



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES**  
**ET LES BIO-INDUSTRIES**

**E3 – BIOCHIMIE-BIOLOGIE**

**SESSION 2014**

Durée : 4 heures

Coefficient : 5

**Matériel autorisé :**

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire N°99-186 du 16 novembre 1999).

**Matériel à fournir :**

Une feuille de papier millimétré.

**Documents à rendre avec la copie :**

- Annexe A page 13/15
- Annexe B page 14/15
- Annexe C page 15/15

Les trois parties sont à traiter sur **3 COPIES DIFFÉRENTES**

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

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2014
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH Page : 1/15

# BTS QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET BIO-INDUSTRIES

Session 2014

## E3 – Biochimie-Biologie

### UTILISATION DE LA TRANSGÈNESE POUR L'AMÉLIORATION DES PRODUITS ANIMAUX ET VÉGÉTAUX

La transgénèse correspond à la modification du génome d'un organisme par génie génétique. Elle permet une intégration stable de l'ADN exogène et peut être réalisée dans des microorganismes, des cellules de plantes ou d'animaux.

#### PARTIE MICROBIOLOGIE (40 POINTS)

##### LES OUTILS DE LA TRANSGÈNESE

#### 1. LES DIFFÉRENTS MICROORGANISMES UTILISÉS POUR LA TRANSGÈNESE (3 points)

L'annexe A présente un tableau de comparaison des différents organismes utilisés pour la transgénèse. Pour chaque ligne, inscrire une croix dans les cases correspondant à une réponse positive pour les organismes concernés.

#### 2. SYNTHÈSE D'UNE PROTÉINE ANIMALE PAR *ESCHERICHIA COLI* (7 points)

L'annexe B présente la synthèse par *Escherichia coli* d'une protéine animale extraite des bactéries par choc osmotique.

2.1. Compléter le schéma de l'annexe B en inscrivant dans chaque cadre le nom de l'action désignée par la flèche (extraction et ouverture du plasmide, synthèse de protéine, extraction des gènes, réinsertion du plasmide, insertion des gènes).

2.2. Expliquer ce qu'est un choc osmotique et ses conséquences sur la cellule bactérienne.

2.3. Les bactéries possèdent un élément structural les protégeant des chocs osmotiques. Citer cette structure bactérienne. Donner un moyen utilisé pour détruire cette structure.

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2014
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH Page : 2/15

### 3. LE PLASMIDE D'*ESCHERICHIA COLI*, SUPPORT DU TRANSFERT DE MATÉRIEL GÉNÉTIQUE (11 points)

3.1. Définir un plasmide. Préciser ses principales caractéristiques.

3.2. Représenter une partie de la molécule support de l'information génétique (les formules développées ne sont pas demandées).

3.3. Citer le nom du mécanisme et la structure bactérienne permettant le transfert direct d'un plasmide d'une bactérie à une autre.

3.4. L'expérience donnée en annexe 1 permet la mise en évidence du transfert de gènes grâce à un vecteur plasmidique.

3.4.1. Donner les principales caractéristiques d'un antibiotique.

3.4.2. Préciser la technique utilisée pour déterminer la sensibilité ou la résistance d'une bactérie à un antibiotique.

3.4.3. Indiquer le type de résistance obtenue grâce à la présence de ce plasmide dans la cellule bactérienne.

3.4.4. Les résultats de l'expérience montrant le transfert de gènes sont résumés en annexe 1. Interpréter les résultats.

### 4. UTILISATION DES CELLULES D'*ESCHERICHIA COLI* (9 points)

Les cellules d'*Escherichia coli* utilisées sont en phase exponentielle de croissance.

4.1. À partir des données du tableau suivant, tracer la courbe  $\ln DO = f(t)$ .

