

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Série : Sciences et Technologies de Laboratoire

**Spécialités : - Biotechnologies
- Sciences physiques et chimiques
en laboratoire**

SESSION 2015

**Sous-épreuve écrite de
Chimie – biochimie – sciences du vivant**

Lundi 22 juin 2015

Coefficient de cette sous-épreuve : 4

Ce sujet est prévu pour être traité en deux heures.

**Les sujets de CBSV et de spécialité seront traités
sur des copies séparées.**

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte **6** pages.

Partie 1 : pages 2 à 3

Partie 2 : pages 4 à 6

Les 2 parties sont indépendantes.

L'évaluation tiendra compte de la qualité de l'expression et de la communication.

Conséquences écologiques de l'accident nucléaire de Fukushima

PARTIE I - Utilisation d'une bactérie photosynthétique pour traiter les sols contaminés dans la région de Fukushima (8 points)

L'accident nucléaire du 11 mars 2011 survenu dans la région de Fukushima Daiichi au Japon a causé une importante pollution radioactive des sols dont la plus préoccupante est celle au césium radioactif 137 (^{137}Cs). Le césium 137 se dépose sur la végétation et sur les sols à cause de la pluie et de la décomposition des feuilles mortes.

L'objet de cette première partie est l'étude de l'utilisation de microorganismes pour limiter la pollution radioactive des sols.

QUESTIONS

À l'aide des **documents A et B** et des connaissances acquises lors de la formation, répondre aux questions suivantes :

- 1.1. Les réactions métaboliques permettant à *L. casei* de transformer le glucose en lactate appartiennent au catabolisme. Justifier cette affirmation.
- 1.2. Recopier, sur la copie, la formule de l'acide lactique représentée dans le **document B**. Entourer les groupes caractéristiques et nommer les fonctions chimiques correspondantes.
- 1.3. Indiquer à l'aide d'astérisque(s) (*) sur la formule de l'acide lactique le (ou les) éventuel(s) atome(s) de carbone asymétrique(s).
Proposer une représentation de Cram d'un stéréo-isomère de cette molécule.

La réaction de fermentation lactique est une réaction d'oxydoréduction.

- 1.4. Ecrire les demi-équations d'oxydoréduction relatives aux couples présentés dans le **document B**.
- 1.5. Ecrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction favorisée mettant en jeu ces deux couples. Justifier la réponse.
- 1.6. Identifier l'espèce qui subit la réduction lors de cette fermentation en justifiant ce choix.
- 1.7. L'enthalpie libre standard de réaction de la formation du lactate à partir du pyruvate est $\Delta_r G^0 = -25 \text{ kJ.mol}^{-1}$. Préciser, en le justifiant, si la réaction est endergonique ou exergonique.
- 1.8. Parmi les informations suivantes, reporter la proposition correcte et justifier ce choix.

Proposition 1	<i>Lactobacillus casei</i> et <i>Rhodobacter sphaeroïdes</i> sont lithotrophes
Proposition 2	<i>Lactobacillus casei</i> et <i>Rhodobacter sphaeroïdes</i> sont organotrophes
Proposition 3	<i>Lactobacillus casei</i> est organotrophe et <i>Rhodobacter sphaeroïdes</i> est lithotrophe
Proposition 4	<i>Lactobacillus casei</i> est lithotrophe et <i>Rhodobacter sphaeroïdes</i> est organotrophe

- 1.9. À l'aide du **document A**, proposer une hypothèse pour expliquer pourquoi le milieu de vie de la bactérie *Rhodobacter sphaeroïdes* est restreint aux couches superficielles du sol.
- 1.10. En déduire comment l'action de *Rhodobacter sphaeroïdes* permet de limiter la diffusion de la pollution au césium 137 radioactif dans le sol.

DOCUMENTS

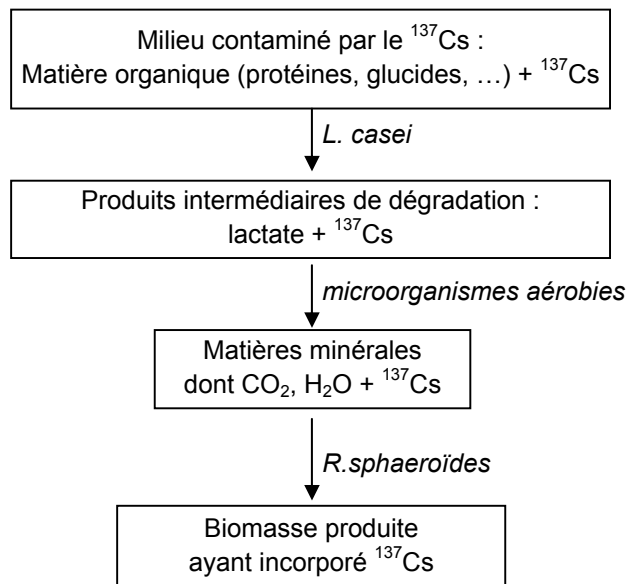
Document A : microorganismes et piégeage de la radioactivité d'un sol contaminé

