

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR MÉTIERS DES SERVICES À L'ENVIRONNEMENT
--

ÉPREUVE U21

Sous-Épreuve :
Chimie - biologie

SESSION 2023

Durée : 2 heures 30 minutes
Coefficient : 2,5

Matériel autorisé :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet se compose de 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12

Les annexes 2,3 et 5 sont à rendre avec la copie.

BTS MÉTIERS DES SERVICES A L'ENVIRONNEMENT	SUJET	SESSION 2023
CHIMIE - BIOLOGIE	Code : 23MSECB	Page : 1 sur 12

La laiterie «Guillotin» emploie 120 salariés et traite dans ses ateliers du lait de vache, de chèvre et de brebis. La production annuelle de fromages est de 8 300 tonnes, dont 2 500 tonnes de fromage de chèvre et 250 tonnes de fromage de brebis. Une ligne de production de yaourts vient d'être lancée.

Dans le cadre de l'application du guide de bonnes pratiques d'hygiène en secteur alimentaire, la direction de la laiterie doit s'assurer de la qualification du personnel au poste de travail. Les opérateurs doivent avoir conscience de leur rôle sur la préservation de l'hygiène des produits. C'est pourquoi l'entreprise doit leur donner les moyens de comprendre, de connaître, et d'appliquer les bonnes pratiques d'hygiène au moyen d'une formation appropriée.

Vous travaillez au service hygiène, qualité, sécurité, environnement de la laiterie (HQSE) et vous êtes en charge de la formation et du suivi de l'hygiène. A ce titre vous êtes responsable de l'accueil des stagiaires et des nouveaux salariés.

Vous avez animé une session de formation sur la technologie fromagère qui s'est articulée autour des axes suivants :

- le rôle des micro-organismes dans les processus de fabrication des yaourts et du fromage ;
- la technologie laitière permettant la conservation et la transformation du lait ;
- la technologie permettant de vérifier que le lait est toujours consommable après stockage ;
- le rôle du personnel au contact du produit potentiellement vecteur de microorganismes ;
- les substances indésirables dans les produits telles que les détergents, désinfectants, toxines.

1 - Dioxines dans le lait (6 points)

Un des stagiaires a lu un article dans la presse et vous a interrogé sur le cas de la contamination, par des dioxines, de Mozzarella fabriquée à partir de lait de bufflonnes près de Naples. L'article expliquait que les laits les plus contaminés provenaient d'élevages proches d'incinérateurs d'ordures ménagères.

Vous choisissez d'aborder ce thème lors d'une prochaine formation consacrée à la sensibilisation au développement durable.

Le plan de la formation est le suivant :

- Définir le terme cancérogène.
- Présenter à l'aide de schémas :
 - la chaîne alimentaire qui conduit l'homme à consommer de la Mozzarella contaminée aux dioxines ;
 - le phénomène de la bioaccumulation.
- Définir les notions de :
 - toxicité aiguë et toxicité chronique ;
 - DL50.
- Expliquer pourquoi il faut tester la DL50 sur plusieurs espèces animales.

1- Rédiger le contenu des différentes parties de cette formation.

2 - Évaluation de la formation sur la technologie fromagère (6 points)

Vous avez évalué l'impact de la formation sur les connaissances des stagiaires. A cette fin, vous avez utilisé des extraits d'articles et un document (**Annexe 1**) pour vérifier que l'information a été correctement assimilée. Dans la documentation fournie, plusieurs termes n'ont pas été compris par les stagiaires : flore halotolérante, UFC, levures, moisissures.

2-1 Définir les termes non compris par les stagiaires.

En fin de formation, vous donnez aux stagiaires une correction du document (**Annexe 1**) qu'ils ont complété pour vérifier l'assimilation de l'information donnée.

Les consignes étaient les suivantes :

Consigne n°1 : Compléter le document « Technologie des produits laitiers – Fabrication des yaourts » en identifiant distinctement les étapes qui tuent *Listeria monocytogenes* et celles qui inhibent son développement.

