

BTS INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES

SCIENCES BIOLOGIQUES BIOTECHNOLOGIE – U. 41 –

Session 2006

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

L'usage de la calculatrice est interdit.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 15 pages, numérotées de 1/15 à 15/15.

BTS INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES	Session 2006
Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41	ICSBIO
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 1/15

Qualité technologique et nutritionnelle d'une farine de meule issue de l'agriculture biologique

Introduction

Trois variétés de blé tendre, Apache, Caphorn et Renan ont été cultivées selon deux types de culture : conventionnelle et biologique. On se propose d'évaluer la qualité technologique et nutritionnelle des farines issues de blés biologiques, en les comparant aux farines issues des mêmes variétés de blés, cultivés de manière conventionnelle.

I – Comportement des blés en mouture (4 points)

Après nettoyage des grains à l'aide d'un nettoyeur de laboratoire, la mouture a été réalisée, soit sur appareils à cylindres, soit sur meules de pierre.

I.1 Rendement de la mouture

I.1.1 – Donner la formule permettant de calculer le rendement de la mouture.

I.1.2 – Le **document 1 (page 6/15)** présente le rendement de la mouture pour les trois variétés de blé, selon les pratiques culturales et le mode de mouture.

Comparer les rendements des blés issus de l'agriculture biologique et des blés issus de l'agriculture traditionnelle.

Proposer, à l'aide du **document 2 (page 6/15)**, une hypothèse expliquant les différences observées.

I.2 Taux de cendres des blés

I.2.1 – Donner le principe de la méthode de détermination du taux de cendres au laboratoire. Expliquer en quoi les cendres diffèrent des matières minérales.

I.2.2 – A l'aide du **document 3 (page 7/15)**, établir la relation qui existe entre la masse de 1000 grains et le taux de cendres des grains.

Le mode de culture, conventionnel ou biologique, a-t-il un réel impact sur la teneur en minéraux des blés ?

I.3 Taux de cendres des farines obtenues

I.3.1 – Les farines sont classées selon leur taux de cendres (cf. **document 4, page 7/15**). Expliquer pourquoi ce paramètre est un indicateur de la « pureté » de la farine.

BTS INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES	Session 2006
Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41	ICSBIO
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 2/15

I.3.2 – Le **document 5 (page 8/15)**, présente le taux de cendres des farines, selon les pratiques culturales et le mode de mouture des blés dont elles proviennent. Analyser l'incidence des deux modes de mouture, cylindre ou meule, sur le taux de cendres des farines. Comment peut-on expliquer les différences observées ?

I.3.3 – A l'aide des **documents 4 et 5**, indiquer le type des farines de meule issues de blés biologiques ?

Que peut-on en conclure sur leur aspect visuel ?

II – Teneur en protéines et qualité des protéines des farines issues de blés biologiques (4 points)

II.1 Teneur en protéines

II.1.1 – Citer les différents groupes de protéines selon la classification d'Osborne, et préciser celles qui participent à la mise en place du réseau de gluten.

II.1.2 – Maturation du grain.

Rappeler les principaux phénomènes physiologiques qui accompagnent la maturation du grain.

Le **document 6 (page 8/15)** présente l'évolution des différentes fractions azotées lors de la maturation du grain. Analyser ce document.

Justifier l'importance de la date de récolte sur la qualité technologique des blés et farines.

II.1.3 – Blés issus de l'agriculture biologique.

A l'aide du **document 3**, comparer la teneur en protéines pour les blés issus de l'agriculture conventionnelle et biologique.

Expliquer les différences observées, en relation avec les pratiques culturales.

Outre le mode de culture, citer les facteurs qui peuvent influencer sur la teneur en protéines de blés.

Que signifie l'indication « Protéines : N x 5,7 » ?

Rappeler brièvement le principe du dosage des protéines par la méthode de Kjeldhal.

II.2 Qualité des protéines

Le **document 7 (page 9/15)** présente l'évolution générale du rapport gliadine/gluténine de la farine en fonction de la teneur en protéines, pour deux variétés et deux modes de mouture.

Etablir la relation qui existe entre le rapport gliadine/gluténine et la teneur en protéines.

Analyser les influences des paramètres « variété » et « mode de mouture » sur ce rapport.

BTS INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES		Session 2006
Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41		ICSBIO
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 3/15

Un rapport gliadine/gluténine voisin de 3.5 est un bon indicateur pour une utilisation satisfaisante en panification.

