

BTS INDUSTRIES CEREALIERES
SCIENCES BIOLOGIQUES BIOTECHNOLOGIE - U 41

Durée : 4 H

Coefficient : 4

Calculatrice non autorisée

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
Code : ICSBIO	Durée : 4 heures	
	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 1 / 15

L'usage de calculatrices n'est pas autorisé.

La clarté du raisonnement et la qualité de la rédaction interviennent dans l'appréciation des copies.

QUALITE DES FARINES DE MEULES ET COMPLETES Utilisation pour la panification au levain

I – INFLUENCE DU PROCEDE DE MOUTURE (8 POINTS)

A – Morphologie du grain de blé

Représenter schématiquement un grain de blé, en situant les principaux tissus constitutifs.
Quel est le rôle assuré par ces différents tissus dans la graine ?

B – Taux de cendres d'une farine

1 – Définir le taux de cendres, et expliquer en quoi la dénomination «taux de cendres» est abusive.

2 – On appelle :

m_0 : masse de la nacelle vide,

m_1 : masse de la nacelle contenant la prise d'essai farine avant incinération,

m_2 : masse de la nacelle contenant la prise d'essai après incinération,

H : la teneur en eau de la farine (en %).

Etablir la formule littérale du taux de cendres, par rapport à la matière totale de farine, puis par rapport à la matière sèche de farine.

3 – La détermination du taux de cendres de produits céréaliers peut être effectuée soit à 900°C, soit à 550°C. Le taux de cendres d'une farine et de sons ont été déterminés, à 550°C et à 900°C. Les résultats figurent dans le tableau 1.

A partir de ce tableau, calculer la teneur en cendres moyenne de la farine et des sons, si la condition de répétabilité est respectée.

Quelle est la température la plus adaptée pour la farine ? Pour les sons ? Justifier votre réponse.

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 2 / 15

4 – Le taux de cendres constitue le marqueur réglementaire de la pureté des farines (présence de fragments d’enveloppes). Le classement des farines en fonction du taux de cendres est rappelé dans le tableau 2.

4.1 - Quel est le type d’une farine dont le taux de cendres est égal à 0,61 % de la matière sèche ?

4.2 - Donner l’allure de la courbe reliant le taux de cendres et le taux d’extraction d’une farine.

4.3 - En utilisant les tableaux 3 et 4, justifiez le choix de ce marqueur pour classer les farines, en montrant les limites.

5 – A l’aide des tableaux 4, 5 et 6, présenter quelques facteurs de variation de la minéralisation des blés. Quelle est la conséquence sur la mouture ?

6 – On compare, pour une même variété de blé, la farine obtenue par mouture sur meule et sur cylindres. Les résultats expérimentaux sont rassemblés à la figure 1 et dans les tableaux 7 et 8.

6.1 - Rappeler la définition de la «farine entière», et comparer les farines entières obtenues selon les deux méthodes de mouture.

6.2 - Expliquer à quoi sont dues les différences d’aspect entre deux farines de type 110 obtenues selon les deux modes de mouture.

6.3 - Est-il possible d’obtenir une farine type 55 en réalisant une mouture sur meule ? Justifier votre réponse.

6.4 - Comment peut-on obtenir une farine de type 110 à partir d’une farine type 55 obtenue par une mouture sur cylindres ?

C – Lipides

1 – Présenter le constituant majeur des lipides du blé tendre (indiquer son nom, sa formule chimique).

Indiquer l’acide gras majoritaire du blé tendre (nom, formule chimique).

2 – Le tableau 9 indique une teneur en lipides plus élevée pour une farine de meule, pour une même variété et un même taux d’extraction. Expliquer pourquoi ?

3 – La présence de lipides dans les farines a des conséquences sur les propriétés organoleptiques des pains à la fois positive et négative. Indiquer lesquelles ?

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d’opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 3 / 15

4 – L'acidité grasse des farines peut être mesurée.

Que dose-t-on lors de cette analyse ? Quel est l'objectif de cette analyse ?

5 – La maturation des farines, en lien avec l'acidité grasse, permet une amélioration de la qualité technologique des farines, notamment une augmentation de la force boulangère. Expliquer de manière synthétique, le phénomène de maturation des farines et ses conséquences.

6 – A partir du tableau 10, construire un graphe montrant l'évolution de l'acidité grasse d'une farine issue d'une mouture sur cylindres ou sur meules.

