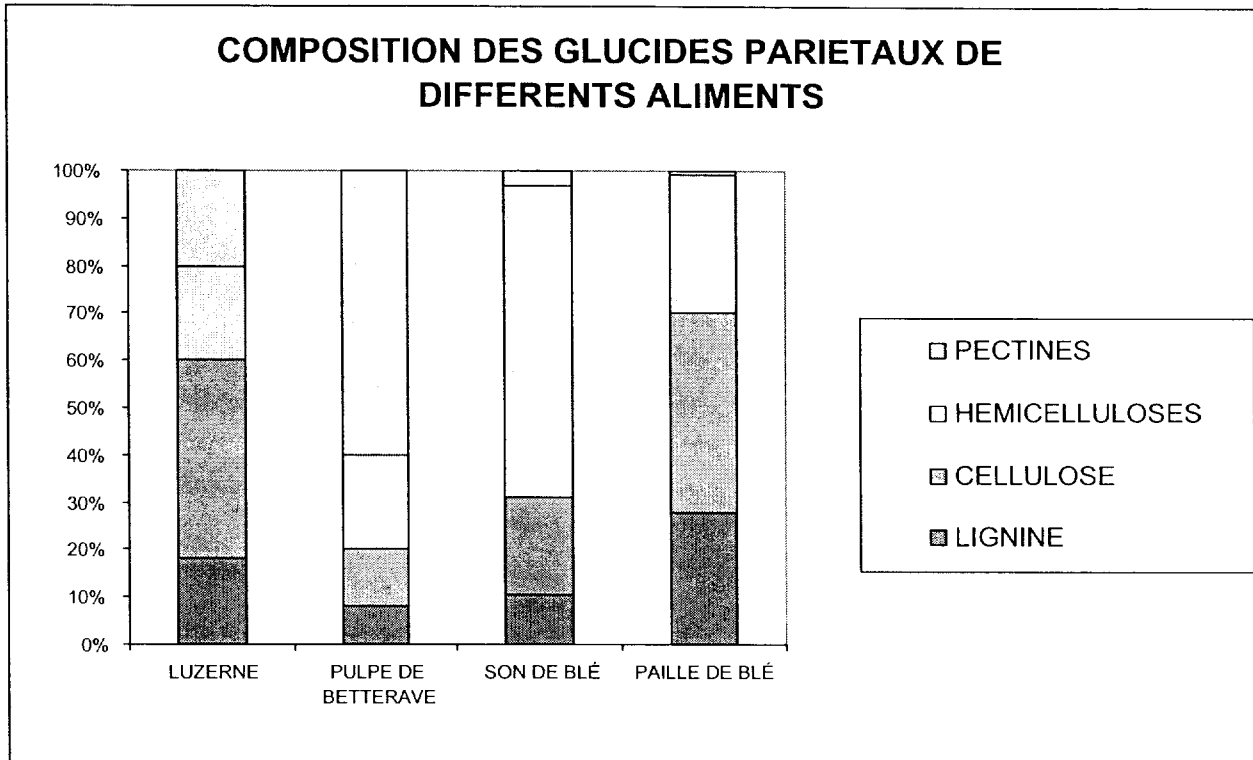


Document I-2 : Composition des glucides pariétaux de différents aliments



Document I-3 : Cinétique de la dégradation de quelques fourrages et aliments concentrés mesurée dans des sachets suspendus dans le rumen.