A partir des teneurs en protéines données dans le **document 3**, discuter les aptitudes respectives des deux variétés pour une utilisation en panification dans la filière « biologique ».

III – Aptitude technologique des farines issues de blés biologiques (4 points)

III.1 Force boulangère

Les mesures de force boulangère ont été effectuées avec un alvéographe Chopin.

III.1.1 – Rappeler le principe de l'alvéographe ; donner l'allure d'un alvéogramme ; définir les paramètres P, L et W, en les situant sur la courbe.

III.1.2 – Les résultats obtenus pour les trois variétés sont donnés dans le **document 8 (page 10/15)**.

a – Comment évolue la force boulangère avec la teneur en protéines ?

Ce résultat est-il classique ? Justifier la réponse.

b – Comparer la force boulangère des trois variétés de blé, à même teneur en protéines. Quelle peut-être la raison des différences éventuellement observées ?

c – Quelle est la force boulangère de farines issues de blés biologiques par rapport aux farines issues de blés conventionnels ? Quelle est la principale raison des différences ?

d – Le mode de mouture a-t-il une incidence sur la force boulangère ?

Expliquer pourquoi la différence de teneur en fibres des deux types de farines peut être un facteur explicatif.

III.2 Comportement en panification

Les notes totales de panification traditionnelle sur levure (méthode Cnera sans ajout d'acide ascorbique) sont présentées dans le **document 9 (page 11/15)**.

III.2.1 – Existe-t-il une relation entre « note de panification » et « pratique culturelle » ? Est-il absolument nécessaire d'utiliser des blés à fort taux de protéines pour avoir de bons résultats en panification ?

III.2.2 – Quelle est l'influence du mode de mouture sur les notes de panification ?

III.2.3 – Dans les farines de meule, la présence de fibres insolubles provenant des enveloppes des grains de blé est invoquée pour expliquer le comportement en panification. Quelle est la nature chimique de ces fibres insolubles ? Quel est leur effet sur la consistance de la pâte et sur le développement du pain ?

BTS INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES		Session 2006
Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41		ICSBIO
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 4/15

IV – Qualité sanitaire des farines issues de blés biologiques (3 points)

IV.1 Mycotoxines

« Puisque les fongicides ne sont pas autorisés dans la production biologique et que les mycotoxines constituent un grave risque pour la santé, leur présence relative dans les aliments issus de l'agriculture biologique ou traditionnelle a fait l'objet de nombreuses études qui ne portent pas à conclure que l'agriculture biologique entraîne un risque accru de contamination par mycotoxines. »

(VINGT-DEUXIÈME CONFÉRENCE RÉGIONALE DE LA FAO POUR L'EUROPE
Porto (Portugal), 24-28 juillet 2000
Point 10.1 de l'ordre du jour
INFLUENCE DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE SUR L'INNOUITÉ ET LA QUALITÉ DES ALIMENTS)

IV.1.1 – Définir le terme mycotoxine.

Quels sont les risques liés à la consommation de mycotoxines ?

IV.1.2 – Donner un exemple de mycotoxine de champ et un exemple de mycotoxine de stockage susceptibles d'affecter les blés en France.

Quelles sont les conditions favorisant la production de mycotoxines ?

IV.1.3 – A partir du **document 10 (page 12/15)**, montrer l'importance du contrôle de l'humidité des blés au stockage. Quels autres moyens de prévention permettent de limiter le risque de production de mycotoxine ?

IV.2 Résidus de pesticides

L'un des principaux problèmes sanitaires rencontrés en agriculture conventionnelle est la persistance de résidus de pesticide dans les produits de mouture et dans le pain.

Le **document 11 (page 13/15)** présente les résultats de dosage des résidus d'un organo-phosphoré dans un pain blanc ou complet (avec 20% de son) fabriqués 5 jours ou 70 jours après traitement des grains

IV.2.1 – Définir le sigle « LMR ».

IV.2.2 – Comparer et expliquer les différences observées en fonction du type de farine et de la durée après traitement.

IV.2.3 – Pour quels types de produits l'utilisation d'issues provenant de l'agriculture biologique peut-elle être particulièrement intéressante ?

BTS INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES	Session 2006
Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41	ICSBIO
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 5/15

V – Choix du mode de fermentation au cours de la panification (5 points)

En s'appuyant sur l'extrait d'article joint dans le document 12 (page 14/15) et à l'aide de vos connaissances, répondre aux questions suivantes.