Conclure quant à la durée de conservation.

II – INFLUENCE DU TAUX D'EXTRACTION (8 POINTS)

A – Activité amylasique

1 – Donner la définition d'une enzyme

2 – Présenter les amylases du blé tendre (nom, action sur l'amidon et produits obtenus)

Quel est leur rôle en panification ?

3 – Rappeler le principe du temps de chute de Hagberg. Des mesures ont été effectuées sur des farines issues du même blé, mais présentant des taux d'extraction différents (Tableau 11). Corréler ces observations à la morphologie du grain de blé.

4 – L'indice maltose correspond à la quantité de maltose libéré dans une farine pour des conditions de température et de temps déterminés.

Rappeler la structure du maltose.

Commenter la figure 2 et proposer une hypothèse explicative.

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 4 / 15

5 – Application

Une farine T 110 présente un indice de chute de Hagberg de 200 secondes.

5.1 - Quelle solution proposeriez-vous pour la panifier dans de bonnes conditions ? Justifier votre réponse.

5.2 - A partir de la liste de correcteurs donnés dans le tableau 12, quelle correction proposeriez- vous ? Justifier votre réponse.

B – Aspect nutritionnel

1 – Acide phytique

L'alimentation dans les pays développés a tendance à être carencée en fibres. Il existe donc un réel intérêt à consommer les céréales sous forme complète. Les enveloppes de graines de céréales sont une source de fibres et de minéraux. Mais paradoxalement, les farines complètes sont également plus riches en acide phytique, facteur antinutritionnel qui limite l'absorption des minéraux, zinc (Zn^{2+}), calcium (Ca^{2+}) et du fer ferrique (Fe^{3+}) pour les principaux. L'acide phytique diminue donc la valeur nutritionnelle des produits fabriqués à partir de ces farines.

1.1 - Le tableau 13 donne la teneur en acide phytique, en calcium et en zinc de farines et issues (d'après Le François, 1994). Commenter le tableau 13.

1.2 - Le tableau 14 donne la teneur en acide phytique de différents pains (d'après Le François, 1988 et Giovanelli & Polo, 1994). Commenter le tableau 14.

1.3 - Il existe une enzyme qui dégrade l'acide phytique : la phytase. Le tableau 15 donne le pH de différents pains ainsi que les concentrations en acide phytique correspondantes. Quelle est l'influence du pH sur la teneur en acide phytique ? Quelle explication peut-on proposer ?

1.4 - D'après les questions précédentes, proposer, en le justifiant, un diagramme de fabrication souhaitable pour diminuer la teneur en acide phytique.

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 5 / 15

2 – Index glycémique

L'index glycémique (IG) est défini comme la concentration en glucose dans le sang après l'absorption d'un aliment. Il s'avère que plus l'IG est faible plus les glucides contenus dans l'aliment seront digérés et absorbés lentement, et inversement. Il a été mis en évidence que l'absorption d'aliment à faible IG était bénéfique pour la santé (protection contre le diabète, l'hypercholestérolémie, protection contre les maladies cardiovasculaires, ...).

2.1 - Dans le tableau 17 sont rassemblés les résultats d'IG de quelques aliments dérivés de céréales.

Commenter et expliquer les résultats (on considérera l'effet de l'aération, du gluten, des fibres, de la composition de l'amidon).

2.2 - Donner les différences entre amylose et amylopectine.

Rappeler tous les événements biochimiques, de l'absorption au rassissement, qui se produisent au cours d'un traitement hydrothermique de l'amidon.

Corréler vos connaissances avec les résultats d'IG du tableau 16.

III – PANIFICATION AU LEVAIN (4 POINTS)

Les farines de meules ou complètes sont en général utilisées pour la fabrication de pains au levain naturel

A – Flore

1 – Comment fabrique t-on un levain naturel ?

2 – Quels sont les microorganismes qui constituent un levain naturel ? Décrire leur taille, forme, groupement, et type de cellule.

3 – Parmi les bactéries se trouvent des espèces homofermentaires et hétérofermentaires. Expliquer ces termes. Quels sont les produits formés dans chaque cas ?

4 – Donner l'allure des courbes de croissance de microorganismes en milieu renouvelé et en milieu non renouvelé.

Nommer et expliquer les différentes phases des courbes.

Un levain naturel utilisable en boulangerie correspond auquel de ces 2 cas ? Expliquer pourquoi ?