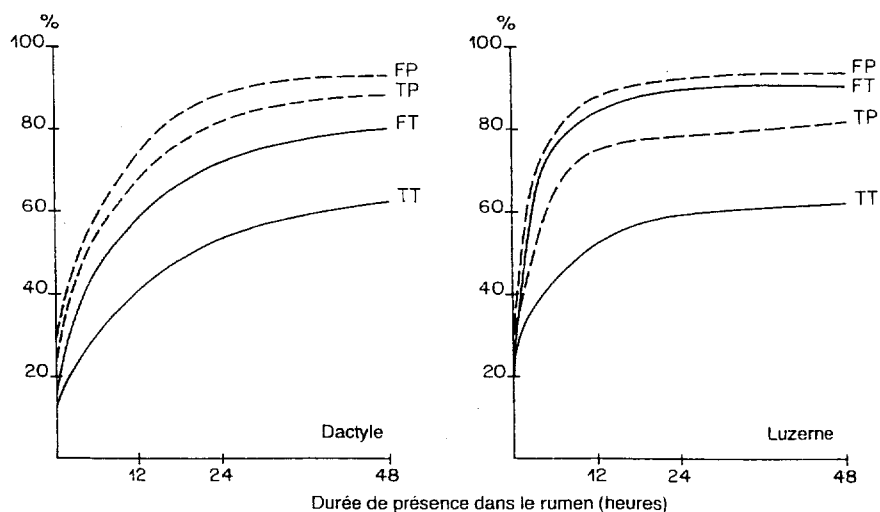
I-3a

F : limbes foliaires de dactyle (graminée) ou feuilles de luzerne.

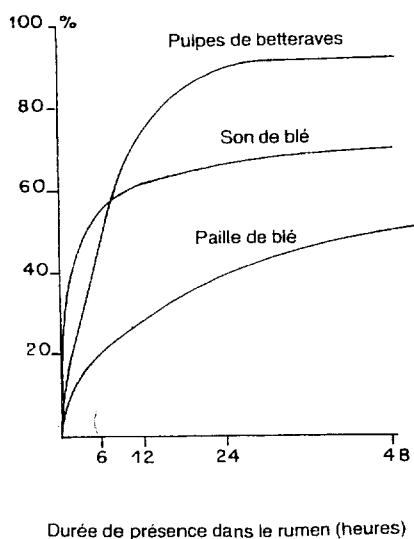
T : tiges de dactyle ou de luzerne.

P : stade précoce (1^{er} cycle de végétation).

T : stade tardif (1^{er} cycle de végétation).



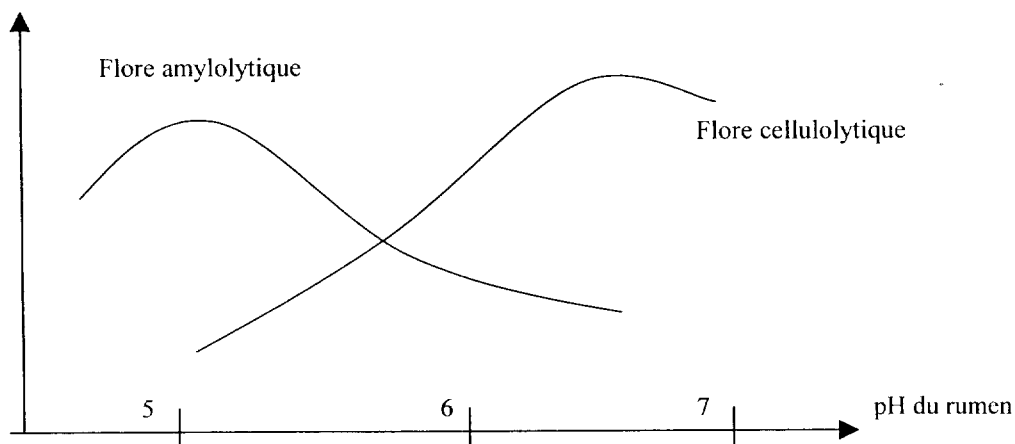
I-3b



BTS INDUSTRIES CEREALIERES		Session 2005
Sciences biologiques, biotechnologie et réalisation pratique d'opérations techniques		ICSBIO
<i>Première partie : Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41</i>		
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 8/16