La mesure de la densité optique (DO), encore appelée atténuation, permet d'évaluer la concentration cellulaire en bactéries.

t (min)	DO	t (min)	DO	t (min)	DO	t (min)	DO
0	0,120	75	0,390	150	1,122	225	1,250
15	0,120	90	0,496	165	1,18	240	1,250
30	0,146	105	0,626	180	1,260		
45	0,212	120	0,825	195	1,260		
60	0,278	135	0,956	210	1,260		

4.2. Délimiter et nommer les phases de la croissance d'*Escherichia coli* sur cette courbe. Commenter brièvement chacune des phases repérées.

4.3. Définir et déterminer graphiquement le temps de génération du microorganisme. Commenter la valeur obtenue. Argumenter l'intérêt d'utiliser *Escherichia coli* pour la transgénèse.

## 5. TRANSFERT DE GÈNES ET PRODUITS VÉGÉTAUX

(10 points)

Une alternative à l'utilisation intensive d'insecticides consiste à introduire, dans les cellules d'une plante, un gène d'une bactérie, *Bacillus thuringiensis*. Il s'agit d'un bacille Gram + qui synthétise lors de la sporulation un « cristal protéique » ou « corps parasporal » dont l'électronographie est présentée dans le document 2 de l'annexe 2. Ce cristal présente un effet toxique sur les insectes présents sur les cultures de maïs et de coton. L'implantation du gène dans la plante lui permet de fabriquer cette toxine responsable de la mort de l'insecte dévastateur.

5.1. Le document 1 de l'annexe 2 montre les liens entre la croissance, la sporulation et la production de toxine par *Bacillus thuringiensis*.

5.1.1. Analyser et interpréter les courbes.

5.1.2. Le document 2 de l'annexe 2 montre une électronographie de *Bacillus thuringiensis* contenant une endospore.

Tracer un schéma annoté d'une spore bactérienne.

5.2. L'étude de *Bacillus thuringiensis* a permis de mettre en évidence l'existence de bactéries lysogènes productrices de corps parasporal.

5.2.1. Expliciter le terme « lysogénie ». Indiquer comment elle peut être mise en évidence.

5.2.2. La lysogénie fait intervenir l'élément représenté sur l'annexe C.  
Annoter et titrer l'annexe C.

5.2.3. Proposer une explication possible de la production de toxine par les cellules de *Bacillus thuringiensis* lysogènes.

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2014
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH Page : 4/15

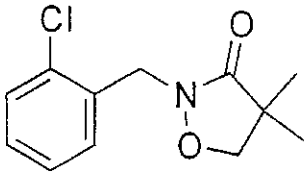
PARTIE TOXICOLOGIE (20 POINTS)

LES CONSÉQUENCES DE LA TRANSGÈNE CHEZ LES VÉGÉTAUX

D'après leurs concepteurs, un des avantages des végétaux transgéniques est que leur utilisation permet de limiter les produits phytosanitaires en plein champ. La clomazone appartient à la famille chimique des isoxazolidinones et entre dans la composition de mélanges désherbants utilisés pour les cultures de colza. Sa fiche de sécurité indique :

Nom chimique : 4,4-diméthyl-1,2-oxazolidin-3-one

FORMULE DEVELOPPEE :



Formule brute :  $C_{12}H_{14}ClNO_2$   
Masse molaire =  $239,7 \text{ g.mol}^{-1}$   
LMR européenne (Directive 2002/79/CE) : colza =  $0,02 \text{ mg.kg}^{-1}$   
DL 50 per os chez le rat =  $5000 \text{ mg.kg}^{-1}$   
DJT =  $0,043 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$

Les valeurs de LMR, DL 50 et DJT sont déterminées grâce à des études de toxicologie.

