

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR METIERS DES SERVICES A L'ENVIRONNEMENT

EPREUVE E2 : ETUDE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE
SOUS-EPREUVE U21 (Chimie, Biologie)

Session 2019

Durée : 2 heures 30 min
Coefficient : 2,5

Matériel autorisé

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, 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

BTS Métiers des Services à l'Environnement		Session 2019
Epreuve E2 : Etude scientifique et technologique Sous-épreuve U21 : Chimie, Biologie	Code : MSE2EST-NC	Page 1 sur 12

Titulaire du Brevet de Technicien Supérieur Métiers des Services à l'Environnement, vous venez d'être embauché(e) dans le service environnement secteur « animation et prévention » de la ville de Cayenne située en Guyane (département français situé en Amérique du Sud).

Votre fonction consiste à développer un ensemble d'actions d'animation et de communication visant à préserver la santé du public.

Vos missions sont les suivantes :

- rencontrer suivant un programme et des priorités définis par votre responsable, les personnes, entreprises ou institutions du territoire pour les informer sur les meilleures attitudes à adopter pour préserver leur santé ;
- décliner des actions sous la forme d'ateliers, de formations, d'opérations événementielles ou encore de visites ;
- coopérer à des projets de prévention avec les autres acteurs institutionnels.

Deux enquêtes épidémiologiques menées par la Cellule Interrégionale Epidémiologique (CIRE) montrent une contamination au plomb et au mercure sur l'ensemble du territoire de la Guyane. Suite aux inquiétudes des habitants à la lecture de divers articles de presse sur le sujet, les élus tentent d'apaiser les rumeurs en voulant mettre en place une réunion publique visant à les informer avec des sources scientifiques fiables.

Votre supérieur vous a missionné(e) pour préparer cette intervention publique. Celle-ci aura pour but, d'une part de sensibiliser les citoyens afin qu'ils prennent des précautions pour éviter toute contamination par ces deux substances, d'autre part, de présenter aux habitants deux techniques de dépollution des sols, afin de déterminer celle qui sera la plus adaptée en tenant compte des contraintes méthodologiques, économiques, environnementales.

Les élus souhaitent également que soit effectuée une sensibilisation des jeunes publics. Pour cela, vous êtes chargé(e) de mettre en place une coopération avec un lycée de Cayenne. Les élèves, sous votre responsabilité en co-animation avec le professeur de sciences physiques, devront déterminer la teneur en plomb d'un échantillon.

Afin de préparer au mieux ces interventions, vous décidez de vous documenter sur la problématique annoncée. Vous avez donc constitué un dossier documentaire à ce propos (voir liste des annexes).

Vous rédigez un document de travail, à votre intention, préparatoire à cette intervention publique dans laquelle vous aborderez les points suivants :

- la contamination par le plomb et le mercure ;
- les origines de ces contaminations ;
- la transmission à l'homme et la dispersion dans l'environnement ;
- les impacts sanitaires et environnementaux ;
- les techniques de dépollution ;
- l'intervention pédagogique.

BTS Métiers des Services à l'Environnement	Session 2019
Epreuve E2 : Etude scientifique et technologique Sous-épreuve U21 : Chimie, Biologie	Code : MSE2EST-NC Page 2 sur 12

1- L'intervention publique

Vous souhaitez commencer votre intervention auprès des citoyens en indiquant la nature et l'origine des polluants mis en cause et le type de pollution à laquelle les habitants sont soumis.

1-1 Indiquer l'origine des contaminations au plomb et au mercure.

1-2 Citer d'autres origines possibles de ces polluants.

Votre intervention précisera ensuite les modes de transmission qui ont conduit à la contamination de certains habitants et à la dispersion de ces polluants dans l'environnement

1-3 Représenter la chaîne trophique qui a pu conduire à une contamination par le mercure, en identifiant chaque niveau trophique.

1-4 Nommer et présenter le mécanisme qui a conduit à cette contamination par le mercure de la population.

1-5 Commenter la plombémie mesurée chez les enfants de 1 à 6 ans en Guyane (ANNEXE 3).