Consigne n°2 : Sur le document « Technologie des produits laitiers – Fabrication des fromages » identifier les étapes de la transformation fromagère du Pélardon AOC et/ou les paramètres physico-chimiques inhibant le développement de *Listeria monocytogenes*.

2-2 Répondre à la consigne n°1 sur l'annexe 2 en utilisant un code couleur (à rendre avec la copie).

2-3 Répondre à la consigne n°2 sur l'annexe 3 (à rendre avec la copie).

3- Perturbation de la culture des bactéries lactiques par des bactériophages. (1 point)

Vous préparez une future formation qui s'appuiera sur des analyses d'accidents de production. Vous présentez le contexte d'un arrêt de la ligne de production des yaourts qui s'est produit dans l'entreprise il y a quelques mois. L'incident concerne des cultures de souches lactiques, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus debrueckii* utilisées pour obtenir le levain nécessaire à l'ensemencement du lait. Les conditions de production du levain ont été respectées mais le nombre de bactéries requis pour l'ensemencement n'a pas été atteint. Une analyse du filtrat de la culture a fait apparaître des bactériophages de lactobacilles.

3- Expliquer le rôle du bactériophage dans l'échec de ces cultures bactériennes.

4 - Contrôle de la fraîcheur du lait (7 points)

Votre formation concerne également les contrôles effectués sur le lait que l'entreprise Guillotin met en œuvre avant de procéder à sa transformation comme pour la production de yaourts par exemple.

La connaissance de l'acidité du lait permet d'évaluer la qualité de celui-ci.

Plusieurs espèces chimiques sont à l'origine de l'acidité du lait. On la quantifie généralement en considérant que toute l'acidité du lait provient de la présence d'un unique acide noté AH. AH est associé à l'acide lactique pour exprimer l'acidité du lait.

Les **annexes 4** et **5** concernent le contrôle de la fraîcheur du lait.

Données :

- Couleurs et zone de virage de la phénolphtaléine :

Teinte de la forme acide	Zone de virage	Teinte de la forme basique
incolore	8,0 - 10,0	rose

- Masse molaire de l'acide lactique : $M = 90,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

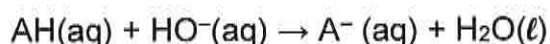
4-1 Identifier et nommer les groupes caractéristiques (ou groupes fonctionnels) de l'acide lactique.

4-2 Indiquer le lien entre la fraîcheur du lait et son acidité. On justifiera la réponse en expliquant l'évolution de la valeur du pH d'un lait sur plusieurs jours.

Un technicien souhaite doser l'acidité d'un lait selon la méthode Dornic.

4-3 Réaliser un schéma légendé du dispositif de titrage.

L'équation de la réaction chimique support du titrage est :



Afin de justifier le choix de l'indicateur coloré, on a tracé le graphe $\text{pH} = f(V_{\text{soude}})$ du titrage selon la méthode Dornic d'une solution ne contenant que de l'acide lactique à une concentration similaire à celle de l'acidité totale déterminée pour le lait (annexe 5).

4-4 Déterminer les coordonnées (V_E , pH_E) du point d'équivalence E à l'aide du graphe donné en annexe 5 (**à rendre avec la copie**).

4-5 Justifier alors le choix de la phénolphtaléine pour la méthode Dornic.

4-6 En déduire la couleur prise par la solution à l'équivalence lors du titrage.

Le volume V de solution d'hydroxyde de sodium (ou solution de soude) versée à l'équivalence lors du titrage de 10,0 mL de lait a pour valeur $V = 2,4$ mL.

4-7 Vérifier que la valeur de la quantité de matière d'acide lactique contenue dans les 10,0 mL de lait titré est proche de $2,7 \times 10^{-4}$ mol.

4-8 En déduire la valeur de la masse d'acide lactique contenue dans les 10,0 mL de lait titré, puis celle de la masse d'acide lactique contenue dans 1,00 L de lait étudié.

4-9 Vérifier que le lait étudié a un degré Dornic égal à 24.

4-10 Conclure sur l'état de fraîcheur du lait étudié.