1. Définir la DL 50. Indiquer à quel type de toxicité elle est associée.
2. Représenter cette valeur sur un graphique de votre choix, en identifiant les axes.
3. La DJT est calculée à partir de la DSE (NOAEL).
  - 3.1. Donner la signification et définir DSE et DJT.
  - 3.2. Indiquer si le type de toxicité explorée est le même que pour la DL 50. Justifier la réponse.
4. Calculer en mole la quantité de clomazone qu'un individu de 60 kg devrait consommer quotidiennement pour atteindre la DJT.
5. À partir de la DJT, déterminer la valeur de la DSE chez le rat. Justifier le calcul.
6. Donner la signification du sigle LMR et expliciter le mot représenté par la lettre « R ».
7. La protection du consommateur conduit à rechercher l'AJMT (Apport Journalier Maximum Théorique). Ce calcul prend en compte la LMR. Proposer un autre paramètre à prendre en compte. Préciser l'intérêt de la détermination de l'AJMT.

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2014
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH Page : 5/15

## PARTIE BIOCHIMIE (40 POINTS)

### LES PRODUITS DE LA TRANSGENÈSE

Des laits présentant des caractéristiques nutritionnelles améliorées sont obtenus par transgénèse.

#### 1. UN LAIT DE MEILLEURE DIGESTIBILITÉ (16,5 points)

La modification des quantités relatives de caséines a permis de produire, par réduction de la taille des micelles, un lait de vache présentant une meilleure digestibilité (et une meilleure stabilité thermique).

##### 1.1. Constituants protéiques

1.1.1. Calculer en  $\text{g.L}^{-1}$  la teneur en caséine kappa d'un lait de vache modifié par transgénèse. Comparer la valeur avec celle d'un lait ordinaire.

Données :

- pour un lait modifié par transgénèse la caséine kappa représente 18% des caséines et la concentration totale en caséines est inchangée.

- tableau de composition du lait de vache ordinaire :

eau ( $\text{g.L}^{-1}$ )	lipides ( $\text{g.L}^{-1}$ )	protéines ( $\text{g.L}^{-1}$ )				glucides ( $\text{g.L}^{-1}$ )	minéraux ( $\text{g.L}^{-1}$ )
		totales	caséines	caséine kappa	lactosérum		
900	35 - 40	30 - 35	27 - 30	3,5	3 - 4	45 - 50	8 - 10

1.1.2. Préciser la nature biochimique des molécules présentées sur l'annexe 3.

1.1.3. À l'aide des annexes 3 et 4, établir la séquence semi-développée de cette molécule pour les résidus 16 à 19. Désigner le niveau de la structure établie.

1.1.4. Nommer les liaisons impliquées dans cette structure et indiquer deux caractéristiques essentielles de ces liaisons.

1.1.5. La caséine kappa renferme deux résidus de cystéine qui peuvent établir un pont disulfure. Représenter sur la copie, à l'aide de l'annexe 3, deux molécules de cystéine liées par un pont disulfure.

1.1.6. La caséine kappa est une molécule qui renferme 5% de glucides dont du galactose. Représenter une molécule de galactose en configuration  $\beta$ .

1.1.7. Citer le nom des enzymes impliquées dans la digestion des peptides et des protéines. Localiser leurs lieux d'action sur la structure réalisée en question 1.1.3.

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2014
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH Page : 6/15

## 1.2. Structure micellaire

Les caséines s'organisent en submicelles qui s'associent en une micelle de caséine.

1.2.1. Établir un schéma mettant en évidence les régions hydrophile et hydrophobe d'une submicelle.

1.2.2. Sachant que pour la caséine kappa la partie N-terminale forme un domaine hydrophobe et que la partie C-terminale forme un domaine hydrophile, représenter dans la submicelle une molécule de caséine kappa en localisant les deux domaines.

1.2.3. L'augmentation de la teneur en caséine kappa dans un lait provoque la réduction de la taille des micelles présentes. Proposer une hypothèse permettant d'expliquer la meilleure digestibilité du lait modifié.

## 2. UN LAIT DE MEILLEURE QUALITE NUTRITIONNELLE

(23,5 points)

La qualité nutritionnelle du lait de chèvre est augmentée par transgénèse grâce à l'utilisation d'une désaturase de rat. Le gène de cette enzyme est extrait du génome de rat puis inséré dans le génome de chèvre. L'expression de ce gène permet la synthèse de la désaturase qui enrichit la matière grasse du lait en acides gras mono-insaturés.