1-6 Présenter le mode de transmission et la principale voie de pénétration du plomb dans l'organisme.

Vous désirez insister également sur les impacts sanitaires et environnementaux pour répondre à l'inquiétude de la population.

1-7 Indiquer les conséquences de ces polluants sur la santé et les précautions à prendre.

1-8 Relever les impacts environnementaux des exploitations illégales aurifères (de l'or) en Guyane et les conséquences pour le développement du territoire.

Enfin, afin de rassurer les habitants, vous souhaitez conclure votre intervention en présentant deux techniques de dépollution du sol (ANNEXE 4) permettant d'améliorer la qualité du sol pour les futures cultures.

1-9 Comparer les deux techniques proposées sur les points suivants : principe, avantages et inconvénients.

1-10 Identifier les microorganismes concernés dans le procédé de biolixivation par agitation en bioréacteur.

Comparer ces microorganismes d'un point de vue structural.

1-11 Relever les conditions de vie de ces microorganismes dans ce bioréacteur.

BTS Métiers des Services à l'Environnement		Session 2019
Epreuve E2 : Etude scientifique et technologique	Code : MSE2EST-NC	Page 3 sur 12
Sous-épreuve U21 : Chimie, Biologie		

2-L'intervention pédagogique

Dans le cadre des actions de sensibilisation du public, les élus de la commune de Cayenne souhaitent mettre en place une communication spécifique en direction des jeunes. Vous proposez, en accord avec un professeur de sciences physiques d'un lycée de la ville, de présenter une méthode de dosage du plomb dans un échantillon organique. La teneur en plomb est généralement déterminée par spectrométrie d'absorption atomique par comparaison à une solution référence de concentration connue. Cependant, en raison de la complexité de la méthode de référence et de l'absence des matériels et réactifs nécessaires, le professeur de physique-chimie a choisi un dosage complexométrique pour déterminer la concentration d'ions Pb^{2+} .

Le plomb est présent dans la matière organique sous forme d'ions plomb II (Pb^{2+}).

L'ion plomb II (Pb^{2+}) provient de l'atome de plomb $^{208}_{82}Pb$.

2-1- Donner la composition de l'ion Pb^{2+} .

Vous proposez aux élèves de doser une solution S, contenant des ions Pb^{2+} , de volume $V_S = 200$ mL, par une solution de sel disodique de l'EDTA. Ce sel a pour formule $(2Na^+_{aq} + H_2Y^{2-}_{aq})$, sa concentration molaire est $C_A = 2,0 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹.

Données : - Volume de solution S dosée $V = 10,0$ mL

- Masse molaire du plomb $M_{Pb} = 207$ g.mol⁻¹.

2-2- Présenter les précautions liées à l'utilisation de l'EDTA (ANNEXE 6). Justifier

2-3- Représenter sur un axe gradué en unité pH le diagramme de prédominance des espèces chimiques issues de l'EDTA.

2-4- Estimer l'intervalle de pH du milieu réactionnel initial.

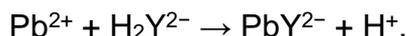
Ce type de dosage nécessite en fait un pH constant égal à 5.

2-5- Citer le type de solution qui doit être utilisé pour stabiliser le pH.

2-6- Proposer le schéma du montage permettant d'effectuer ce dosage et le légènder.

2-7-1- Citer deux caractéristiques nécessaires pour qu'une réaction soit une réaction de dosage.

2-7-2- Recopier et équilibrer l'équation-bilan de la réaction de dosage suivante :



L'équivalence est repérée par le virage d'un indicateur coloré, l'orangé de xylénol, qui passe du rose soutenu au jaune. Le volume équivalent de sel disodique de l'EDTA est alors $V_A = 9,0$ mL.

2-8-1- Calculer la quantité de matière $n_{Pb^{2+}}$ en ions plomb II présents dans la prise d'essai.

BTS Métiers des Services à l'Environnement	Session 2019
Epreuve E2 : Etude scientifique et technologique	Code : MSE2EST-NC
Sous-épreuve U21 : Chimie, Biologie	Page 4 sur 12

2-8-2- Vérifier que la quantité de matière en ions Pb^{2+} présents dans la solution S est $n_{Pb^{2+}}(S) = 3,6 \times 10^{-4}$ mol.