Document B : la fermentation lactique chez *Lactobacillus casei*

Document A : microorganismes et piégeage de la radioactivité d'un sol contaminé

Des chercheurs japonais de l'université Hiroshima Kokusai Gakuin ont mis au point un procédé permettant de piéger le césium radioactif ^{137}Cs en surface :

- la couche superficielle radioactive est préalablement traitée par une bactérie lactique, *Lactobacillus casei*, qui dégrade les molécules organiques par fermentation,
- la minéralisation est ensuite achevée par des microorganismes aérobies,
- les matières minérales issues de ces traitements, dont le césium radioactif, sont ensuite incorporées par *Rhodobacter sphaeroïdes*, une bactérie photosynthétique.



Document B : la fermentation lactique chez *L. casei*

$\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{O} \\ \quad // \\ \text{CH} - \text{C} \\ \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{O} \\ \quad // \\ \text{CH} - \text{C} \\ \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{O}^- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ // \quad // \\ \text{C} - \text{C} \\ \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{O}^- \end{array}$
Acide lactique	Ion lactate noté AH_2^-	Ion pyruvate noté A^-

Pyruvate (A^-) / lactate (AH_2^-)	$E_1^{0'} = -0,185 \text{ V}$
$\text{NAD}^+ / \text{NADH}, \text{H}^+$	$E_2^{0'} = -0,320 \text{ V}$

PARTIE II - Les effets de la radioactivité sur les papillons bleus du Japon (12 points)

Pseudaeschnia maia est un papillon bleu vivant en Asie. C'est un bio-indicateur de la qualité de l'environnement qui permet d'évaluer les effets de la radioactivité.

Deux mois après l'accident de la centrale de Fukushima, des prélèvements sont effectués à des distances variables de la centrale. On observe la première génération de papillons nés après l'accident.

Cette partie permet de mettre en évidence le lien entre l'augmentation brutale de radioactivité dans l'environnement, en particulier due au césium 137, et les variations de phénotypes des papillons bleus.

QUESTIONS

Radioactivité et variations phénotypiques

À partir du **document C** et des connaissances acquises :

- 2.1. Décrire l'évolution de l'activité du césium 137 en fonction de la distance à la centrale.
- 2.2. Montrer que les malformations constatées sont vraisemblablement des conséquences de l'accident de la centrale de Fukushima.

Pour vérifier le lien entre l'irradiation et l'apparition des malformations, des chercheurs ont soumis des larves de papillons bleus à des radiations similaires à celles rencontrées à Fukushima. L'expérience est présentée dans le **document D**.

- 2.3. Repérer les différences de phénotypes entre les papillons issus de la population de larves irradiées et de la population témoin.
En reliant le phénotype au génotype, proposer une explication aux différences constatées.

Radioactivité et mutations génétiques

La formation des pattes, des antennes et des ailes des papillons dépend d'une protéine codée par un gène appelé *distal-less* (noté *dlx*). Des mutations génétiques sont observées sur le gène *dlx* dont une partie de la séquence est représentée dans le **document E**.

À partir du **document E** et des **documents de référence** :

- 2.4. Repérer la position d'une mutation dans la portion de gène présentée, puis identifier son type.
- 2.5. À partir des allèles sauvage et muté, écrire les séquences des ARN messagers obtenus par transcription des brins 2.
- 2.6. En déduire les séquences peptidiques résultant de la traduction de ces ARN messagers en démarrant au nucléotide 61 pour chaque séquence.
- 2.7. Comparer les séquences peptidiques obtenues.
- 2.8. En mettant en relation l'ensemble des réponses et des données précédentes, rédiger une synthèse sur les conséquences de la libération massive de césium radioactif ^{137}Cs lors de l'accident de Fukushima sur le développement de certains organes chez le papillon bleu.