### 2.1. Production de lait de chèvre

2.1.1. Identifier l'organisme génétiquement modifié permettant, dans le cas présenté, l'obtention d'un lait de meilleure qualité nutritionnelle.

2.1.2. Dans le lait de chèvre traditionnel, la matière grasse est présente essentiellement sous forme de triglycérides. Représenter sous forme semi-développée une molécule de triglycéride.

### 2.2. Les acides gras du lait

La proportion d'acides gras à chaîne carbonée courte est importante dans ce lait. Les principaux acides gras caractéristiques sont l'acide caproïque (C6 : 0), l'acide caprylique (C8 : 0) et l'acide caprique (C10 : 0).

2.2.1. Présenter la formule développée de l'acide caproïque.

2.2.2. Écrire la formule développée de l'acide gras obtenu par l'action d'une  $\Delta^3$ -désaturase sur l'acide caprylique.

2.2.3. Préciser l'effet d'une désaturase sur la température de fusion de l'acide gras.

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2014
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QBIOCH Page : 7/15



### 2.3. Structure de la désaturase

La structure de la désaturase est présentée sur l'annexe 5. Afin de vérifier les caractéristiques biochimiques de l'enzyme produite par transgénèse, celle-ci est extraite du lait de chèvre puis soumise à une étude cinétique.

2.3.1. La désaturase est une métalloenzyme dimérique à deux atomes de fer. Justifier cette appellation.

2.3.2. Citer une technique d'extraction et une technique de purification utilisables pour cette molécule.

### 2.4. Propriétés cinétiques de la désaturase

On réalise l'étude cinétique de la désaturase du rat exprimée chez la chèvre, appelée « désaturase transgénique ».

La cinétique de cette enzyme suit le modèle de Michaelis-Menten dont l'équation est :

$$v_i = \frac{v_{\max} \cdot [S]}{K_M + [S]} \quad \text{avec } [S] = \text{concentration en substrat}$$

2.4.1. Rappeler les conditions expérimentales à respecter pour réaliser l'étude cinétique d'une activité enzymatique.

2.4.2. Indiquer la signification des paramètres  $v_{\max}$  et  $K_M$ .

2.4.3. Préciser l'intérêt de connaître ces valeurs pour une enzyme donnée.

2.4.4. À l'aide de l'annexe 6, déterminer  $K_M$  et  $v_{\max}$ .

2.4.5. Le tableau ci-dessous indique les valeurs des paramètres cinétiques de la désaturase de rat synthétisée *in vivo*. Comparer les paramètres cinétiques obtenus pour la « désaturase transgénique » avec ceux de la désaturase de rat. Proposer une hypothèse expliquant les variations observées.

$K_M$ (mmol. L <sup>-1</sup> )	$v_{\max}$ (pmol. min <sup>-1</sup> . mL <sup>-1</sup> )
43	75

Constantes cinétiques de la désaturase synthétisée *in vivo* chez le rat

## ANNEXE 1

### MISE EN EVIDENCE D'UN TRANSFERT DE GENES GRACE A UN PLASMIDE DE RESISTANCE A L'AMPICILLINE

Expérience :

On utilise 2 souches d'*E.coli* :

\* une souche sans plasmide notée pUC - ;