2-8-3- Calculer la masse $m_{Pb^{2+}}(S)$ d'ions plomb II contenue dans la solution S, c'est-à-dire la masse m_{Pb} en plomb de la solution S.

Soucieux de repositionner cette activité de travaux pratiques dans le contexte de la contamination par le plomb des sols en Guyane, vous indiquez aux élèves que la solution S a été préparée à partir de 10 kg de manioc.

2-8-4- En déduire la masse m de plomb II, en mg, contenue dans 1 kg de manioc.

2-9- Conclure sur la toxicité de cette quantité de plomb sachant que la concentration maximale recommandée est de $100 \mu g.kg^{-1}$.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 - L'orpillage

Orpillage illégal. **WWF** [en ligne]. Disponible sur : <https://www.wwf.fr>, (consulté le 23/07/2018).

ANNEXE 2 - Le mercure

Cas particulier de la Guyane

Exposition au mercure organique et grossesse : prise en charge de la femme enceinte et de l'enfant à naître. **Société de toxicologie clinique** [en ligne]. Disponible sur : <http://www.toxicologie-clinique.org>, (consulté le 10/12/2018).

Valeurs de référence et effets neurotoxiques

Bulletin d'alerte de surveillance Antilles Guyane, **Institut national de veille sanitaire** [en ligne]. Disponible sur <http://invs.santepubliquefrance.fr/>, (consulté le 14/11/2018).

ANNEXE 3 - Le plomb

ANDRIEU Audrey. Étude Guyaplomb imprégnation des enfants par le plomb de 1 à 6 ans en Guyane. **Santé publique France** [en ligne]. Disponible sur <http://santepubliquefrance.fr>, (consulté le 14/11/2018).

ANNEXE 4 - Techniques de dépollution par biolixiviation par agitation en bioréacteur et par phytoextraction

Traitabilité des sols pollués. **Guide méthodologique pour la sélection des techniques et l'évaluation de leurs performances**. ADEME [en ligne]. Disponible sur <https://www.ademe.fr>, (consulté le 14/11/2018).

ANNEXE 5 - L'EDTA (éthylène diamine tétraacétique)

Barème :

Partie 1 - L'intervention publique (13.5 points)

Partie 2 - L'intervention pédagogique en lycée (6.5 points)

BTS Métiers des Services à l'Environnement		Session 2019
Epreuve E2 : Etude scientifique et technologique	Code : MSE2EST-NC	Page 5 sur 12
Sous-épreuve U21 : Chimie, Biologie		

ANNEXE 1 : L'orpaillage

Orpaillage illégal. **WWF** [en ligne]. Disponible sur : <https://www.wwf.fr>, (consulté le 23/07/2018).

L'orpaillage en Guyane, contexte et enjeux

La Guyane possède une tradition aurifère reconnue. C'est au milieu du 19^{ème} siècle que les premiers gisements y ont été découverts, initiant un premier essor de l'orpaillage qui a drainé une partie significative de la main d'œuvre locale et attiré des populations antillaises. De nombreuses localités actuelles (Saül, Mana, Régina, etc.) sont fortement, voire entièrement, liées à ces « grandes époques » de l'exploitation aurifère. Depuis les années 1990, suite à des hausses importantes du cours de l'or qui permettent l'exploitation rentable de gisements plus pauvres ou déjà écrémés, la Guyane subit de plein fouet une nouvelle ruée vers l'or. Cette ruée est caractérisée par la très forte proportion d'exploitation illégale : les estimations d'exfiltration annuelle pour l'orpaillage illégal vont de 10 à 12 tonnes, tandis que la production annuelle déclarée oscille entre 1 et 2 tonnes !

L'activité des exploitants déclarés est encadrée par la législation française, parmi les plus exigeantes à l'échelle de l'Amérique du Sud. Les impacts de l'activité minière restent importants mais certaines dispositions visent à limiter ces impacts : interdiction de l'usage du mercure depuis 2006 ; gestion de l'eau en circuit fermé ; obligation de revégétalisations, obligation, pour chaque négociant, de renseigner un livre de police, etc. En revanche, l'activité des orpailleurs illégaux est soumise à la seule loi du profit à court terme et provoque des dégâts colossaux sur l'environnement et la société.[...]