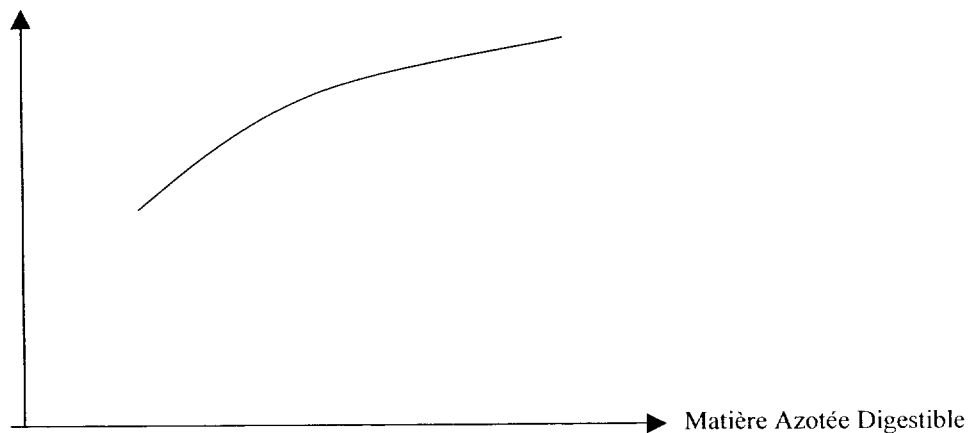
Document I-4 : Activité de la flore, selon le pH

Activité de la flore



Document I-5 : Digestibilité de la cellulose, selon la teneur en matière azotée digestible

Digestibilité de la cellulose

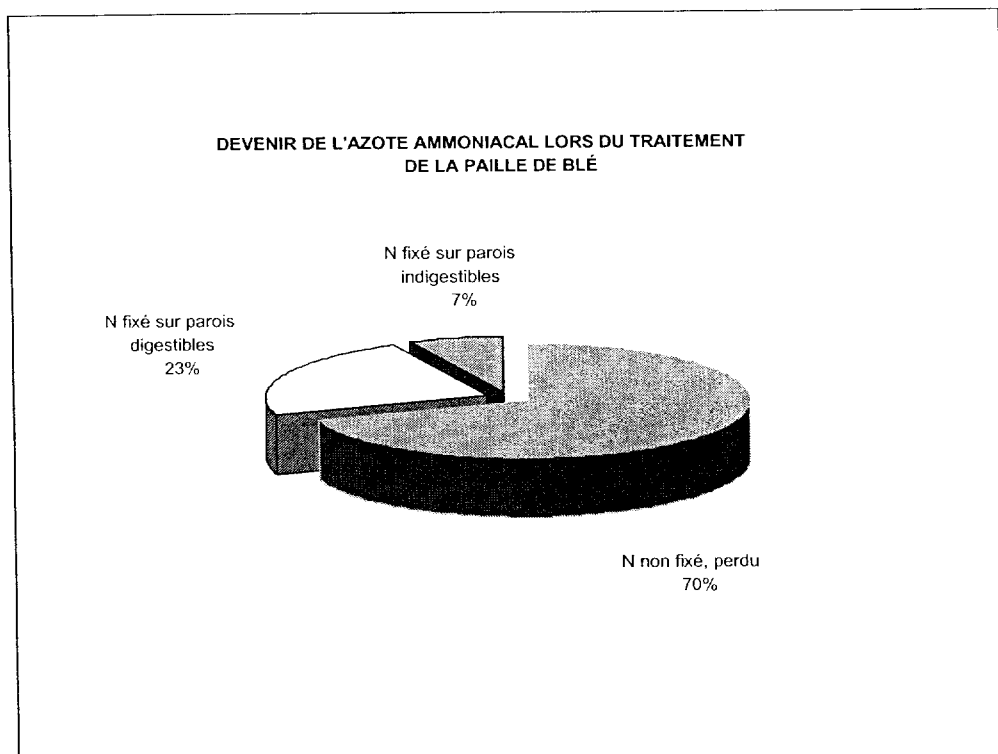


BTS INDUSTRIES CEREALIERES		Session 2005
Sciences biologiques, biotechnologie et réalisation pratique d'opérations techniques		ICSBIO
<i>Première partie : Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41</i>		
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 9/16

Document I-6 : Effet du traitement de la paille sur ses caractéristiques nutritionnelles

Paramètres	Paille Non traitée	Paille Traitée
MAT (% MS)	3-5	9-10
MAD (g/kg MS)	0	30-40
UFL (par kg MS)	0,40	0,55
PDIN (g /kg MS)	22	44
PDIE (g /kg MS)	44	55