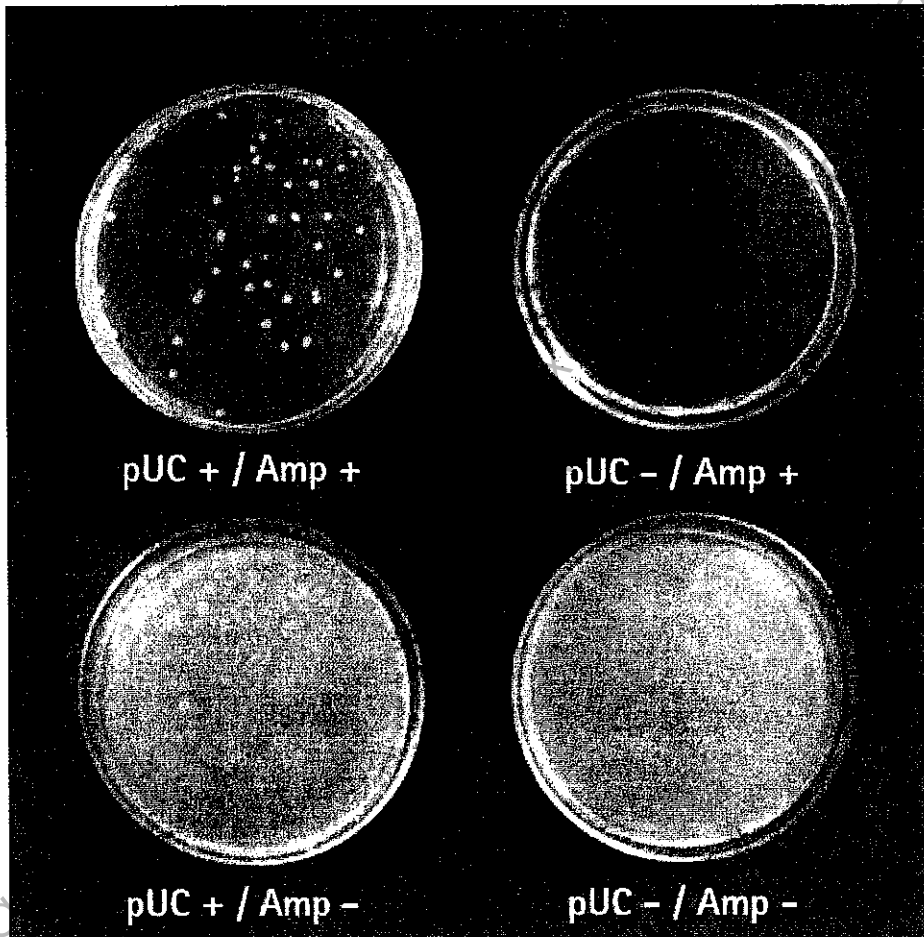
\* une souche dans laquelle a été introduit un plasmide contenant des gènes de résistance à l'ampicilline notée pUC +.

Chacune des souches est ensemencée sur 2 milieux nutritifs favorables à la culture :

\* un milieu sans ampicilline noté Amp - ;

\* un milieu contenant de l'ampicilline à 100 µg/mL de milieu noté Amp +.

Les résultats obtenus après incubation dans des conditions optimales sont présentés ci-dessous :



Légende :

\* pUC +/AMP + :  
*E.coli* transformée sur  
gélose avec ampicilline

\*pUC -/AMP + :  
*E.coli* non transformée sur  
gélose avec ampicilline  
(absence de culture)

\*pUC +/AMP - :  
*E.coli* transformée sur  
gélose sans ampicilline  
(présence d'un tapis  
bactérien)

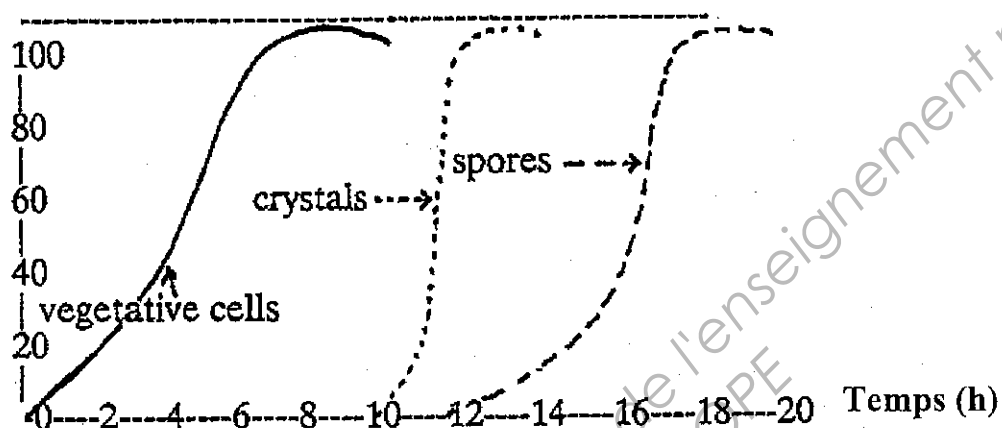
\*pUC -/AMP - :  
*E.coli* non transformée sur  
gélose sans ampicilline  
(présence d'un tapis  
bactérien)