Des rivières et des forêts condamnées par l'activité aurifère illégale : le massif forestier du Plateau des Guyanes constitue le plus grand massif forestier tropical continu encore relativement intact mais en l'espace de 20 ans, l'orpaillage incontrôlé y est devenu le premier facteur de dégradation environnementale. Depuis 2001, 157 000 ha de forêt ont été détruits par l'extraction de l'or, et 72% de cette dégradation est apparue depuis 2008. Le Suriname et le Guyana concentrent l'essentiel de cette déforestation.

L'or illégal nuit gravement à la santé humaine : le mercure utilisé pour amalgamer l'or est un polluant dangereux qui s'accumule dans les milieux naturels. Lorsqu'il intègre les milieux aquatiques, des bactéries le transforment en méthylmercure, composé facilement assimilable par les êtres vivants et neurotoxique puissant. La contamination mercurielle, à la fois d'origine naturelle et liée aux pratiques aurifères illégales, peut ainsi se concentrer le long des chaînes alimentaires aquatiques, atteignant des concentrations particulièrement importantes dans la chair des poissons carnivores. Il en découle une contamination des populations locales dont c'est la nourriture quotidienne. Fin 2013, une étude montrait chez les populations locales du Haut-Maroni des concentrations en mercure quatre fois plus élevées que chez les populations du littoral.

Les répercussions sociales du conflit de l'or : l'exploitation aurifère clandestine concourt à la structuration de véritables filières d'immigration sauvages et au développement de réseaux de prostitution, de trafics (armes et drogues) et de délinquance. Les échanges de tirs et les assassinats de militaires ces dernières années viennent cruellement rappeler que dans certains secteurs, l'insécurité est réelle et le climat est tendu.

L'or illégal grève les perspectives de croissance économique et de développement durable du territoire : cette combinaison d'effets néfastes grève le développement économique du territoire, qui voit ses principaux secteurs d'activités impactés : l'écotourisme subit la destruction de paysages remarquables, la filière forestière pâtit de la perte de capital sur pied, la filière minière déclarée assiste au pillage de la ressource aurifère, sans compter le coût de la répression pour l'Etat français qui, malgré les moyens humains et financiers investis, ne parvient pas à éradiquer le phénomène.

BTS Métiers des Services à l'Environnement		Session 2019
Epreuve E2 : Etude scientifique et technologique	Code : MSE2EST-NC	Page 6 sur 12
Sous-épreuve U21 : Chimie, Biologie		

ANNEXE 2 - Le mercure (1/2)

Cas particulier de la Guyane

Deux études réalisées en Guyane ont été publiées. Les niveaux d'exposition étaient nettement supérieurs à ceux des populations étudiées jusque-là. Les tests neuropsychologiques utilisés ont été adaptés au contexte culturel de ces populations et ont cherché à mesurer les performances motrices, les capacités de mémoire, d'attention et d'organisation visuo-spatiale. Un examen neurologique détaillé a également été réalisé. Ces études ont mis en évidence des résultats semblables à ceux observés dans les études réalisées aux îles Féroé. Dans la première étude, une relation dose-réponse a été observée entre la concentration de mercure mesurée dans les cheveux maternels et une augmentation des réflexes ostéo-tendineux chez des enfants âgés de 9 mois à 6 ans, ainsi qu'une altération de la coordination des membres inférieurs, et une diminution des performances dans les tests analysant l'organisation visuo-spatiale chez des enfants âgés de 5 à 12 ans ; ce pour des concentrations moyennes de mercure capillaire comprises entre 10 et 20 $\mu\text{g.g}^{-1}$.