V.1 Définir les termes cités dans l'article du document 12 :

- bactérie lactique ;
- index glycémique ;
- assimilation digestive ;
- effet déminéralisant ;
- farine intégrale.

V.2 Comparer les voies métaboliques d'une fermentation par la levure ou par un levain.

V.3 Quelles sont les conséquences d'une panification au levain sur les caractéristiques organoleptiques et de conservation du pain ?

V.4 Quelles sont les conséquences d'une panification au levain sur les caractéristiques nutritionnelles du pain ?

Le document 13 (page 15/15) présente les teneurs en acide phytique de pains obtenus à partir de farines de meule pour deux modes de fermentation : classique et au levain.

Indiquer l'effet de l'acide phytique sur la biodisponibilité des minéraux et sa localisation dans le grain.

Donner l'intérêt de l'association fréquente « blé biologique, farine de meule et panification au levain ».

V.5 Parmi les différentes possibilités de valorisation d'une farine blanche, expliquer la préférence de l'auteur de l'article (document 12) pour une farine intégrale.

Document 1 : Rendement en mouture sur cylindres (C) et sur meules (M) des blés étudiés

Variété	Rendement en mouture « Agriculture conventionnelle »		Rendement en mouture « Agriculture biologique »	
	C	M	C	M
<i>Apache</i>	83.0	83.3	82.5	84.9
<i>Caphorn</i>	81.7	82.0	81.9	83.3
<i>Renan</i>	82.0	81.6	81.9	83.2
Moyenne	82.2	82.3	82.1	83.8

Document 2 : Dureté NIR des blés étudiés

Variété	Dureté NIR	
	Agriculture conventionnelle	Agriculture biologique
<i>Apache</i>	58	37
<i>Caphorn</i>	63	52
<i>Renan</i>	84	73

BTS INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES		Session 2006
Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41		ICSBIO
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 6/15

Document 3 : Caractéristiques des blés étudiés (protéines : N x 5,7) et taux de cendres des blés selon leur mode d'obtention

Variété	Agriculture conventionnelle			Agriculture biologique		
	Protéines % MS	Masse de 1000 grains	Taux de cendres (% MS)	Protéines % MS	Masse de 1000 grains	Taux de cendres (% MS)
<i>Apache</i>	13,5	35,5	1.55	9,8	32,7	1.84
<i>Caphorn</i>	13,4	38,1	1.69	10,5	36,7	1.81
<i>Renan</i>	14,0	45	1.53	10,7	41,2	1.77

Document 4 : Classement des farines par type

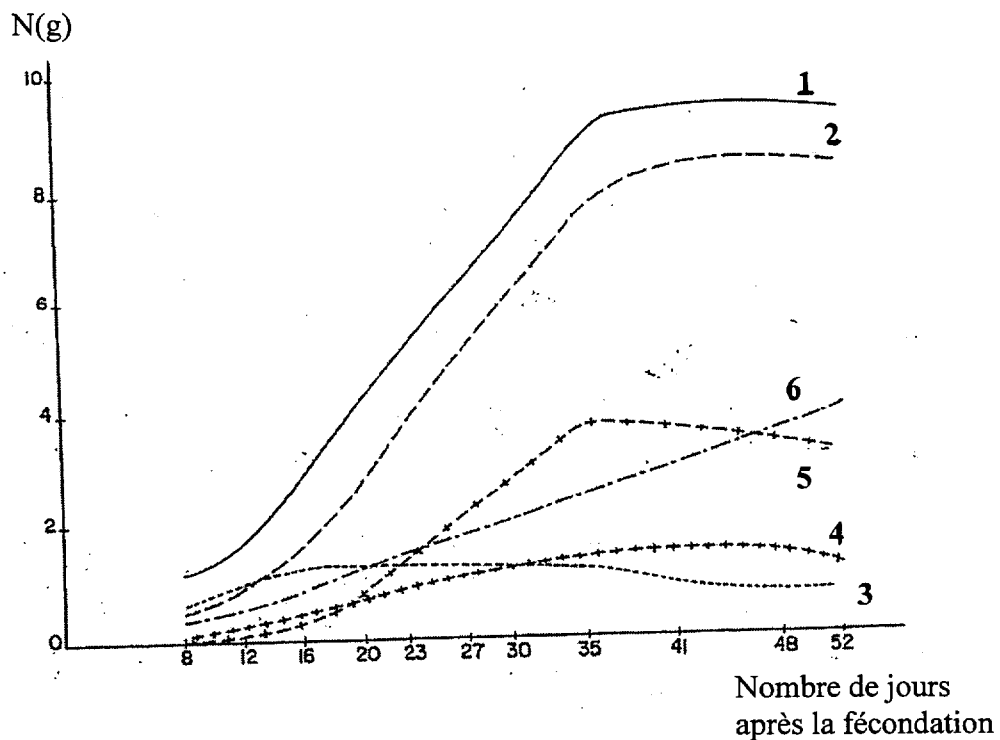
Dénomination	Taux de cendres (% de la matière sèche)	Taux d'extraction moyen corrélatif
Type 45	au-dessous de 0,50	67 - 70
Type 55	de 0,50 à 0,60	75 - 78
Type 65	de 0,62 à 0,75	78 - 82
Type 80	de 0,75 à 0,90	82 - 85
Type 110	de 1,00 à 1,20	85 - 90
Type 150	au-dessus de 1,40	90 - 98