## ANNEXE 2

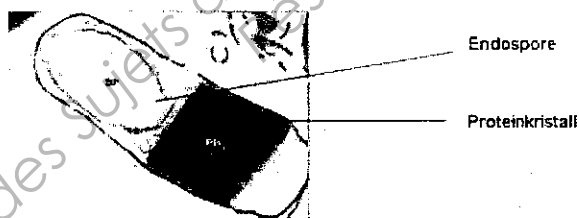
### CROISSANCE DE BACILLUS THURINGIENSIS, SPORULATION ET PRODUCTION DE TOXINE

**Document 1 :** Courbe de croissance (pourcentage du nombre maximal de cellules en fonction du temps exprimé en heures), courbe de production de cristal protéique = toxine (pourcentage du nombre maximal de cristaux en fonction du temps), courbe de sporulation (pourcentage du nombre maximal de spores en fonction du temps)

% de croissance



**Document 2 :** Electronographie de *Bacillus thuringiensis* sporulé



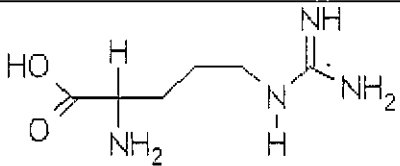
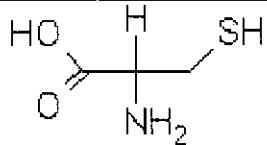
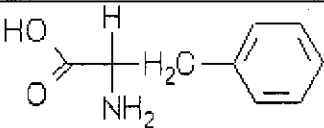
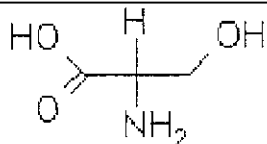
*Bacillus thuringiensis* (de Maagd et al., 2001)

Sp : spore; PB : protein body

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2014
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH Page : 10/15

### ANNEXE 3

#### STRUCTURE DE QUELQUES CONSTITUANTS DE LA CASÉINE KAPPA

Formule	Nom	Code à 3 lettres
	arginine	Arg
	cystéine	Cys
	phénylalanine	Phe
	sérine	Ser

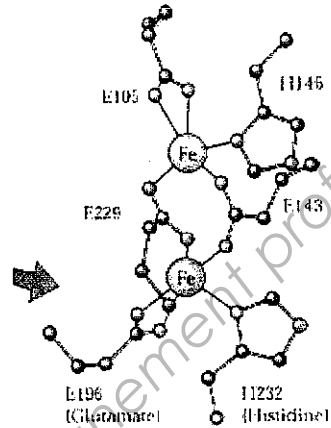
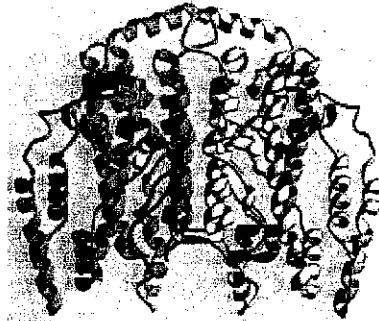
### ANNEXE 4