Document I-7 : Devenir de l'azote lors du traitement de la paille de blé



Document II-1 : Effet de l'ajout d'arabinoxylanes sur les propriétés rhéologiques de la pâte, mesurées avec le farinographe Brabender (absorption et temps de développement)
 Les farines sont fabriquées à partir de blés canadiens (variétés CWRS et CPS)

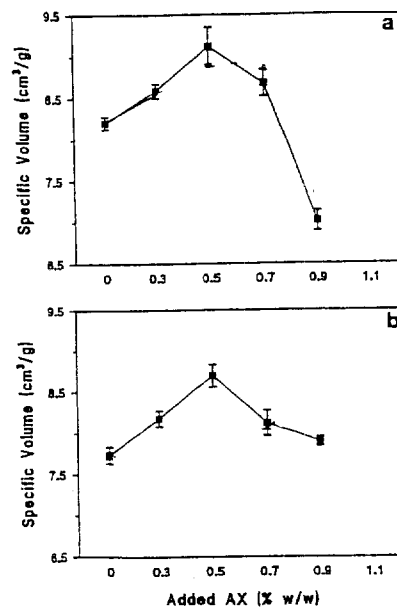
Sample	Farinograph absorption (%)		Dough development time (min)	
	CWRS	CPS	CWRS	CPS
Control	60.0	58.0	5.0	4.0
+0.5% AX (arabinoxylanes)	62.5	60.0	5.5	5.0
+0.9% AX	65.0	63.0	6.0	6.0
+1.3% AX	67.0	65.6	8.5	7.0

Document II-2 : Effet de l'ajout d'arabinoxylanes sur la teneur en eau du pain

Sample	Moisture content in crumb (%)		
	0.5 h	75 h	192 h
Control	31.3	28.7	28.1
+2% AX	35.2	32.7	31.9

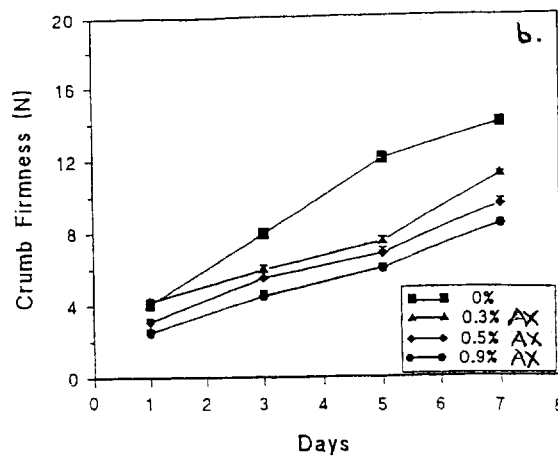
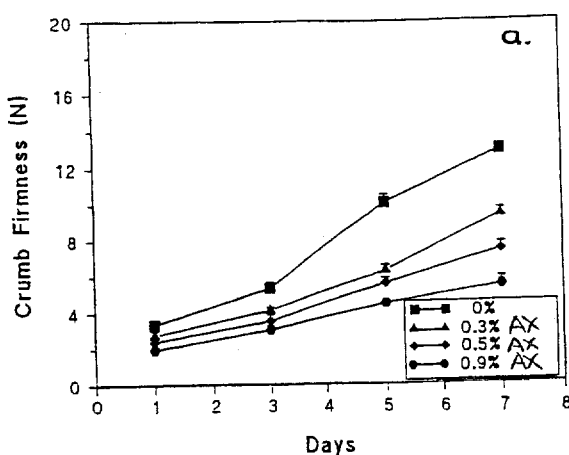
Document II-3 : Effet de l'ajout d'arabinoxylanes sur le volume spécifique du pain