5 – Sur la figure 3 sont représentées les courbes de croissance des bactéries et des levures ainsi que l'évolution de l'acidité, du pH en panification. Commenter cette figure.

Sachant que pour utiliser un levain en panification, il faut que la population de bactéries soit supérieure à 10^9 germes/g de levain et que le nombre de levures soit supérieur à 10^7 germes/g de levain. Combien de temps faut-il pour que le levain soit apte à être utilisé en panification, seul ? Justifier votre réponse.

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 6 / 15

6 – Sur la figure 4 est représenté le protocole de préparation du levain. A quoi sert le «rafraîchi» ?

B – Aspect organoleptique

En panification, les protéases libèrent des acides aminés dans la pâte. Cette activité enzymatique influe sur les caractéristiques organoleptiques, car les acides aminés sont des précurseurs d'arômes, notamment de noisette et de grillé.

La figure 5 montre l'évolution de la quantité d'acides aminés dans la pâte au cours de la fermentation, pour différentes conditions opératoires.

1 - Commenter cette figure.

2 - Expliquer pourquoi la fermentation au levain permet le développement d'arômes type noisette et grillé.

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 7 / 15

Tableau 1 : Comparaison des taux de cendres (%matière sèche) obtenus à deux températures d'incinération, pour une farine et des sons

	<i>Farine méthode à 900°C</i>	<i>Farine méthode à 550°C</i>	<i>Sons méthode à 900°C</i>	<i>Sons méthode à 550°C</i>
Taux de cendres (% MS)	Essai 1 : 0.535 Essai 2 : 0.543	Essai 1 : 0.538 Essai 2 : 0.542	Essai 1 : 5.263 Essai 2 : 5.523	Essai 1 : 5.126 Essai 2 : 5.089
Observations expérimentales	Cendres vitreuses et translucides	Cendres floconneuses	Nombreux points noirs	Cendres floconneuses

Répétabilité – Ecart maximal entre 2 essais :

- 0,02 si le taux de cendres est inférieur ou égal à 1,00%
- 2% de la valeur moyenne si le taux de cendres est supérieur à 1,00%

Tableau 2 : Classement des farines par type, en fonction de leur taux de cendres

Dénomination	Taux de cendres (% de la matière sèche)
Type 45	au-dessous de 0,50
Type 55	de 0,50 à 0,60
Type 65	de 0,62 à 0,75
Type 80	de 0,75 à 0,90
Type 110	de 1,00 à 1,20
Type 150	au-dessus de 1,40

Tableau 3 : Composition chimique du blé (en % de la matière sèche)

	% du grain	Cellulose	Pentosanes	Sucres solubles	Amidon	Protéines	Lipides	Minéraux
Grain de blé entier	100	2 à 3.5	5.6 à 8.5	2.3 à 4.4	62 à 72	10 à 16	1.8 à 2.5	1.8 à 2.2
Enveloppes	8.3	40 à 60	30 à 50	-	-	5 à 12	0.5	4 à 10
Couche à aleurone	6.7	6 à 11	28 à 30	-	-	15 à 24	4 à 6	16 à 19
Albumen farineux	82	traces	1 à 3	0.1 à 0.8	78 à 83	9 à 15	0.7 à 2	0.3 à 0.8
Germe	3	2.2 à 4.5	5 à 12	15 à 20	15 à 25	25 à 32	10 à 20	4 à 6

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 8 / 15

Tableau 4 : Répartition de la teneur en matières minérales (% matière sèche) dans le grain (blés américains)

	<i>Variété Trumbul (1990)</i>	<i>Variété Tatcher (1990)</i>	<i>Variété Tenmarq (1990)</i>	<i>Variété Tenmarq (1992)</i>
Albumen central	0.28	0.34	0.50	0.33
Albumen externe	0.62	0.64	0.65	0.46
Albumen total	0.49	0.57	0.59	0.42
Grain entier	1.71	1.69	1.53	1.54

Tableau 5 : Taux de cendres (% matière sèche) de blés tendres français (type Hard) et d'importation (USA)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Blé français	2.02	1.76	2.08	1.97	1.96	2.06
Blé d'importation (USA)	1.80	1.75	1.76	1.76	1.79	1.81

Tableau 6 : Taux de cendres de quelques variétés de blé tendres français – Récolte 1991