4-11 Donner un intérêt pratique à l'utilisation de la soude Dornic à $0,111 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ pour mesurer l'acidité de 10,0 mL d'un lait.

Liste des annexes :

Annexe 1 : Document d'évaluation de la formation sur la technologie fromagère

Annexe 2 (à rendre avec la copie) : Technologie des produits laitiers - Fabrication des yaourts. Illustrations : Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière. Disponible sur : < <http://www.maison-du-lait.com> >, (consulté le 14/12/2018)

Annexe 3 (à rendre avec la copie) : Technologie des produits laitiers - Fabrication de fromages

Annexe 4 : Contrôle de la fraîcheur du lait

Annexe 5 (à rendre avec la copie): Courbe de titrage d'une solution d'acide lactique de concentration égale à celle du lait titré par une solution de soude Dornic.

Annexe 6 : Informations collectées sur les dioxines

Extrait Document INRS : ED 5024 Date de publication 01/2004. Disponible sur <<http://www.inrs.fr/>>. (Consulté le 14/12/2018)

Extrait document INSERM : Dioxines dans l'environnement. Quels risques pour la santé ? Disponible sur : <<http://www.ipubli.inserm.fr/>>. (Consulté le 14/12/2018)

Extrait rapport Afssa (novembre 2005) : Rappel des données toxicologiques des dioxines. Disponible sur <http://www.cancer-environnement.fr/> (Consulté le 14/12/2018)

Annexe 1 : Document d'évaluation de la formation sur la technologie fromagère

Consignes

- À l'aide de l'annexe 2 (à rendre avec la copie), identifier distinctement les étapes qui tuent *Listeria monocytogenes* et celles qui inhibent son développement.
- Sur le document « Technologie des produits laitiers – Fabrication des fromages » Annexe 3 (à rendre avec la copie), identifier les étapes de la transformation fromagère du Pélardon AOC, inhibant le développement de la *Listeria monocytogenes*.

Listériose humaine : *Listeria monocytogenes*

La listériose humaine est une maladie bactérienne infectieuse grave, à déclaration obligatoire, liée à la consommation d'aliments. La dose infectante est estimée à plus de 100 cellules viables et sa durée d'incubation peut être longue (3 à 70 jours), la forme aiguë se manifeste par une atteinte du système nerveux central et des méninges.

Les animaux sont des réservoirs naturels de la bactérie qui se propage soit par contamination directe, soit par contamination indirecte par l'intermédiaire du sol, des eaux usées, des aliments souillés par les fèces ou les urines d'animaux infectés. Le contact avec des produits, objets ou surfaces contaminés peut se traduire par une dissémination de la bactérie et une rémanence dans une usine ou un type donné de produit. La présence de cette bactérie a été détectée essentiellement dans du lait cru ou dans des produits laitiers non ou mal pasteurisés.

Listeria monocytogenes

Taxonomie :

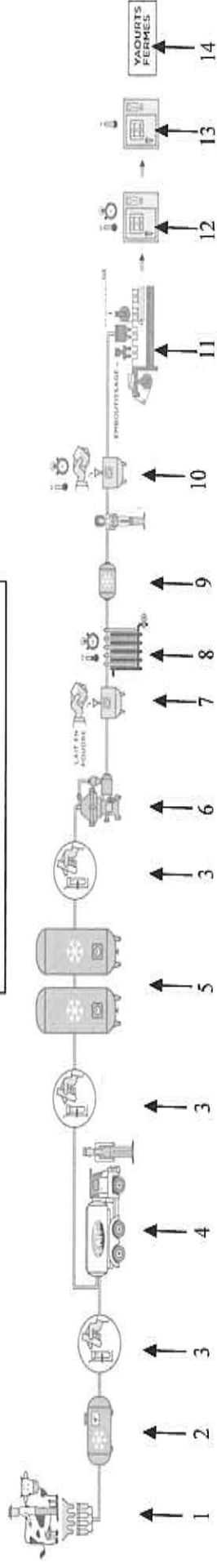
- Bacille fin, Gram plus, mobile, non sporulé, catalase +