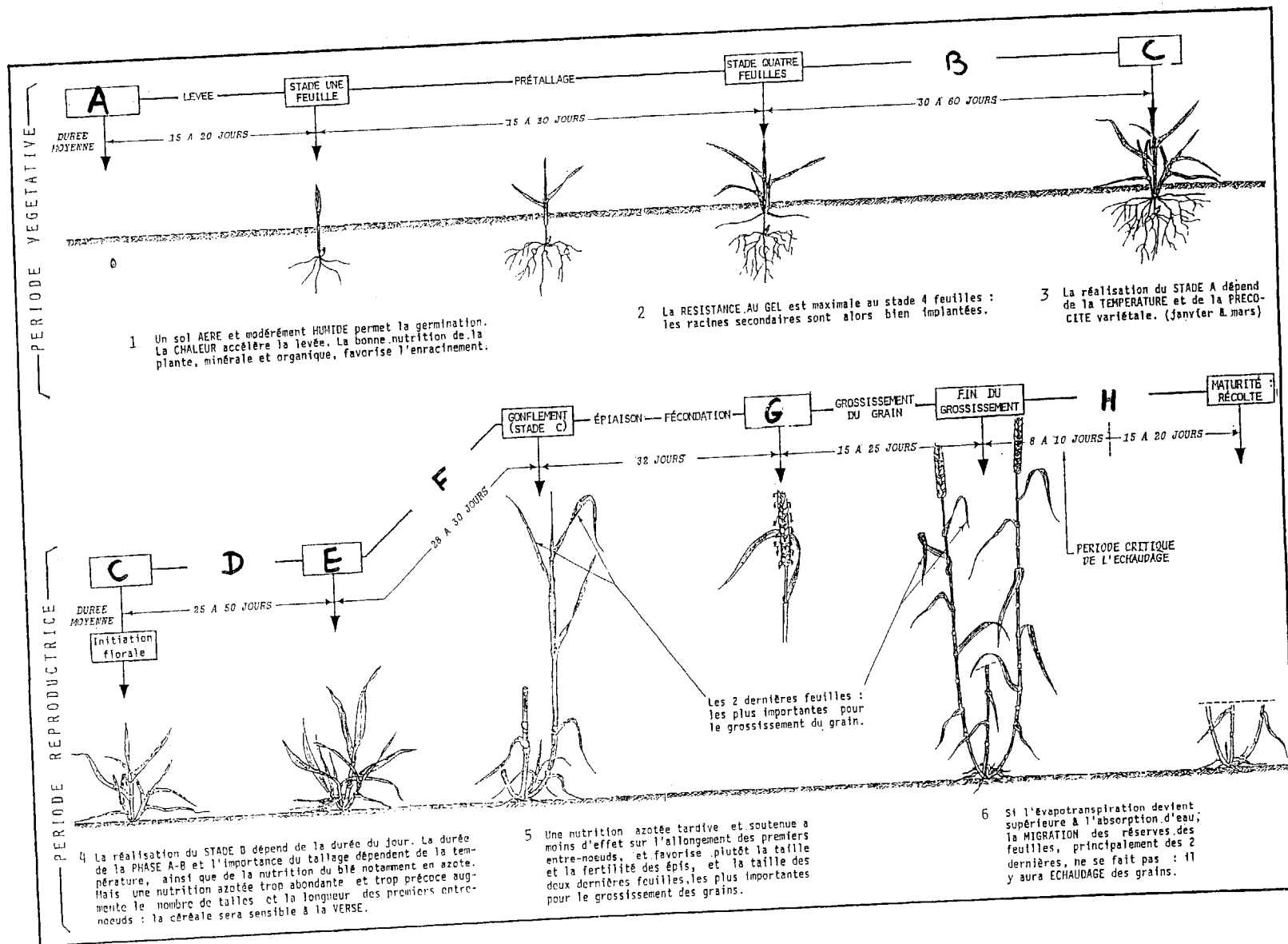
a : pains fabriqués à partir de blé CWRS – b : pains fabriqués à partir de blés CPS



Document II-4 : Effet de l'ajout d'arabinoxylanes (HMW) sur l'évolution de la fermeté de la mie au cours du stockage du pain.

a : pains fabriqués à partir de blé CWRS – b : pains fabriqués à partir de blés CPS





Document III-1 : Les étapes du développement de céréales - exemple du blé

Document III-2 : Le maïs transgénique résistant à la pyrale favorise-t-il l'apparition de résistances chez les insectes ? D'après Guy Riba et Josette Chaufaux, INRA

« La culture du maïs en France représente près de 3 millions d'hectares. Cette plante, originaire d'Amérique centrale, ne peut se croiser avec aucune autre espèce en métropole et en Europe. Tous les maïs cultivés sont des hybrides dont les semences sont achetées chaque année à des firmes spécialisées. Le principal ravageur en France est la pyrale du maïs, le Lépidoptère *Ostrinia nubilalis*, dont les différentes populations présentent 1 à 3 générations par an suivant les régions....