DOCUMENTS

Document C : activité du césium 137 et taux de malformations

Document D : influence des radiations sur les phénotypes

Document E : séquence des nucléotides 61 à 80 du gène *dlx*

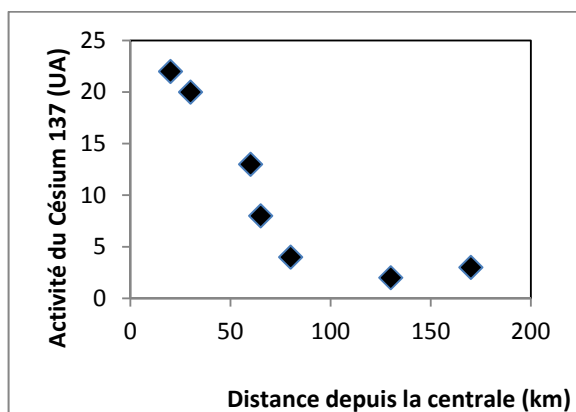
Documents de référence : les différents types de mutations et leurs conséquences ; tableau du code génétique

Document C : activité du césium 137 et taux de malformations

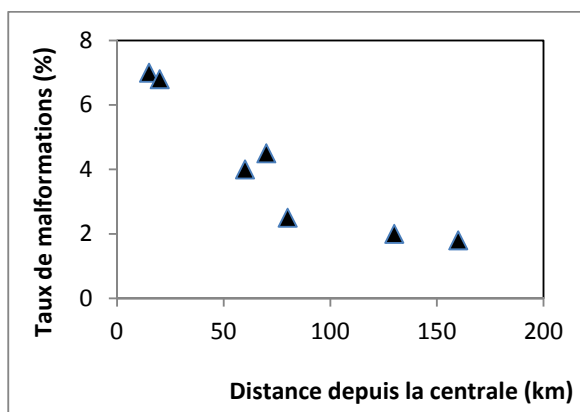
L'activité du césium 137 traduit l'importance de la radioactivité en un point donné. Elle est mesurée dans différentes localités (**document C1**).

Cent quarante quatre papillons issus de la première génération éclos après l'accident de Fukushima sont récoltés dans différentes localités plus ou moins éloignées de la source de contamination. Le taux de papillons présentant des malformations dans ces différentes localités est déterminé (**document C2**).

C1.



C2.



Document D : influence des radiations sur les phénotypes

L'expérience porte sur un échantillon de cent larves issues de la reproduction de papillons bleus prélevés en zone non irradiée :

- la moitié de l'échantillon est conservée telle quelle pour servir de témoin,
- l'autre moitié est soumise à une dose de radiations de 55 mSv (milliSievert).

Les phénotypes des adultes issus de ces deux populations sont rassemblés dans le tableau suivant :

	Ailes antérieures		longueur des pattes (cm)	Antennes		
	Taille (cm)	Répartition des ocelles*		longueur (cm)	Forme	Motif coloré
Témoin	1,22 ± 0,06	Régulière	0,78 ± 0,04	0,90 ± 0,05	Droites	Alternance de bandes noires et blanches
Irradié	1,11 ± 0,16	Irrégulière	0,45 ± 0,13	0,50 ± 0,11	Tordues	Pas de bandes blanches

Recensement des caractères phénotypiques des deux populations de papillons

*Ocelles : taches brunes à la surface des ailes des papillons.

Document E : séquence des nucléotides 61 à 80 d'une portion du gène *dlx*

Allèle sauvage	5' P - ⁶¹ GGCTTCTATAGCGGCCAGAG - 3' OH	← brin 1
	3' OH - CCGAAGATATCGCCGGTCTC - 5' P	← brin 2
Allèle muté	5' P - ⁶¹ GGCGTCTATAGCGGCCAGAG - 3' OH	← brin 1
	3' OH - CCGCAGATATCGCCGGTCTC - 5' P	← brin 2

Brin 1 : brin non transcrit

Brin 2 : brin transcrit

Documents de référence :

Les différents types de mutations et leurs conséquences

Mutation nucléotidique	Conséquence dans la séquence nucléotidique
Insertion	Ajout d'un nucléotide
Délétion	Suppression d'un nucléotide
Substitution	Remplacement d'un nucléotide

Tableau du code génétique

		DEUXIEME NUCLEOTIDE					
		U	C	A	G		
PREMIER NUCLEOTIDE	U	UUU Phé	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U	TROISIEME NUCLEOTIDE
		UUC Phé	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C	
		UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A	
		UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G	
	C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U	
		CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C	
		CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A	
		CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G	
	A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U	
		AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C	
		AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A	
		AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G	
	G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U	
		GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C	
		GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A	
		GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G	