Document 5 : Taux de cendres des farines selon leur mode d'obtention
mouture sur cylindres (C) ; mouture sur meules (M)

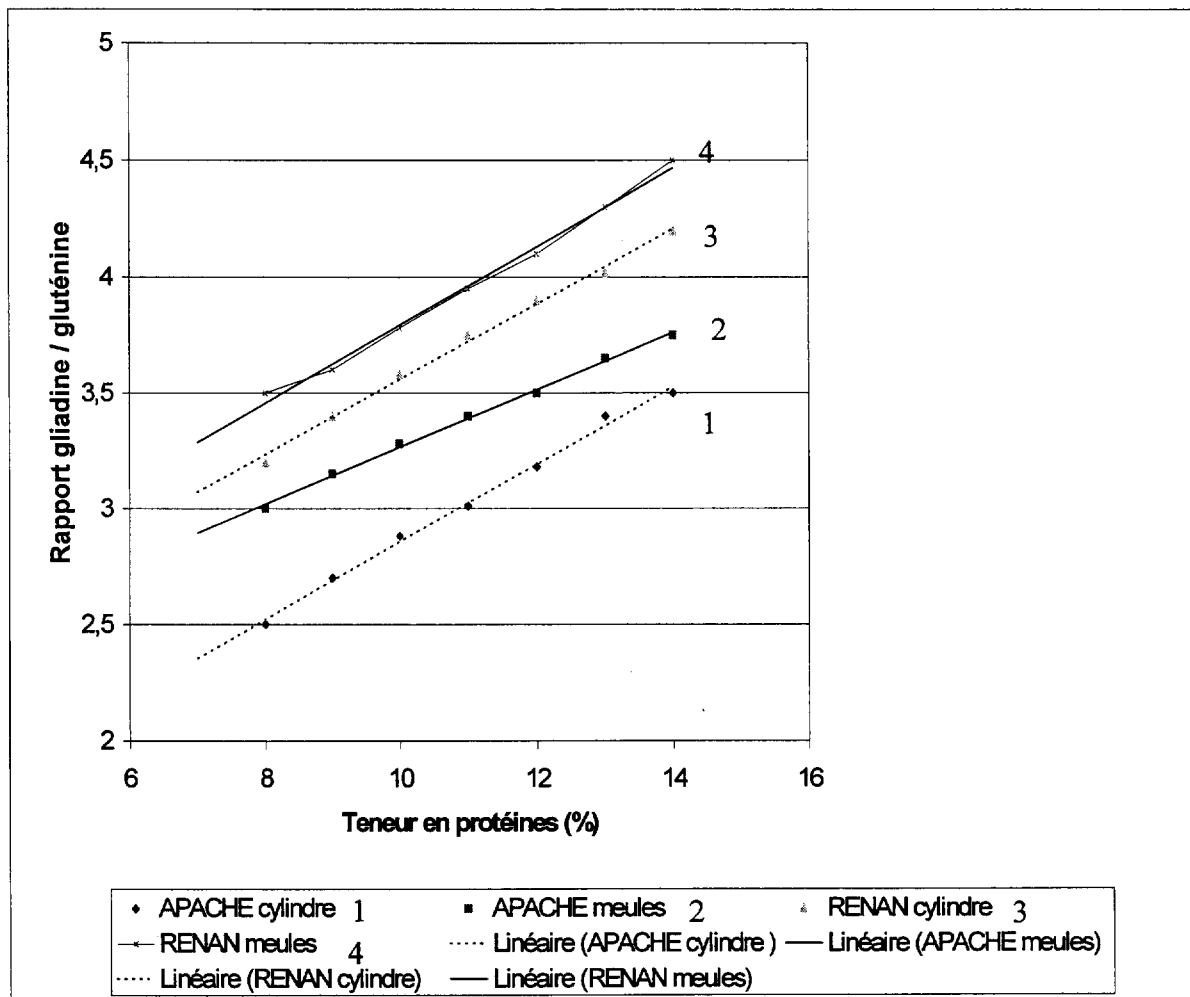
Variété	Taux de Cendres (%MS) « Agriculture Conventionnelle »		Taux de Cendres (%MS) « Agriculture Biologique »	
	mouture sur cylindres	mouture sur meules	mouture sur cylindres	mouture sur meules
<i>Apache</i>	0.69	0.82	0.81	0.92
<i>Caphorn</i>	0.73	1.01	0.83	1.07
<i>Renan</i>	0.69	0.90	0.80	1.10
Moyenne	0.70	0.91	0.81	1.03