Chevrier et al. (2009) ont conduit une étude transversale de la performance visuo-spatiale chez 395 enfants amazoniens âgés de 7 à 12 ans résidant dans trois villages du Brésil (N = 263) et de deux villages de Guyane Française (N = 172). L'analyse de l'ensemble des données du Brésil et de la Guyane a conclu que les concentrations de mercure dans les cheveux des enfants et des mères étaient associées négativement aux performances visuo-spatiales : une augmentation de 10 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de la concentration capillaire chez les enfants étant associé à un retard de développement d'environ 2 ans.

Cependant, les relations entre l'exposition au mercure et les scores des différentes composantes du test variaient selon le site d'étude, indiquant que d'autres facteurs devaient être considérés dans l'évaluation des performances cognitives.

Exposition au mercure organique et grossesse : prise en charge de la femme enceinte et de l'enfant à naître. **Société de toxicologie clinique** [en ligne]. Disponible sur : <http://www.toxicologie-clinique.org>, (consulté le 10/12/2018).

BTS Métiers des Services à l'Environnement		Session 2019
Epreuve E2 : Etude scientifique et technologique	Code : MSE2EST-NC	Page 7 sur 12
Sous-épreuve U21 : Chimie, Biologie		

ANNEXE 2 - Le mercure (2/2)

Valeurs de référence et effets neurologiques

Pour interpréter en termes de risque sanitaire les concentrations de mercure mesurées dans les cheveux, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a élaboré des valeurs de référence : la concentration de $2 \mu\text{g.g}^{-1}$ de cheveux est le niveau moyen d'imprégnation d'une population non exposée ; $10 \mu\text{g.g}^{-1}$ de cheveux est la valeur seuil au-delà de laquelle il peut exister un risque d'atteinte neurologique chez l'enfant ; à partir de $50 \mu\text{g.g}^{-1}$ de cheveux, le risque d'atteinte neurologique est estimé à 5% dans la population adulte. La valeur d'imprégnation capillaire maximale recommandée à ce jour par l'OMS est de $10 \mu\text{g.g}^{-1}$ de cheveux.

Continuum de détérioration des fonctions nerveuses en lien avec l'exposition au mercure

EXPOSITION			
Altérations fines des fonctions visuelles et motrices	Troubles de la coordination (test neurologique)	Paresthésies (troubles du sens du toucher)	Maladie de Minamata
$10 \mu\text{g.g}^{-1}$	$20 \mu\text{g.g}^{-1}$	$50 \mu\text{g.g}^{-1}$	$>100 \mu\text{g.g}^{-1}$

Méthylmercure à dose élevée : la maladie de Minamata (Japon, années 50)

(d'après Dr. Philippe Saviuc, Centre de toxicologie du CHU de Grenoble)

Minamata constitue un modèle d'exposition chronique au méthylmercure à fortes doses (de l'ordre de plusieurs centaines de μg pour le cheveu—jusqu'à $700 \mu\text{g.g}^{-1}$) consécutive à des rejets fluviaux de mercure métallique d'origine industrielle.

Le mercure s'est concentré dans les poissons. Les premiers intoxiqués ont été les chats, grands consommateurs de poissons (maladie des chats dansants). Les pêcheurs se nourrissant de poissons ont ensuite été atteints. Les adultes ont présenté des atteintes sévères du cerveau et du cervelet, se traduisant par des tremblements, des troubles de la coordination, des troubles du langage, de la vue et de l'audition. Les enfants ont présenté une atteinte sévère du développement neurologique : paralysie, retard mental, surdité, cécité, voire malformations neurologiques (microcéphalie).

C'est à partir de cet événement qu'ont été découverts la biométhylation du mercure et sa bioamplification, ainsi que son action aux fortes expositions sur la reproduction et sur le système nerveux.

Bulletin d'alerte de surveillance Antilles Guyane, **Institut national de veille sanitaire** [en ligne]. Disponible sur <http://invs.santepubliquefrance.fr/>, (consulté le 14/11/2018).

ANNEXE 3 - Le plomb

ANDRIEU Audrey. Étude Guyaplomb imprégnation des enfants par le plomb de 1 à 6 ans en Guyane. *Santé publique France* [en ligne]. Disponible sur <http://santepubliquefrance.fr>, (consulté le 14/11/2018).