Physiologie :

- **Température optimum** : 34 °C mais se multiplie encore à 4 °C (très lentement)
- **Pasteurisation** : efficace à 75 °C pendant 15 secondes
- **NaCl** : croissance jusqu'à 10% de NaCl
- **Aw minimum** : 0,92
- **Acidité** : pH optimum 7 croissance de pH 4,3 à pH 9,5
- **Croissance inhibée par** : la présence d'autres germes *Lactobacilles*, *Streptococcus*, *Penicillium*

Annexe 2 : Technologie des produits laitiers - Fabrication des yaourts

À rendre avec la copie



- 1 : Traite
- 2 : Réfrigération 4 °C
- 3 : Analyses
- 4 : Collecte
- 5 : Stockage à 4 °C à la laiterie
- 6 : Ecrémer et doser la crème (standardisation)
- 7 : Ajout de lait en poudre
- 8 : Pasteurisation 75 °C pendant 15 secondes
- 9 : Réfrigération jusqu'à 43 °C
- 10 : Ajout de ferments lactiques (*Streptococcus* et *Lactobacillus*)
- 11 : Mise en pots
- 12 : Etuvage à 42 °C pendant 3 h
- 13 : Stockage à 4 °C.
- 14 : Yaourt ferme

Illustrations :
Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière

1 pot de yaourt nature (125 g)*

- Eau :** 100 g
- Lipides :** 1,3 g
- Protéines :** 5,3 g
- Glucides :** 6,16 g
- Minéraux**
 - Calcium : de 180 à 200 mg (soit environ 15% des ANC)
 - Phosphore : 140 mg (soit environ 20% des ANC)
- Vitamines**
 - Essentiellement A et B (surtout B2, B5 et B12).
- Probiotiques**
 - 1250 millions de ferments au minimum, actifs tout au long de la digestion.
- Energie : 58 kcal

*Yaourt demi-écrémé

© 2011 CNIEL

Informations complémentaires :

- aw : 0,98 à 1
- pH 4
- Température de stockage : 4 °C

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

[illegible]

PRENOM :
(en majuscules)

[illegible]

N° candidat :

[illegible]

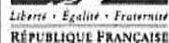
N° d'inscription :

--	--	--

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--



Annexe 3 : Technologie des produits laitiers - Fabrication de fromages

À rendre avec la copie

Principales étapes de la fabrication et paramètres physico-chimiques			
	Roquefort	Pélardon AOC	Reblochon laitier
Traite	Brebis	Chèvre	Vache
Collecte	Chez plusieurs producteurs	Traité à la ferme	Chez plusieurs producteurs
Transport réfrigéré à 4 °C	oui	non	oui
Contrôles sanitaires	Systématiques sur les laits collectés	Ponctuels sur les fromages	systématiques sur les laits collectés
Filtration pour éliminer les impuretés	oui	oui	oui
Conservation du lait 4 °C en cuves en attendant les résultats des contrôles	oui	non	oui
Traitement thermique par pasteurisation	non	non	oui
Température du lait	Remontée rapide : 32 °C maximum	20 °C	Remontée rapide : 32 °C -34 °C
Emprésurage et ensemencement	Piquage de spores de <i>Penicillium roqueforti</i>	<i>Penicillium</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i>
Coagulation avec	Division en cubes suivie d'un repos en cuve, drainage sur toile puis moulage	Moulage	Tranchage, moulage, pressage, salage
Egouttage	à 18 °C	à 4 °C	à 18 °C
pH final	pH entre 4,5 et 4,8	pH 4	pH entre 6,4 et 6,6
Teneur en sel	4 à 5 %	1,5 à 2 %	1,7 à 1,9 %
Température d'affinage	Durant 12 à 30 semaines 8 °C pouvant descendre à 0 °C	20 °C	12 °C - 15 °C
Emballage	Feuilles d'étain ou d'aluminium, pellicules plastiques	Aucun	Papiers, feuilles de bois
Température de conservation	0 °C à 1 °C	4 °C	5 °C à 8 °C
Eau libre aw	0,91 à 0,95	0,87 à 0,91	0,91 à 0,95

1.2

Annexe 4 : Contrôle de la fraîcheur du lait

Généralités sur le lait :

Le lait de vache est un liquide biologique de densité 1,03.