Document 6 : Evolution de la composition azotée du grain au cours de sa maturation

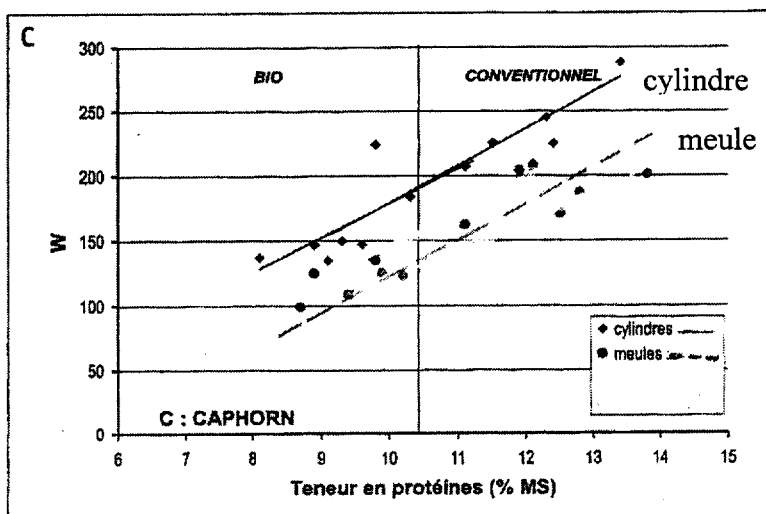
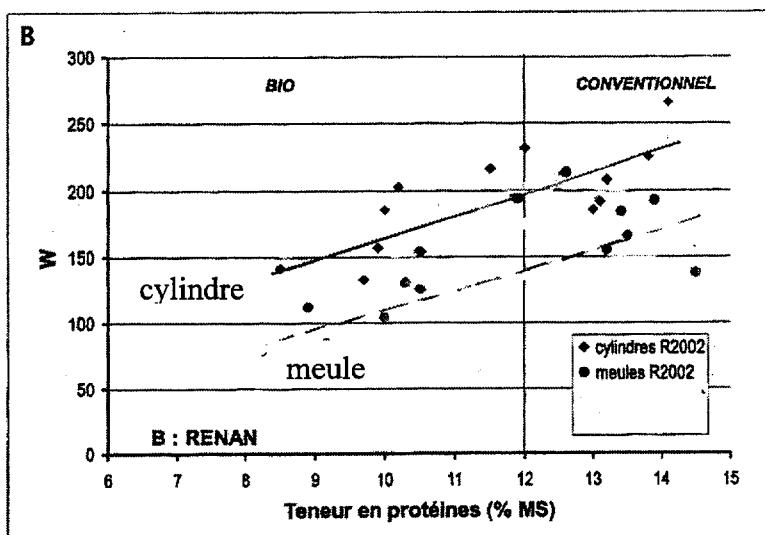
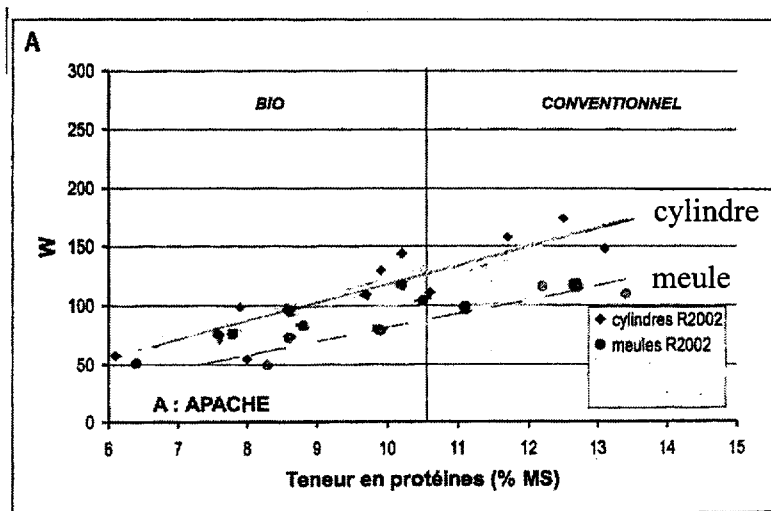
1. N total ; 2. N non protéique ; 3. N protéique ; 4. N protéines solubles ; 5. N gliadines ; 6. N gluténines