#### SÉQUENCE D'UNE RÉGION DE LA CASÉINE KAPPA

1	Gln Glu Gln Asn Gln Gln Gln Pro Ile Arg	Glu Lys Asp Glu	15
16	Arg Phe Phe Ser Asp Lys Ile Ala Lys Tyr Ile Pro Ile Gln Tyr		30
31	Val Leu Ser Arg Tyr Pro Ser Tyr Gly Leu Asn Tyr Tyr Gln Gln		45
46	Lys Pro Val Ala Leu Ile Asn Asn Gln Phe Leu Pro Tyr Pro Tyr		60
61	Tyr Ala Lys Pro Ala Ala Val Arg Ser Pro Ala Gln Ile Leu Gln		75
76	Trp Gln Val Leu Ser Asn Thr Val Pro Ala Lys Ser	Gln Ala	90
91	Gln Pro Thr Thr Met Ala Arg His Pro His Pro His Leu Ser Phe		105
106	Met Ala Ile Pro Pro Lys Lys Asn Gln Asp Lys Thr Glu Ile Pro		120
121	Ile Asn Thr Ile Ala Ser Gly Glu Pro	Ser Pro	135
136	Thr Glu Ala Val Glu Ser Val Ala Thr Leu Glu Asp Ser Pro		150
151	Glu Val Ile Glu Ser Pro Pro Glu Ile Asn Thr Val Gln Val		165
166	Ser Thr Ala Val		

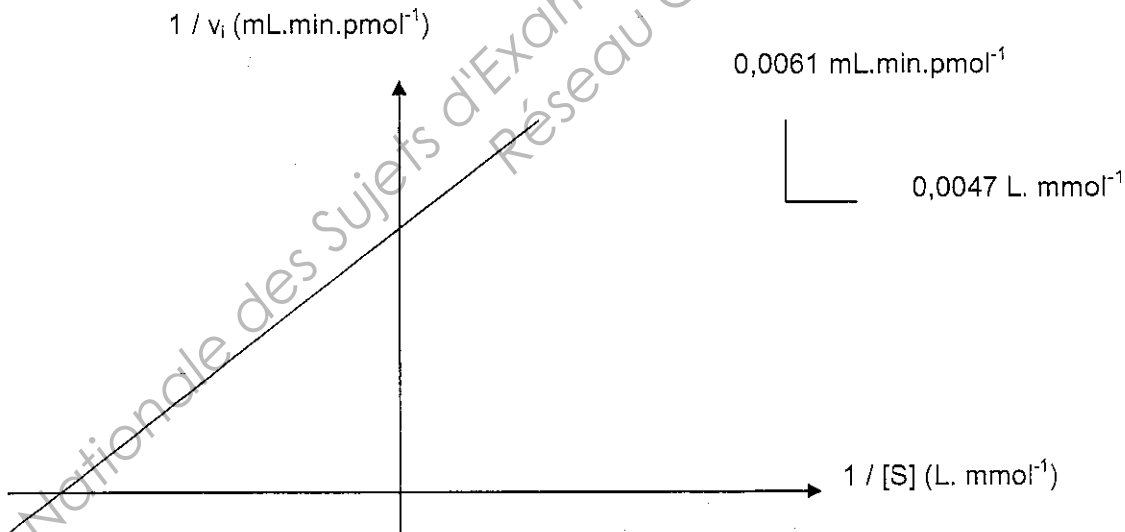
## ANNEXE 5

### REPRÉSENTATIONS EN STRUCTURE TRIDIMENSIONNELLE DE LA DÉSATURASE OBTENUE PAR TRANSGÈNE



## ANNEXE 6

### CINÉTIQUE DE LA DÉSATURASE OBTENUE PAR TRANSGÈNE, REPRÉSENTÉE EN COORDONNÉES INVERSES



Paramètres de la régression linéaire  $y = ax + b$  :

$$a = 0,9352 \cdot 10^6 \text{ min}$$

$$b = 0,0167 \text{ mL.min.pmol}^{-1}$$

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	Session 2014
E3 – Biochimie-Biologie	Code : QABIOCH Page : 12/15

