sont fabriquées sur meules de pierres à une faible majorité. Ce qui justifie la nécessité de travailler à la fois sur les moutures de meules de pierres et de cylindres.
- Une grande diversité des pratiques des boulangers bio, dans un secteur confronté à une concurrence très forte et qui s'est donc fortement rénové, n'hésitant pas à se moderniser.

Animé par des professionnels disposant de fortes motivations, le 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.

Enfin l'organisation d'un Forum de restitution, en conclusion de ce programme, devrait aider à dégager les synergies à mettre en place pour accompagner le développement de cette filière blé pain bio.

## **b) Perspectives**

Ce programme a permis de réunir un large partenariat scientifique et technique et d'entreprendre des travaux pluridisciplinaires qui ont permis des avancées significatives à la fois dans le domaine de l'agronomie, des procédés de transformation ainsi que la connaissance des différents acteurs

de la filière et des attentes des consommateurs. Pour l'avenir, les efforts devraient se focaliser pour soutenir les principaux points suivants :

### **1 Création d'un référentiel blés biologiques**

La poursuite de l'acquisition de données sur le comportement technologique des variétés cultivées en agriculture biologique prenant en compte à la fois les données génétiques, agronomiques et technologiques. La diffusion de ces données auprès des producteurs, des organismes stockeurs, des meuniers et d'autres opérateurs économiques constituerait une base solide d'élaboration d'une approche qualitative au sein de la filière blés biologiques. Cette diffusion pourrait se faire sous forme de grilles de détermination du potentiel boulanger d'une variété donnée et de publications de fiches variétales relatives à la qualité boulangère des blés cultivés en agriculture biologique

Ces propositions sont actuellement explorées et font l'objet d'une demande d'appui financier de l'ONIGC.

### **2 Mettre au point de nouvelles méthodes d'appréciation**

En appui à la mise en place du référentiel, il apparaît nécessaire de poursuivre les développements méthodologiques en vue de développer un essai de mouture et de panification adaptés à l'agriculture biologique. La mise au point d'une méthode acceptée par les différents acteurs de la filière permettrait de consolider les travaux entrepris et d'ouvrir la voie à de nouvelles études (évaluation de nouvelles variétés, classement et formulation de lots, etc.)

### **3 Soutenir le développement de la filière blés biologiques**

Les travaux engagés pour mieux comprendre les attentes des consommateurs de pains biologiques, pour développer de nouvelles méthodes de mouture et de nouvelles conditions de panification témoignent d'un important potentiel d'innovation. L'organisation d'un forum de restitution du programme, en novembre 2007, constituera un premier temps fort de structuration de la filière. Ce forum réunira les différentes parties prenantes (producteurs, organismes stockeurs, meuniers, boulangers et consommateurs) et permettra à chaque acteur de prendre conscience des attentes et des contraintes rencontrées par les autres partenaires de cette filière. L'élan créé par ce programme devra être soutenu dans le temps pour aider la croissance d'une filière active et dynamique qui cherche à satisfaire dans le même temps différentes exigences nutritionnelles, sensorielles et sanitaires, dans le respect d'une agriculture durable.

Les différents travaux de l'axe 2 ont montré que la fabrication de pains biologiques répondant à une demande diversifiée de consommateurs réguliers et occasionnels était réalisable.

Un travail de transposition de ces résultats importants à la filière blé-pain bio, voire aussi à la filière conventionnelle est à conduire dans le futur.

Ce travail a déjà été entamé pour certaines étapes, comme la fabrication des farines pour lesquelles peu de modifications au niveau des moulins sont nécessaires.

Pour d'autres étapes, un travail d'adaptation est à poursuivre. Par exemple pour ce qui concerne l'optimisation des conditions de fermentations, notamment au levain, des adaptations et aménagements sont nécessaires au niveau des boulangers (gestion des températures, hydratation, durée de fermentation). Il en est de même pour l'approche instrumentale de la qualité sensorielle.



Dans le cadre de l'axe 3, une réflexion pour faire des propositions sur ce que pourrait être un test de panification adapté à l'agriculture biologique, notamment pour le type de farine, la conduite de la fermentation, ... Cette réflexion sera à poursuivre dans le futur pour évaluer la faisabilité et la pertinence d'un tel test.

Enfin, l'ensemble des résultats vont être valorisés par la tenue d'un forum de restitution du programme, qui constituera un moment fort pour cette filière blé pain bio :

- D'une part, il apportera des éléments de réponse aux questions que se posent les acteurs de la filière concernant :
  - l'optimisation des pratiques culturales pour obtenir des blés de qualité,
  - l'impact des procédés de transformation sur la qualité des pains,
  - l'optimisation des qualités nutritionnelle et organoleptique des pains,
  - les pains susceptibles de répondre à la diversité des consommateurs.
- D'autre part, il apportera des outils aux différents professionnels pour mieux répondre à la demande des consommateurs bio, qu'ils soient occasionnels ou réguliers.
- Enfin, il contribuera au développement d'une filière dynamique, en favorisant les rencontres et les échanges entre les différents acteurs de la filière (producteurs, organismes stockeurs, meuniers, boulangers, consommateurs, permettant ainsi à chaque acteur de prendre conscience des contraintes rencontrées par les uns et les autres et ainsi de contribuer à la croissance d'une filière active.