Il est constitué de 87 % d'eau, 4,7 % de lactose et de 3,5 à 4 % de matières grasses (proportions en masse). Il renferme aussi de la caséine, des vitamines A et D, et des ions comme les ions calcium, sodium, potassium, magnésium, chlorure...

Un lait frais est légèrement acide. Son pH est compris entre 6,6 et 6,8.

Cependant, le lactose subit naturellement une dégradation biochimique progressive sous l'effet des bactéries. Il se transforme alors en acide lactique.

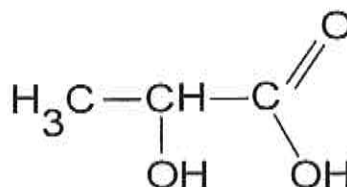
Production d'un yaourt :

Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par l'action des bactéries lactiques. Ces bactéries réalisent la fermentation lactique, c'est-à-dire la transformation du lactose en acide lactique.

Acidité d'un lait :

Plusieurs espèces chimiques sont à l'origine de l'acidité du lait. On l'exprime généralement en considérant que seul l'acide lactique contribue à l'acidité totale du lait.

Dans la nomenclature définie par l'IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), l'acide lactique porte le nom d'acide 2-hydroxypropanoïque.



Sa formule semi-développée est la suivante :

L'industrie laitière utilise le degré Dornic pour quantifier l'acidité d'un lait.

Cette unité doit son nom à Pierre Dornic (1864 – 1933), ingénieur agronome français.

Un degré Dornic (1 °D) correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.

Pour être considéré comme frais, un lait doit avoir une acidité inférieure ou égale à 18 °D.

Entre 18 °D et 40 °D, le lait caille lorsqu'on le chauffe car la caséine flocule.

Au-delà de 40 °D, il caille à température ambiante.

Méthode Dornic : méthode de titrage de l'acidité d'un lait.

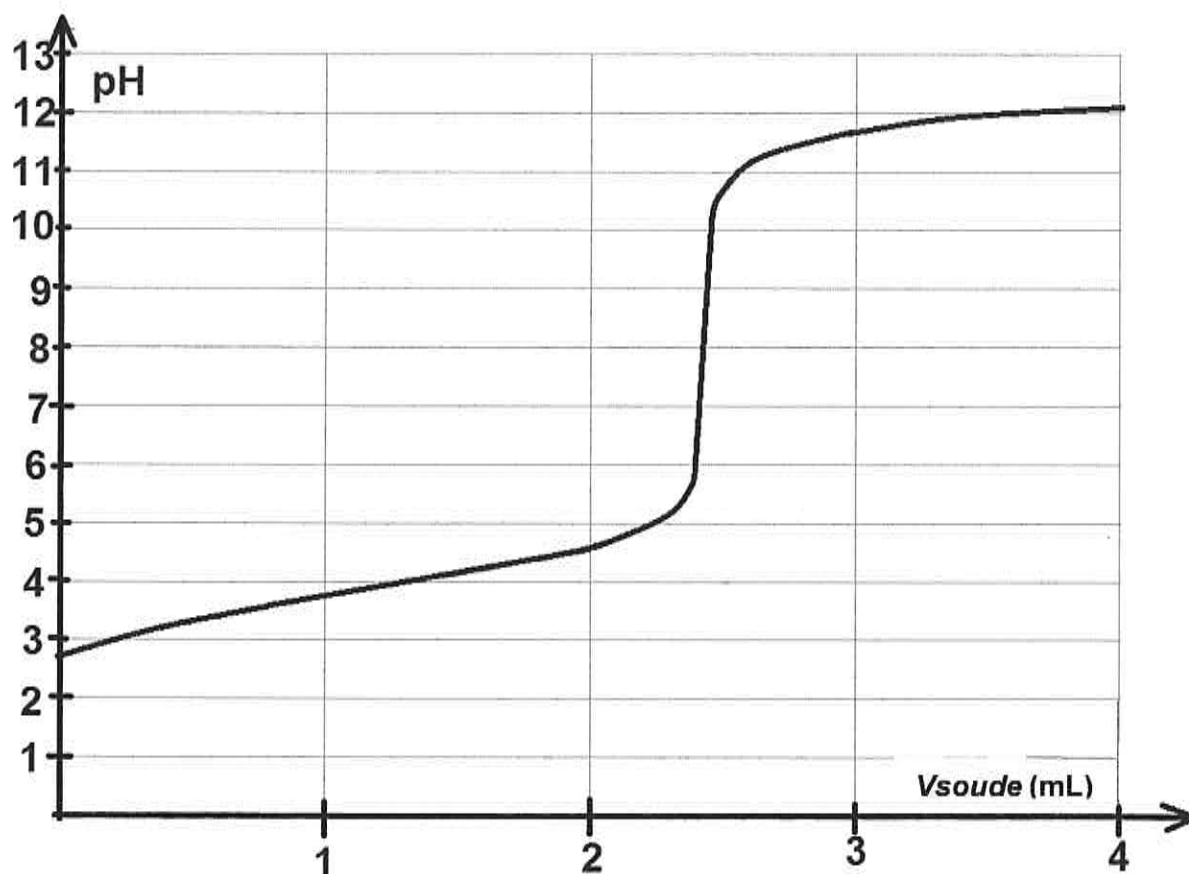
Il faut d'abord prélever 10,0 mL du lait à étudier.