(les différentes valeurs de taux de cendres pour un même blé correspondent à des lieux de culture différents)

Variété de blé	Taux de cendres (% matière sèche)
Talent	1.68
	1.76
	1.78
Arminda	1.69
	1.84
	1.90
Capitole	1.60
	1.78
Courtot	1.88
	1.98
Camp-Rémy	1.51
Castan	1.63
	1.71
	1.80

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 9 / 15

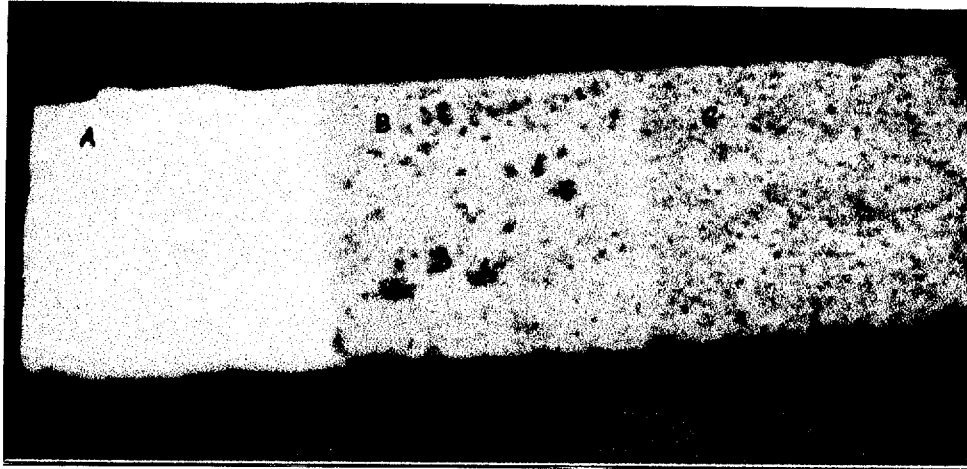


Figure 1 : Examen Pékar (humide) de trois farines

- A** : farine type 55 (mouture sur cylindres)
- B** : farine type 110 (mouture sur cylindres)
- C** : farine type 110 (mouture sur meules)

Tableau 7 : Résultats d'une mouture sur meules – Blé Soissons

Produit	Taux de cendres (% matière sèche)	Indice colorimétrique (Kent-Jones)
Farine entière	0,98	9,2
Remoulages	2,92	-
Sons	5,95	-

Tableau 8 : Résultats d'une mouture sur cylindres – Blé Soissons

Produit	Taux de cendres (% matière sèche)	Indice colorimétrique (Kent-Jones)
Farine entière	0,54	4
Remoulages blancs	3,62	9,5
Remoulages bis	4,95	11,8
FinsSons	6,43	-
Gros Sons	7,32	-

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 10 / 15

Tableau 9 : Influence du type de mouture sur la teneur en lipides (% de la matière sèche) de farine type 80 issues de différentes variétés de blés (récolte 1994)

Variété	Mouture sur cylindres	Mouture sur meules
Soissons	1,82	2,32
Thésee	1,75	2,08
Camp-Rémy	1,84	2,46

Tableau 10 : Evolution de l'acidité grasse (g H₂SO₄/100 g matière sèche) de farine type 80 au cours du stockage (température de stockage : 20 °C)

Variété : Soissons (récolte 1995)			Variété Camp-Rémy (récolte 1995)		
Durée stockage (jours)	Mouture sur cylindres	Mouture sur Meules	Durée stockage (jours)	Mouture sur cylindres	Mouture sur meules
0	0,002	0,002	0	0,003	0,003
10	0,005	0,009	10	0,007	0,007
20	0,011	0,021	25	0,015	0,035
40	0,018	0,037	40	0,022	0,049
60	0,024	0,052	70	0,033	0,063
90	0,027	0,061	90	0,038	0,065
120	0,033	0,062	110	0,041	0,067

Tableau 11 : Influence du taux d'extraction sur l'indice de chute Hagberg

Mélange blés meuniers A		Mélange blés meuniers B	
Taux de cendres (% matière sèche)	Indice de Chute (s)	Taux de cendres (% matière sèche)	Indice de Chute (s)
0,51	423	0,52	440
0,60	391	0,65	383
0,81	325	0,88	352
1,12	281	1,35	336
1,45	283		