A l'heure actuelle, la protection des cultures de maïs contre les attaques de la pyrale est assurée par un traitement chimique annuel et concerne 500 000 à 600 000 ha. Les principaux produits utilisés sont des insecticides de la famille des pyrèthrinoides de synthèse, des organo-phosphorés ou des benzoyl-urées. Des procédés non chimiques existent mais sont peu développés. Leur emploi couvre à peine 15 000 à 20 000 ha par an....

Le maïs Bt

Des variétés de maïs ont été transformées par des firmes privées pour produire dans leurs tissus, la toxine Cry 1Ab de *Bacillus thuringiensis* (Bt), active contre la pyrale du maïs. Cette stratégie de lutte offre plusieurs avantages :

- la toxine Cry 1Ab n'est active que sur les insectes. Elle agit sur un mécanisme biologique n'existant pas chez les mammifères et aucune toxicité n'a été mise en évidence, ni pour les animaux domestiques ni pour l'homme ;
- la toxine est produite principalement dans les parties vertes de la plante, qui ne sont jamais consommées par l'homme ;
- les premiers essais ont montré une remarquable efficacité ;
- dès leur éclosion, les chenilles sont immédiatement en contact avec la toxine. Elles sont ainsi éliminées avant d'avoir pu provoquer des dégâts, avantage important car les larves vivent à l'intérieur de la plante et sont difficiles à atteindre dans la suite de leur vie larvaire ;
- la toxine insecticide produite dans la plante est protégée des conditions climatiques qui lui sont défavorables, pluie ou rayonnements ultraviolets.

En 1995, la culture du maïs transgénique a été autorisée aux Etats-Unis et en novembre 1997 en France....

Certaines questions se sont posées avant la mise sur le marché :

- quelles sont les conditions de limites d'efficacité de ces variétés ?
- existe-t-il des risques de contournement par la sélection d'insectes résistants ?
- y a-t-il des effets non intentionnels ?

→Les limites d'efficacité

On sait que les différentes populations de pyrale sont plus ou moins sensibles à Bt....

→Les risques de contournement

L'apparition de pyrales résistantes à la toxine de Bt priverait les agriculteurs d'un moyen de lutte pratique et non polluant. Toutefois, à l'heure actuelle, les préparations biopesticides à base de cette bactérie ne sont pas utilisées en maïsiculture et il serait donc possible très facilement de revenir à la lutte actuelle.

Par ailleurs, ce risque de sélection n'occasionnerait pas de risque majeur pour la protection des autres cultures susceptibles d'être attaquées par la pyrale, qui est contrôlable par plusieurs molécules chimiques....

Comme pour les insecticides chimiques, l'effet des maïs Bt n'est dû qu'à une seule molécule, cependant les risques de sélection de populations de pyrale résistantes à Bt sont en principe plus élevés que dans le cas des insecticides chimiques, car tous les insectes qui ont consommé du maïs transgénique ont été en contact avec la toxine. La probabilité et la vitesse de sélection d'insectes résistants dépendent :

- du nombre de générations ;
- de la concentration de la toxine dans la plante ;
- de la fréquence initiale et de la « force » des éventuels gènes de résistance dans les différentes populations de pyrale ;

BTS INDUSTRIES CEREALIERES	Session 2005
Sciences biologiques, biotechnologie et réalisation pratique d'opérations techniques	ICSBIO
Première partie : Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41	
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 13/16

- de la fréquence des accouplements des survivants d'un champ transgénique avec les papillons issus des champs voisins non transgéniques ;
- du coût biologique d'acquisition de la résistance (femelles moins fécondes, développement plus lent...).

On ne connaît pas d'effets non intentionnels néfastes prévisibles sur les prédateurs naturels de la pyrale. Au contraire, on peut penser que l'utilisation de maïs Bt permettra le développement d'auxiliaires jusque là tués par les traitements chimiques. Peu à peu, ils contribueront mieux à la régulation des populations de ravageurs....