En Guyane, le plomb est présent naturellement dans le sol. Une étude épidémiologique a été réalisée sur une population cible d'enfants âgés de 1 à 6 ans admis en service de pédiatrie des 3 centres hospitaliers de Guyane et centre délocalisés de prévention et de soins. Un prélèvement sanguin de 1 mL a été effectué pour dosage de la plombémie. Les résultats (en $\mu\text{g.L}^{-1}$) sont présentés dans les tableaux suivants et sont comparés avec les résultats obtenus dans les mêmes conditions avec la métropole, la Martinique et la Guadeloupe.

	Guyane	Métropole + DOM	Martinique	Guadeloupe
1 – 6 ans	22,8	15,1	20,0	21,7
IC95%	[20,9 – 24,7]	[14,7 - 15,5]	[19,2 - 20,7]	[21,3 - 22,0]

Moyenne de concentration de plomb chez des enfants de 1 à 6 ans

IC : intervalle de confiance

- Multiples sources de surexposition : peinture au plomb, ustensiles de cuisine et récipients alimentaires, céramiques artisanales, eau distribuée par des canalisations en plomb etc...
- Substance toxique qui s'accumule dans l'organisme et particulièrement nocif pour les jeunes enfants
- Effets sur la santé : effets neurologiques, hématologiques et rénaux. Chez l'enfant, effets toxiques dès les faibles niveaux d'imprégnation ; signes cliniques tardifs et non spécifiques
- Seuil de déclaration obligatoire (DO) de saturnisme fixé à $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ depuis juin 2015

ANNEXE 4 - Techniques de dépollution par biolixiviation par agitation en bioréacteur et par phytoextraction (1/2)

Traitabilité des sols pollués. *Guide méthodologique pour la sélection des techniques et l'évaluation de leurs performances*. ADEME [en ligne]. Disponible sur <https://www.ademe.fr>, (consulté le 14/11/2018).

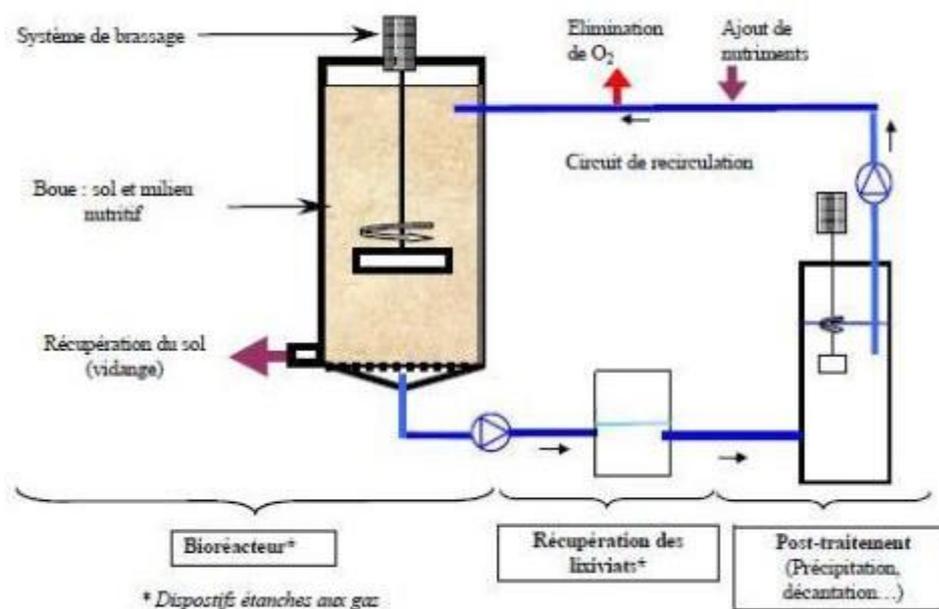
Biolixiviation par agitation en bioréacteur

La biolixiviation permet l'extraction biologique du plomb insoluble grâce à l'action des microorganismes (bactéries Thiobacillus, champignons microscopiques Aspergillus, Penicillium) du sol qui solubilisent les polluants dans l'eau.