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41	Page : 11 / 15

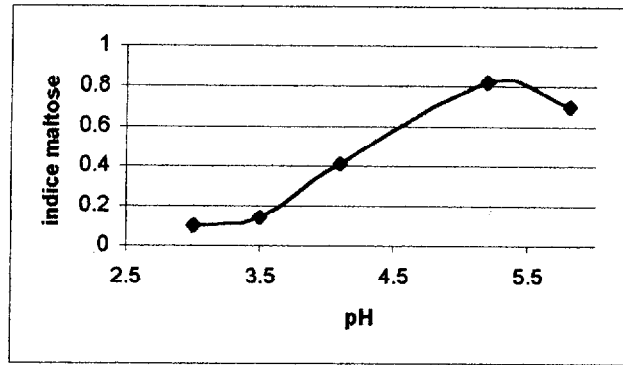


Figure 2 : influence du pH sur l'indice maltose (g/100 g de matière sèche)
(Conditions opératoires : température 30°C, durée 3 heures)

Tableau 12 : Additifs, auxiliaires technologiques et ingrédients autorisés dans les farines

- Acide ascorbique
- Levure désactivée
- Lécithine
- Farine de malt
- Amylases fongiques
- Levain sec déshydraté
- Gluten vital

Tableau 13 : Teneur en acide phytique, calcium et zinc de farines à différents taux d'extraction

	Acide phytique (mg/100g M.S.)	Calcium (mg/100g M.S.)	Zinc (mg/100g M.S.)
Farine type 45	140	17	0,69
Farine type 55	222	23	0,76
Farine type 150	942	-	-
Son de blé	4873	93	7,82
Farine seigle type 80	297	23	1,54
Farine seigle type 150	923	46	3,30

M.S : matière sèche

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 12 / 15

Tableau 14 : Teneur en acide phytique de différents pains

Produit	Acide phytique (mg/100g M.S.)
Pain français (farine type 55)	10
Pain complet (farine type 150)	493
Pain complet au levain (farine type 150)	79
Pain de seigle (farine type 80)	115
Pain de seigle (farine type 150)	470
Pain de seigle au levain (farine type 150)	40

M.S : matière sèche

Tableau 15 : teneur en acide phytique et pH des pains

Produit	Acide phytique (mg/100g M.S.)	pH pain
Pain blanc	20	5,58
Pain de seigle	470	6,10
Pain de seigle + <i>Lactobacillus brevis</i>	20	4,75
Pain de seigle + <i>Lactobacillus plantarum</i>	40	4,57

M.S : matière sèche

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	Coefficient : 4
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	Page : 13 / 15

Tableau 16 : Table d'index glycémique (IG) de différents produits céréaliers

Aliments	IG
Glucose	100
Baguette française	90
Pain blanc peu aéré	75 +/- 7
Pain blanc sans gluten	90 +/- 8
Pain complet	70 +/- 6
Pain à 70% de farine d'orge	69
Pain à 70% de farine d'orge à forte teneur en amylose	50 +/- 9
Riz riche en amylopectine	88 +/- 11
Riz riche en amylose	58 +/- 8