Document 7 : Teneur en protéines et rapport gliadine/gluténine des farines des trois variétés de blé, selon le mode de mouture

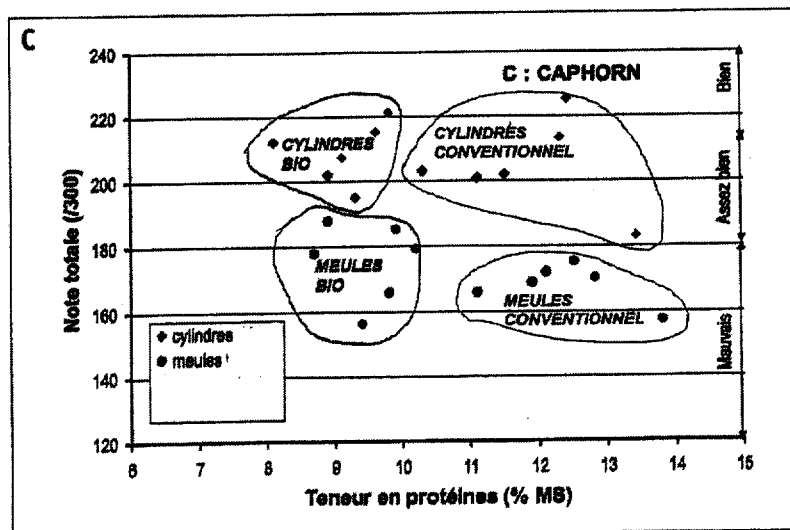
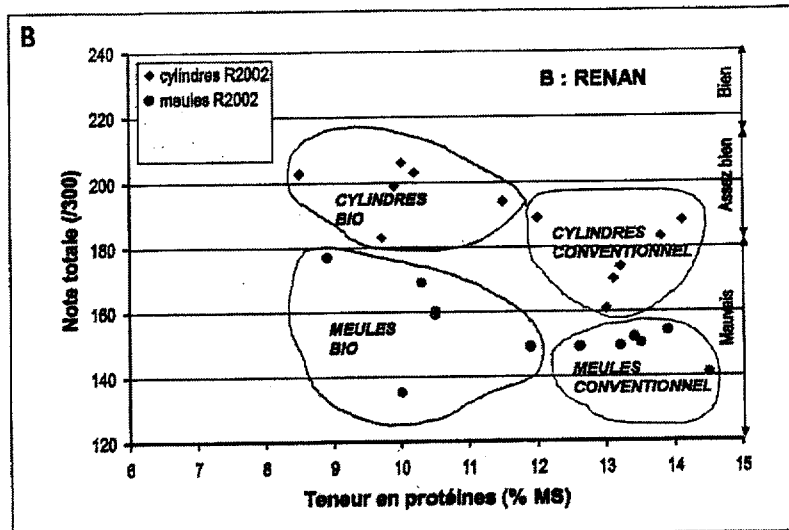
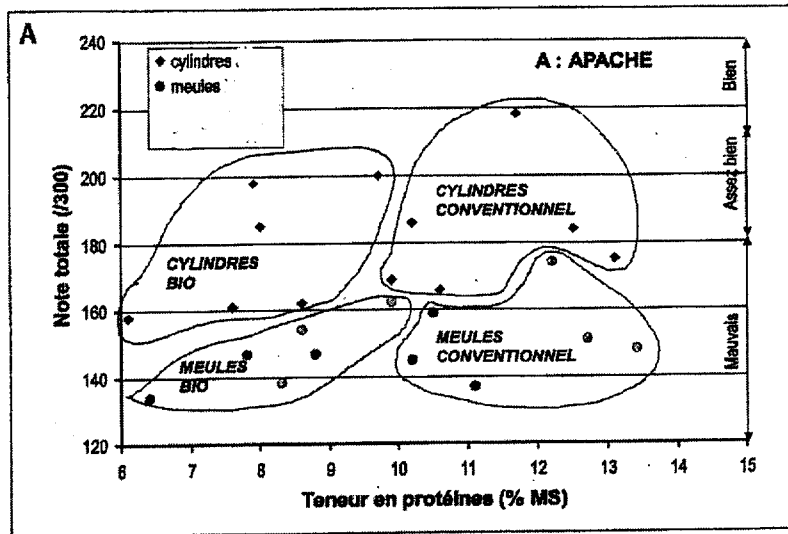