## SOMMAIRE PARTIE B : RAPPORT DETAILLE

### AXE 1 : ETUDE DE LA VALEUR D'UTILISATION DES BLES PRODUITS EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Tâche 1 : Caractérisation agronomique et technologique .....  
d'un panel d'échantillons de blé biologique .....

- 1) Rappel des objectifs .....
- 2) Principaux résultats obtenus.....
- 3) Analyse des écarts par rapport aux objectifs .....
- 4) Valorisation .....

Tâche 2 : Critères de sélection de variétés de blé tendre de qualité adaptées à l'agriculture biologique.....

- 1) Rappel des objectifs .....
- 2) Contexte .....
- 3) Résultats .....
- 4) Bilan et discussion.....

Tâche 3 : Caractérisation de la qualité par la panification .....

- 1) Rappel des objectifs .....
- 2) Principaux résultats obtenus.....
- 3) Analyse des écarts par rapport aux objectifs .....
- 4) Valorisation .....

Tâche 4 : Evaluation des facteurs agronomiques influençant la qualité des blés biologiques.

- 1) Rappel des objectifs .....
- 2) Principaux résultats obtenus.....
- 3) Analyse des écarts par rapport aux objectifs.....
- 4) Valorisation .....

### AXE 2 : RECHERCHES EN VUE DE L'AMELIORATION DE LA QUALITE .....

Tâche 1 : Influence de la disponibilité en azote et soufre sur le déterminisme de la composition protéique fine du grain de blé en culture bio. Relation avec la qualité boulangère et l'élaboration de la récolte .....

- 1) Rappel des objectifs .....
- 2) Principaux résultats obtenus.....
- 3) Analyse des écarts par rapports aux objectifs .....
- 4) Valorisation .....

tâche 2 : effet des procédés de fractionnement sur la qualité.....

- 1) Rappel des objectifs .....
- 2) Principaux résultats obtenus.....

Tâche 3: Effet du procédé de panification sur la qualité des pains biologiques .....

Partie A : Influence des caractéristiques des farines sur l'étape de fermentation .....

- 1) Matériel et méthodes .....
- 2) Résultats et discussions .....

Partie B : Analyses physico-chimiques de pains issus des tâches 2/T6 et 3/T3.....

- 1) Introduction et Objectifs.....
- 2) Echantillons.....
- 3) Méthodes analytiques des pains commerciaux .....
- 4) Résultats et commentaires .....

Partie C : Optimisation d'un procédé de fermentation au levain de blé concassé .....

- 1) Contexte et objectif de l'étude .....
- 2) Méthodologie .....

3) Résultats et discussions .....	
tâche 4 : Valeur nutritionnelle du pain biologique .....	
1) Rappel des objectifs .....	
2) Principaux résultats obtenus .....	
3) Bilan du travail réalisé.....	
4) Discussion générale.....	
Tache 5 : Valeur sensorielle du pain biologique et outils de caractérisation objective.....	
1) Rappel des objectifs .....	
2) Principaux résultats obtenus .....	
3) Discussion .....	
4) Analyse des écarts par rapport aux objectifs.....	
5) Valorisation .....	
Tache 6 : compatibilités d'images des pains issus de l'ab avec la perception des consommateurs.....	
1) Rappel des objectifs .....	
2) Principaux résultats obtenus.....	
3) Analyse des écarts par rapport aux objectifs.....	
4) Valorisation .....	
AXE 3 : ETUDE DE LA VALEUR D'UTILISATION DES BLES PRODUITS EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE .....	
Tâche 1 : Connaissance des pratiques agronomiques et des pratiques de collecte biologique dans deux bassins de production .....	
1) Contexte et objectifs de la tâche.....	
2) Méthodologie .....	
3) Les principaux résultats.....	
4) Discussion .....	
Tâche 2 : Etat des lieux des techniques utilisées par les meuniers travaillant les blés biologiques .....	
1) Rappel des objectifs .....	
2) Principaux résultats obtenus.....	
3) Ecart par rapport aux objectifs .....	
4) Valorisation .....	
5) Annexes : résultats .....	
Tache 3 : Etat des lieux des techniques utilisées par les boulangers travaillant les farines biologiques .....	
1) Présentation générale du secteur .....	
2) Eléments de différenciations en termes de matières premières et de diagrammes de fabrication.....	
3) Eléments de différenciations en termes de savoir faire et de diagrammes de fabrication.....	
4) Spécificité des pains biologiques .....	
Tache 4 : Rassembler tous les acteurs de la filière pour valider les méthodes d'appréciation de la qualité des blés biologiques - Coordination du projet .....	
1) Rappel des objectifs .....	
2) Principaux résultats obtenus.....	
3) Analyse des écarts par rapport aux objectifs.....	
4) Valorisation .....	