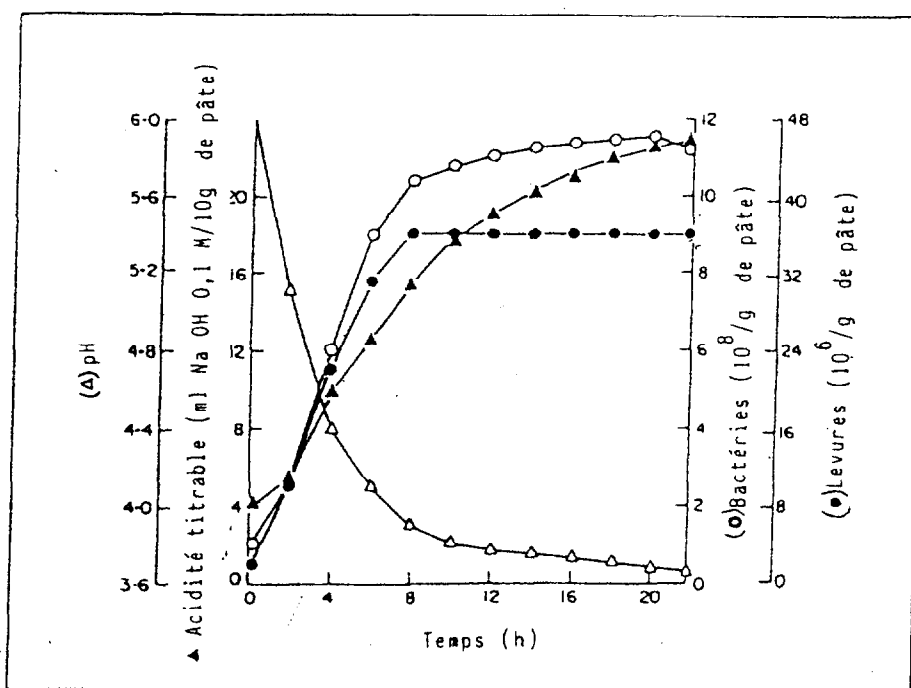


Figure 3 : Suivi de différents paramètres lors de l'élaboration d'un levain

B.T.S. : Industries Céréalières		
Session : 2003	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41	Page : 14 / 15

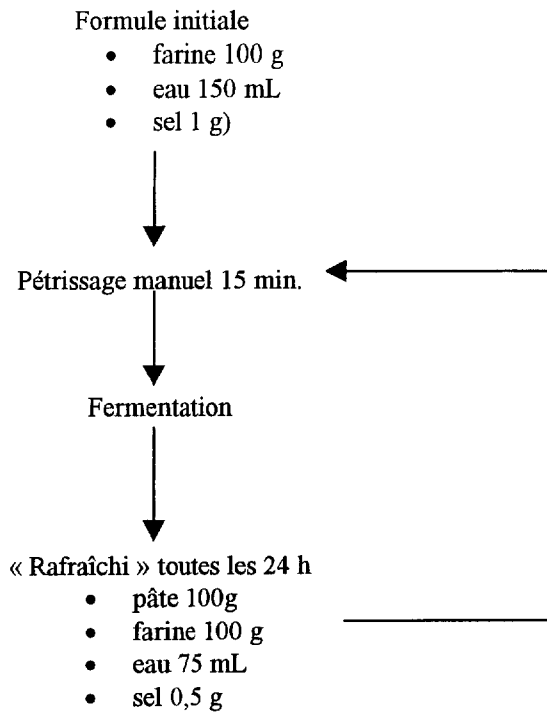


Figure 4 : Protocole de préparation du levain

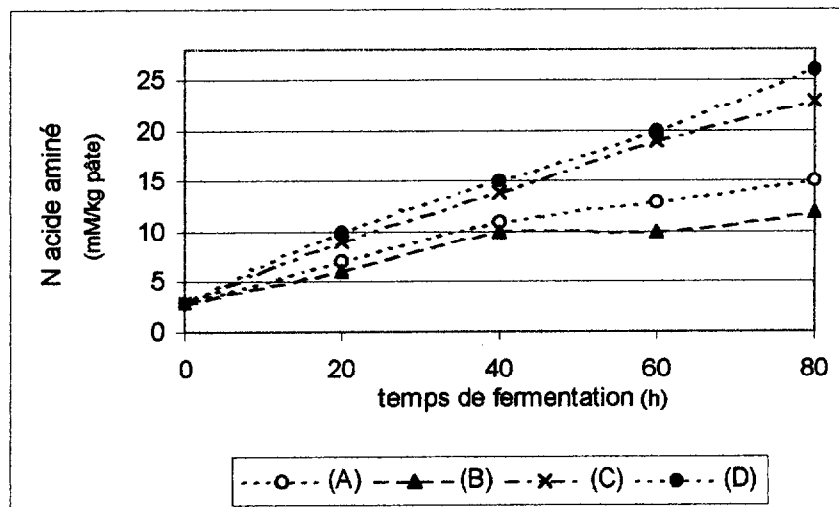


Figure 5 : Influence de la durée de fermentation sur la quantité d'acides aminés

- (A) : Témoïn (farine + eau)
- (B) : Témoïn + NaCl (2%)
- (C) : Témoïn + acide lactique (pH = 3.8)
- (D) : Témoïn + acide acétique (pH = 3.9)

Session : 2003	B.T.S. : Industries Céréalières	
	Durée : 4 heures	
Code : ICSBIO	Epreuve : Sciences biologiques, Biotechnologies et Réalisation pratique d'opérations techniques	Coefficient : 4
	<i>Première partie : Sciences Biologiques, Biotechnologie - U41</i>	