Document III-3 : Maïs avec protection incorporée contre les parasites

La larve de la pyrale du maïs est un parasite très redouté des agriculteurs. A peine sortie de l'œuf, elle perce la tige et, jusqu'à sa transformation en chrysalide, ronge la plante de l'intérieur, causant ainsi des dégâts substantiels: 7% de la récolte mondiale de maïs, c'est-à-dire 40 millions de tonnes, sont perdus chaque année. Dans certaines régions d'Amérique du Nord et d'Europe, les pertes s'élèvent jusqu'à 20% des récoltes.

Pour lutter contre ce fléau, l'agriculture traditionnelle emploie des insecticides ou des produits biologiques (produits phytosanitaires). On sait depuis bientôt un siècle que *Bacillus thuringiensis* (Bt), une bactérie du sol, produit naturellement une protéine dont l'effet sur certaines larves d'insectes est mortel. Par contre, la protéine Bt est inoffensive pour d'autres insectes, pour les animaux et pour l'homme. A l'instar d'autres protéines ingérées lors de l'alimentation quotidienne, elle est digérée dans l'estomac. Depuis plus de 40 ans, les spores de cette bactérie du sol entrent dans la fabrication d'insecticides Bt utilisés en agriculture et même dans les cultures biologiques. Cependant, les insecticides traditionnels ne permettent pas de protéger suffisamment les plantes de maïs contre ce ravageur. Dès que la larve se trouve dans la tige, elle est hors d'atteinte des produits pulvérisés. De plus, l'insecticide est emporté par l'eau de pluie, ce qui oblige à pulvériser plusieurs fois.

Un maïs génétiquement modifié capable de produire la protéine Bt lui-même a été développé au début des années nonante. Après avoir isolé le gène contenant le plan de construction de la toxine insecticide, à savoir la protéine Bt, les chercheurs l'ont introduit dans le matériel génétique d'une cellule de maïs. La cellule génétiquement modifiée a ensuite été amenée, en laboratoire, à se développer en une plante complète capable de produire la protéine Bt dans ses cellules. Les nouvelles sortes de maïs Bt ont été conçues de manière à ce que la toxine ne soit produite que par les parties vertes de la plante et non par les graines.

L'avantage du maïs Bt réside dans le fait que la plante se protège elle-même contre son parasite, ce qui permet de pulvériser moins d'insecticide et de réduire ainsi la pollution de l'environnement, de simplifier l'exploitation des cultures de maïs et de réduire les pertes de récolte. Plusieurs études de terrain ont en outre montré que les insectes utiles, comme le papillon monarque, sont mieux protégés dans les champs de maïs Bt que dans les champs où l'on pulvérise moins d'insecticides chimiques spécifiques. En raison de son succès, le gène Bt a été introduit dans d'autres plantes, telles que la pomme de terre, le riz et le coton. L'avantage écologique de cette mesure est impressionnant, notamment en ce qui concerne le coton: la quantité d'insecticide utilisée dans les cultures traditionnelles a pu être réduite de 80% (au max.).

Le maïs Bt présente également des avantages sur le plan de la santé. Les épis infestés de larves de pyrale sont souvent simultanément infectés par des champignons producteurs de toxines nuisibles à la santé, les mycotoxines. Or, plus le plant de maïs est capable de résister aux larves de la pyrale, moins il y a de toxines fongiques dans les épis après la récolte. Plusieurs études ont montré que dans le maïs Bt la concentration de mycotoxines est réduite de 90% (au max.) par rapport au maïs traité traditionnellement.

BTS INDUSTRIES CEREALIERES		Session 2005
Sciences biologiques, biotechnologie et réalisation pratique d'opérations techniques		ICSBIO
Première partie : Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41		
Coefficient : 4	Durée : 4 heures	Page : 14/16

Document III-4 : La toxine du maïs transgénique Bt a contaminé des sédiments fluviaux Par Pauline Gravel

Paris - Alors que l'on clame partout que les organismes génétiquement modifiés (OGM) comme le maïs Bt auraient l'avantage de réduire l'usage des pesticides, dont on dénonce les effets nocifs sur la santé et l'environnement, une étude récente menée au Québec révèle une forte contamination des sédiments du fleuve Saint-Laurent par la toxine du maïs transgénique Bt résistant à la pyrale. Ces résultats troublants ont été cités par Jean-François Narbonne, professeur de toxicologie à l'Université de Bordeaux lors d'un colloque international intitulé «OGM et alimentation: peut-on évaluer des bénéfices pour la santé?» qui débutait hier à l'Institut Pasteur à Paris.