Document 8 : Teneur en protéines et W des farines des trois variétés, selon les pratiques culturales et le mode de mouture.

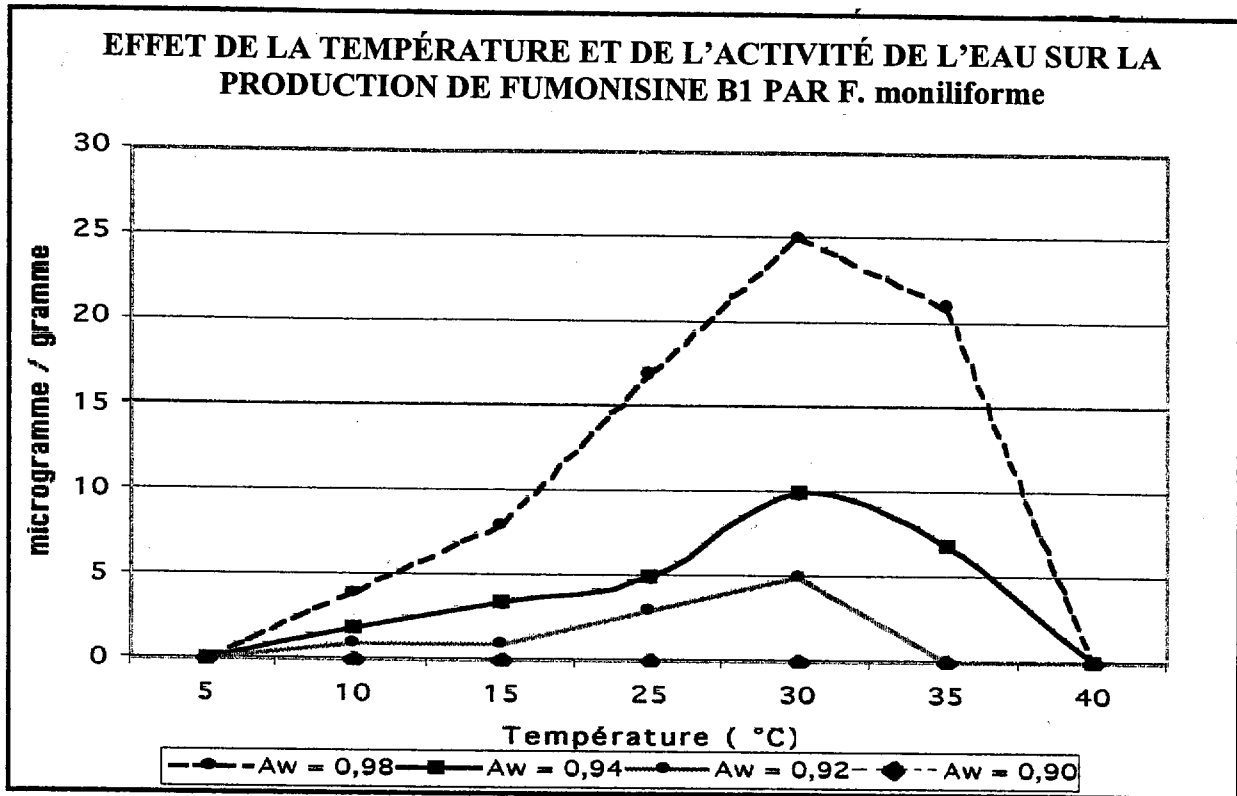


BTS INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES		Session 2006
Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41		ICSBIO
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 10/15