Les terres polluées sont excavées et mises en pulpe (entre 1 et 20 grammes de solide pour 100 mL de milieu) dans des réacteurs étanches aérobie ou anaérobie, la pulpe mélangée dans l'eau de ville est additionnée de nutriments (une source de carbone et d'énergie (glucose), azote, phosphore, magnésium, potassium...) et éventuellement d'un agent chélatant (EDTA). Le pH est rendu acide, la température d'incubation est réglée à 28-30 °C, le bioréacteur est agité de façon continue ou discontinue.

Le traitement est suivi d'une séparation liquide/solide, puis du traitement de la phase liquide pour élimination des métaux dissous.

Schéma d'un bioréacteur anaérobie



Phytoextraction

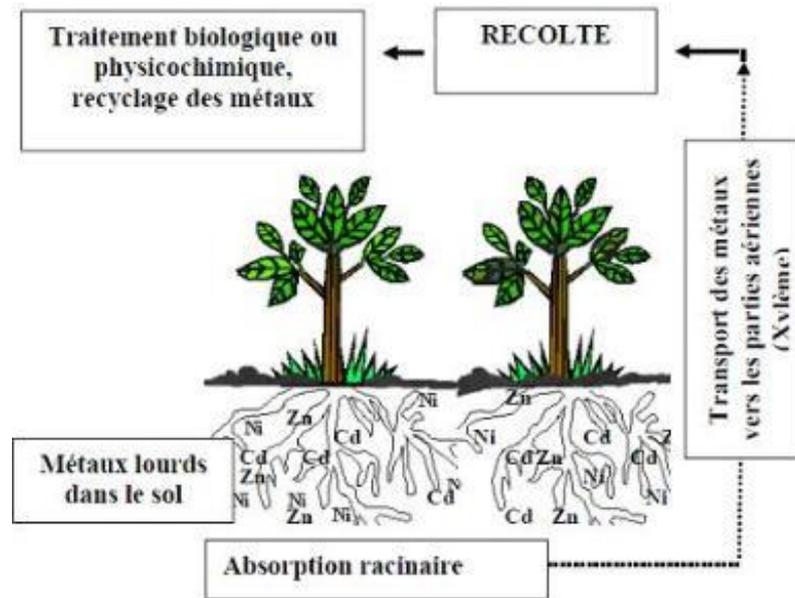
La phytoremédiation est une technique de dépollution basée sur les plantes et leurs interactions avec le sol et les microorganismes (bactéries, algues, champignons, microscopiques...). Cette technique concerne plus particulièrement l'épuration des eaux et la dépollution des sols. L'efficacité de l'application à la pollution de l'air est plus contestée. En « collaboration » avec les microorganismes du sol, les plantes et les algues réduisent la mobilité de certains polluants (phytostabilisation), les absorbent (phytoextraction), les fixent dans leurs tissus (phytostabilisation) ou les métabolisent, permettant leur détoxification et leur élimination (phytodégradation).

BTS Métiers des Services à l'Environnement	Session 2019
Epreuve E2 : Etude scientifique et technologique	Code : MSE2EST-NC
Sous-épreuve U21 : Chimie, Biologie	Page 10 sur 12

ANNEXE 4 - Techniques de dépollution par biolixiviation par agitation en bioréacteur et par phytoextraction (2/2)

Traitabilité des sols pollués. *Guide méthodologique pour la sélection des techniques et l'évaluation de leurs performances*. ADEME [en ligne]. Disponible sur <https://www.ademe.fr>, (consulté le 14/11/2018).

C'est la voie dans laquelle les chercheurs se sont le plus investis depuis le début de cette décennie. La phytoextraction utilise des plantes capables de prélever les éléments traces toxiques et de les accumuler dans les parties aériennes qui seront ensuite récoltées puis incinérées (schéma ci-dessous).