Après ajout de deux gouttes de phénolphtaléine, ce lait est titré à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$) de concentration $C = 0,111 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, appelée soude Dornic.

Dès que le virage de l'indicateur coloré est observé, on arrête de verser la soude Dornic et on note la valeur du volume versé (volume à l'équivalence).

Annexe 5 :
Courbe de titrage d'une solution d'acide lactique de concentration égale à celle du lait titré par une solution de soude Dornic.

À rendre avec la copie



NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

(en majuscules)

PRENOM :

RENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Annexe 6 : Informations collectées sur les dioxines

Extrait Document INRS : ED 5024 Date de publication 01/2004

Les dioxines et furanes sont des polluants chimiques organiques générés à l'état de traces au cours de processus thermiques, industriels ou naturels. Ils constituent une famille de composés dont le seuil d'activité toxique est particulièrement bas, et la persistance dans l'environnement, très longue. Chez l'homme, l'exposition aux dioxines et furanes peut être à l'origine d'effets cutanés, immunologiques, cancérogènes et de troubles de la reproduction.

Extrait document INSERM : Dioxines dans l'environnement. Quels risques pour la santé ?

Le comportement des dioxines dans les chaînes alimentaires joue un rôle majeur dans l'étude de l'exposition de l'homme et des animaux à ces contaminants.

Comme de nombreux polluants organochlorés, notamment les hydrocarbures aromatiques polychlorés dont font également partie les polychlorobiphényles (PCB) et les insecticides organo-chlorés (DDT, lindane), les dioxines (PCDD et PCDF) se caractérisent par une bioaccumulation importante du milieu environnemental aux êtres vivants. Surtout, les dioxines font l'objet d'un processus de bioconcentration et de bioamplification dans la chaîne alimentaire, aboutissant à des taux élevés au niveau terminal, dont l'homme fait partie.

Extrait rapport Afssa (novembre 2005) : Rappel des données toxicologiques des dioxines

Les dioxines et les PCB franchissent facilement la paroi gastro intestinale et sont transportés par les protéines sériques vers les organes et les tissus. Etant donné leur caractère lipophile, ces molécules s'accumulent préférentiellement dans le foie et les tissus adipeux.

La toxicité aiguë des dioxines est très variable selon les espèces, avec des DL50 de 0,6 µg.kg⁻¹ de poids corporel pour le cobaye à 5000 µg.kg⁻¹ de poids corporel pour le hamster.