Rappelons que le maïs Bt produit son propre insecticide grâce à l'insertion d'un gène issu de la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt) vivant dans le sol, laquelle bactérie était déjà utilisée comme biopesticide. Ce gène est en effet responsable de la synthèse d'une protéine toxique pour divers insectes, tels que la pyrale et les diptères (maringouins et mouches).

«Appliqué sous forme d'aérosol ou intégré dans un OGM, l'insecticide Bt nous apparaissait particulièrement intéressant, puisqu'il s'agit d'une protéine qui se dégrade rapidement, contrairement aux pesticides chimiques qui s'accumulent dans l'environnement», explique Jean-François Narbonne. Les observations effectuées par des scientifiques du Centre Saint-Laurent d'Environnement Canada et de l'Institut de recherche en biotechnologie à Montréal, le laissent toutefois perplexes quant à l'innocuité environnementale de ce maïs transgénique.

Les scientifiques québécois ont prélevé des échantillons d'eau de surface et de sédiments à proximité de champs de maïs transgénique Bt, situés en bordure de la rivière Richelieu. Soit dit en passant, l'essentiel de la production du maïs Bt (qui représente 40 % de la culture totale de maïs) au Québec s'effectue sur la rive sud du Saint-Laurent le long des trois principaux affluents que sont les rivières Châteauguay, Richelieu et Yamaska.

Or, «les scientifiques ont observé que les sédiments puisés dans le Saint-Laurent [à l'embouchure du Richelieu] contenaient des concentrations cinq fois plus élevées de la toxine Bt que les eaux de drainage et les sédiments environnant les terres agricoles», précise Jean-François Narbonne. Une telle accumulation dans le Saint-Laurent porte à croire que «les racines du maïs Bt transmettent carrément la séquence génétique à d'autres bactéries du sol qui sécrètent à leur tour l'insecticide Bt, explique le professeur de Bordeaux. Ou peut-être que la granulométrie particulière des sédiments du Saint-Laurent retient mieux la séquence codante».

À cette hypothèse peu rassurante, Jean-François Narbonne ajoute que les vers de terre écopent de cette pollution OGM, car l'étude québécoise montre que cette faune bénéfique est particulièrement vulnérable aux effets toxiques de l'insecticide Bt.

Ces révélations ternissent un peu plus le blason du maïs Bt dont la réputation avait déjà été écorchée par les résultats d'une étude montrant que cette variété de maïs empoisonnait non seulement la pyrale mais également les papillons monarques.

Jean-François Narbonne souligne quant à lui qu'il sera désormais nécessaire de porter attention à cette possible pollution racinaire lors de l'évaluation des nouveaux OGM.

BTS INDUSTRIES CEREALIERES	Session 2005
Sciences biologiques, biotechnologie et réalisation pratique d'opérations techniques	ICSBIO
Première partie : Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41	
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 15/16

Document III-5 : Comparaison de l'efficacité de différents traitements contre la pyrale du maïs - pourcentage de mortalité larvaire en fonction de la date d'infestation (d'après Laloata et cl., 1996).

Date d'infestation	Pourcentage de mortalité larvaire	
	Maïs Bt	Insecticide chimique : chlorpyrifos-éthyl
24 juin	100%	72%
8 juillet	100%	98%
22 juillet		73%
6 août	100%	
20 août	93%	

BTS INDUSTRIES CEREALIERES	Session 2005
Sciences biologiques, biotechnologie et réalisation pratique d'opérations techniques <i>Première partie : Sciences biologiques, biotechnologie – U. 41</i>	ICSBIO
Coefficient : 4	Durée : 4 heures
	Page : 16/16