Représentation schématique du processus de phytoextraction des métaux lourds

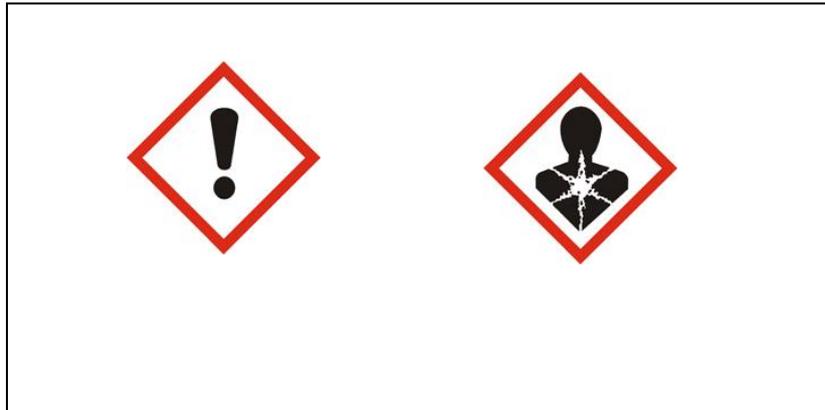
Le plomb est naturellement peu biodisponible car il est absorbé (fixé) ou précipité donc peu soluble. L'ajout d'un chélateur comme l'EDTA (acide éthylène diamine tétra acétique) ou l'acide citrique aux sols augmente la solubilité du plomb et stimule l'absorption et l'accumulation du plomb dans la partie aérienne des plantes, on parle de phytoextraction assistée. Ainsi le taux de plomb dans la partie aérienne peut dépasser 1% de la matière sèche contre 0.01 à 0.06 % sans chélateur. De plus, il semblerait que l'intégration facilitée du plomb dans la plante tende à réduire la production de biomasse (la plante se développe moins bien et reste plus petite) (Römken et al., 2003). Pour cette technique, il convient de prévoir un système pour contenir le lessivage du plomb et éviter en particulier son transfert vers la nappe phréatique.

La quantité du métal extraite du sol est représentée par sa teneur dans le matériel végétal multipliée par la quantité de biomasse récoltée. Des expériences réalisées sur des sols contaminés par plusieurs métaux, montrent une accumulation simultanée du plomb, du cadmium, du cuivre, et du zinc chez des plantes de de colza après application de l'EDTA.

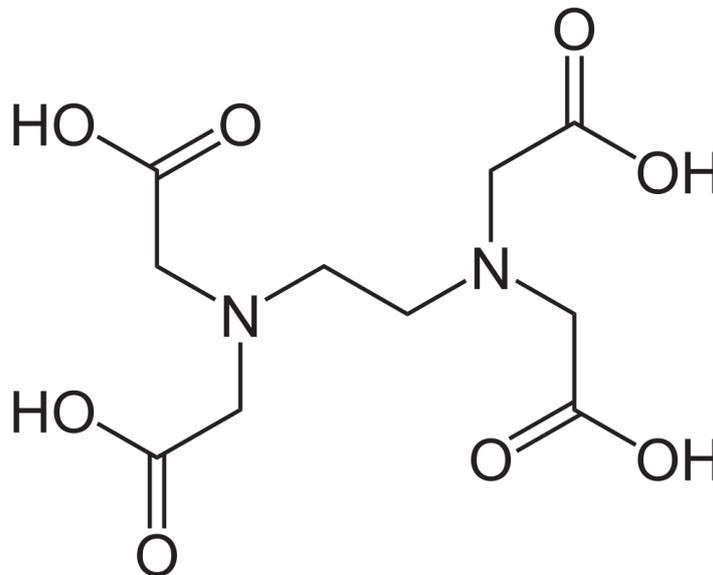
BTS Métiers des Services à l'Environnement	Session 2019
Epreuve E2 : Etude scientifique et technologique	Code : MSE2EST-NC
Sous-épreuve U21 : Chimie, Biologie	Page 11 sur 12

ANNEXE 5 - L'EDTA (éthylène diamine tétraacétique)

Pictogrammes de sécurité



Molécule



L'EDTA, représenté par H_4Y , est un tétraacide. Il existe quatre couples acide/base dont voici les pKa respectifs.

Couple AH/A^-	H_4Y/H_3Y^-	H_3Y^-/H_2Y^{2-}	H_2Y^{2-}/HY^{3-}	HY^{3-}/Y^{4-}
pKa	2,0	2,7	6,2	10,3