ANNEXE A

À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

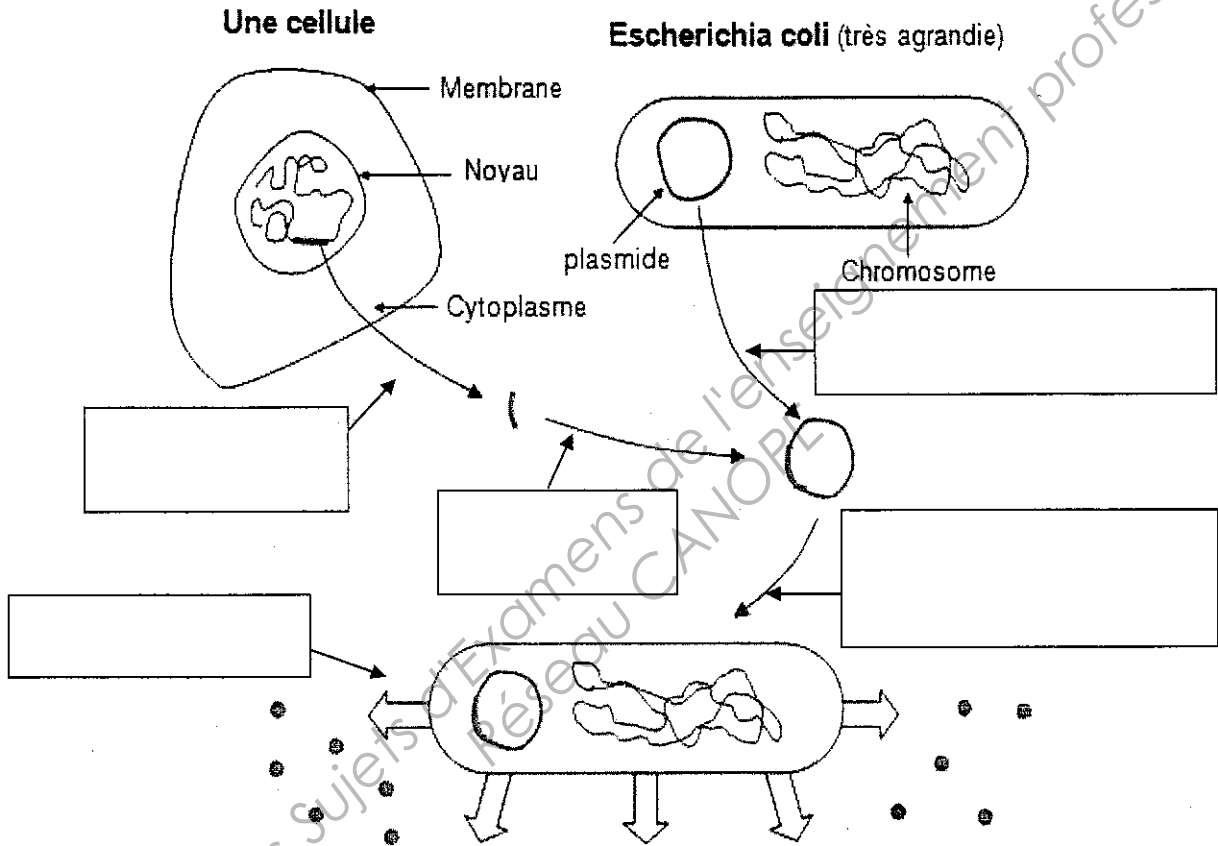
TABLEAU COMPARATIF DE DIFFÉRENTS MICROORGANISMES  
CONCERNÉS PAR LA TRANSGENÈSE

	Bactérie	Levure	Virus	Plante	Animal
Organisme procaryote					
Organisme eucaryote					
Présence de noyau					
ADN libre dans le cytoplasme					
Présence de mitochondries					
Présence de ribosomes					
Photosynthèse possible					
Parasite obligatoire					

ANNEXE B

À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

TRANSGENÈSE CHEZ *E. COLI*



ANNEXE C

À TITRER, COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