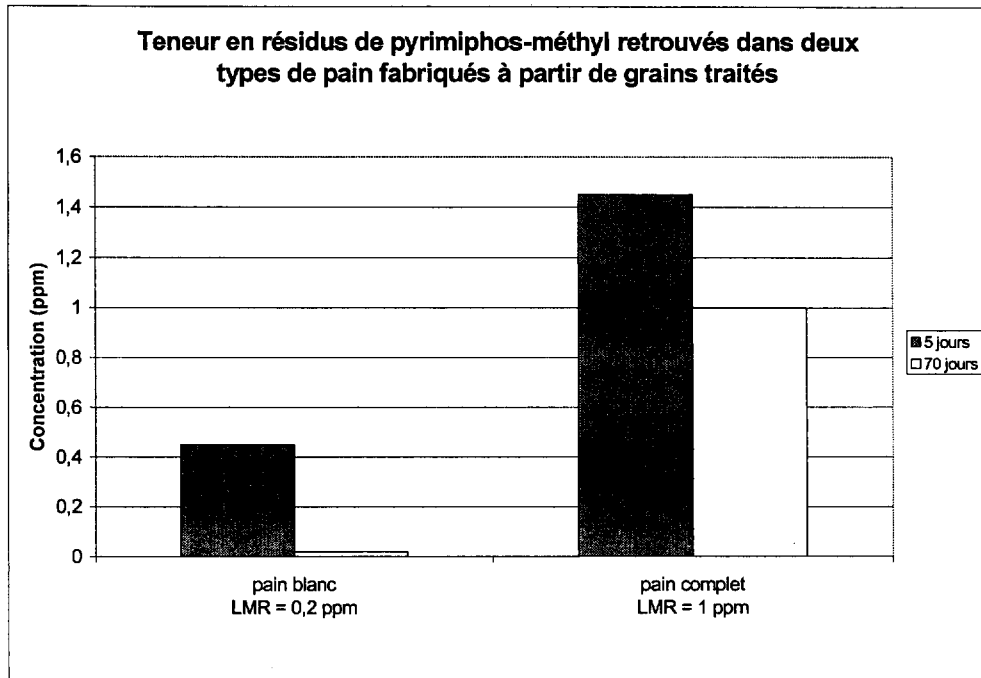
Document 9 : Teneur en protéines et note de panification des farines des trois variétés de blé, selon les pratiques culturales et le mode de mouture



Document 10 :



Document 11 : Teneur en résidus de pyrimiphos-méthyl retrouvés dans deux types de pains fabriqués à partir de grains traités



Document 12 : Extrait de l'article : « Le développement d'une nouvelle gamme de pains de haute valeur nutritionnelle, Christian Rémésy et Fanny Leenhardt, Industrie des céréales, n°143 »

Bien que ce sujet ait été fort débattu, les modes de panification jouent un rôle clé dans la qualité

finale du pain. On ne dira jamais assez à quel point il est important de laisser du temps aux fermentations pour faire du bon pain, ni à quel point certains ingrédients (farines de fèves, de soja) qui détruisent les caroténoïdes et blanchissent la mie du pain diminuent les teneurs en vitamines liposolubles.

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

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

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

Pour ne pas dérouter les consommateurs, il n'est pas nécessaire de produire des pains très acides. Il suffit que le pH de la pâte

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

Cette nouvelle utilisation des farines intégrales pourrait avoir un avenir remarquable. Demain, sans inconvénient, les pains pourront avoir une valeur nutritionnelle accrue de l'ordre de 30 à 100 % selon la proportion de farine intégrale utilisée. La filière classique de production de farine blanche n'est pas remise en question puisque ce type de farine est nécessaire pour retrouver une hydratation correcte au moment de la panification et pour aboutir à des pains d'excellente valeur boulangère. Une segmentation du marché peut se mettre en place en vue de la production de blé de haute valeur nutritionnelle destinée à la fourniture de farines intégrales. Cette production nouvelle devrait être l'occasion de la mise en place par les filières, de méthodes de culture et de choix variétaux particulièrement adaptés à la réduction des traitements phytosanitaires. Cette technique peut favoriser l'adoption d'une démarche-qualité pour assurer la plus grande propreté possible au niveau des étapes de transport et de stockage du blé, ou du nettoyage du grain. Elle pourrait aussi favoriser la filière biologique sans que cela aboutisse à des pains totalement confectionnés avec des blés biologiques. ■

BTS INDUSTRIES CÉRÉALIÈRES	Session 2006
Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41	ICSBIO
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 14/15

Document 13 : Influence du type de fermentation sur la teneur en acide phytique de pains issus de l'agriculture biologique.

Type de fermentation	Acide phytique (mg/ 100 g de matière sèche)
Classique	490
Au levain	80