



**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.

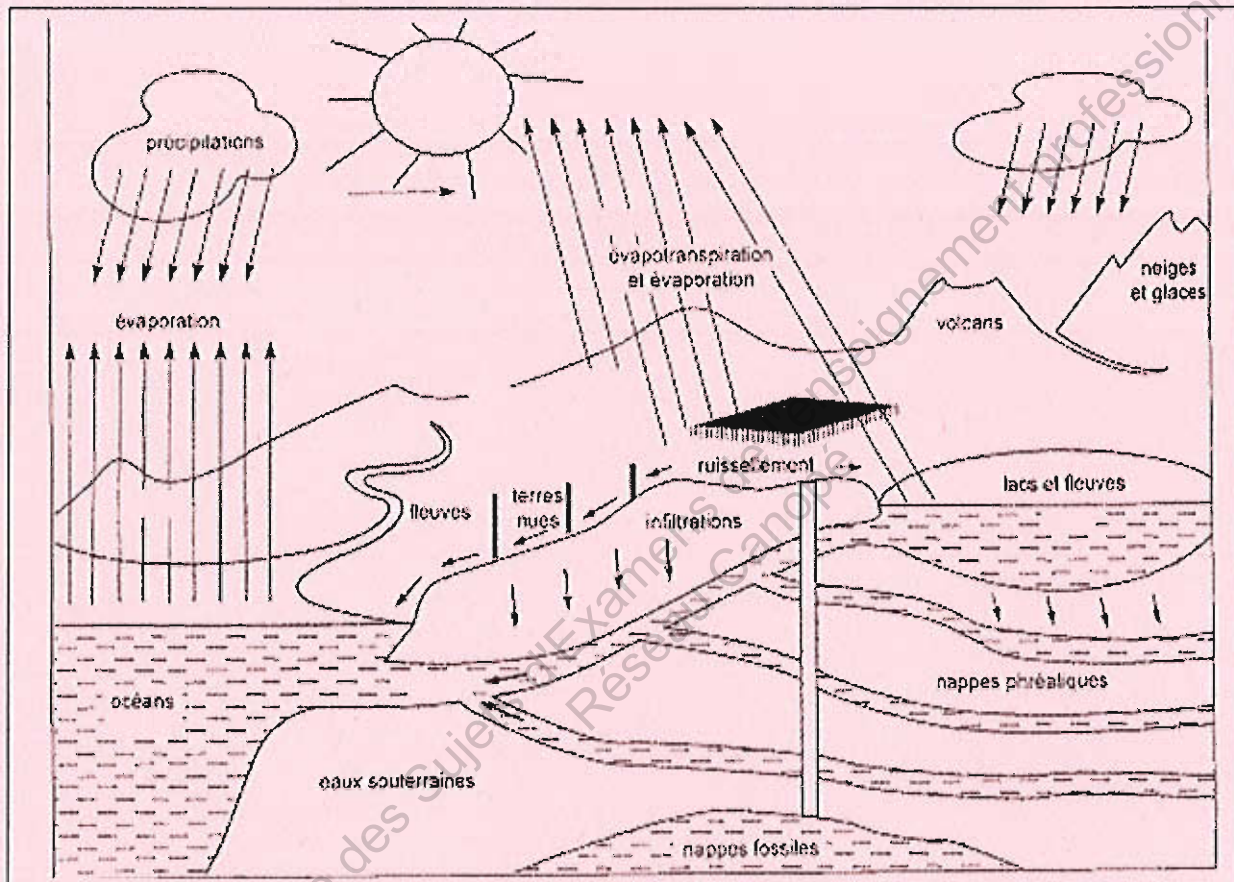
CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

L'eau est un élément indispensable à la vie. Ses multiples usages par l'homme impliquent le respect d'un niveau minimal de qualité, mais ils sont aussi un facteur de dégradation. En effet, depuis quelques années la pollution des eaux s'est accrue à un niveau inquiétant et de nombreux traitements sont mis en œuvre pour limiter ces pollutions.

Partie 1 : Ecologie générale et appliquée 40 points

1-1 : Présenter le cycle biogéochimique de l'eau sous forme d'un schéma commenté.



Mots attendus sur le schéma : 5 points

Précipitation
Ruissellement
Evaporation
Evapotranspiration
Infiltration (ou percolation)

Schémas attendus:

Nuages
Végétation et/ou forêts
Sol
Lacs, rivières (ou fleuves)
Océans
Neiges et glaces ou glaciers
Soleil
Nappes phréatiques

Explication : 5 points

- évaporation des eaux superficielles sous l'effet du rayonnement solaire
- déplacement des masses d'air chargées de vapeur d'eau
- refroidissement et condensation sous forme notamment de précipitations (neige et grêle)
- en surface des continents, mouvements d'eau divers :
 - . infiltration et percolation avec alimentation des masses d'eau souterraines
 - . évapotranspiration et évaporation au niveau des végétaux
 - . évaporation au niveau des sols nus
 - . ruissellement vers les eaux superficielles (ou les terrains perméables)

1-2: La pollution des eaux est devenue une préoccupation majeure de la politique environnementale actuelle. Cette pollution, fortement liée à l'activité humaine présente plusieurs origines mais aussi différents impacts écologiques.

1-2-1 : Différentes formes de pollution (cf. annexe 1). 9 points

Nature des polluants	Origine ou Source	Effets sur l'environnement
Matière organique	IAA Rejets industriels	eutrophisation
Phosphates	Rejets domestiques	eutrophisation
Nitrates	Rejets domestiques	eutrophisation
Ammoniaque	Rejets domestiques et industriels	perturbation ou disparition de la faune
Métaux lourds Hydrocarbures	Rejets industriels	
Détergents - solvants	Rejets industriels	
Poussières, Matières en suspension	Rejets domestiques et industriels	Baisse de la transparence de l'eau (photosynthèse) perturbation de la faune
Pollution thermique	Rejet industriel	perturbation de la faune
Produits chimiques	Centrale électrique	perturbation de la faune

1-2-2 : Parmi les polluants du milieu aquatique, certains interviennent dans les processus de bioaccumulation et bioamplification. Définir ces termes et illustrer le phénomène de bioamplification par une chaîne trophique d'un écosystème aquatique à quatre niveaux trophiques.
6 points

Bioaccumulation : pénétration dans un organisme d'une substance présente dans un biotope et concentration dans ses tissus.

Bioamplification : accroissement de la concentration d'une substance tout au long des différents niveaux d'une chaîne trophique.

Exemple :

Phytoplancton ----- zooplancton ----- sardines ----- oiseaux (cormorans)
5 x 10 x 100 x 2000 x

La concentration en toxique augmente en circulant dans la chaîne trophique vers les niveaux supérieurs : 5 x à 2000 x.

1-3 : L'analyse des eaux destinées à la consommation humaine nécessite notamment des contrôles microbiologiques dont certains utilisent des bactériophages fécaux.

1-3-1 : Expliquer pourquoi la présence d'un phage spécifique d'*E.coli* dans l'eau est un marqueur de contamination fécale.
3 points

E.coli est une bactérie de la flore commensale intestinale humaine.

Il existe un lien quasi permanent entre la présence d'une espèce microbienne et des phages spécifiques de cette espèce donc la présence de phages d'*E. coli* signifie que l'eau est (ou a été) contaminée par la bactérie correspondante et a ainsi subi une contamination fécale.

1-3-2 : Reporter les légendes du schéma d'un bactériophage d'*E.coli* (série T) présenté en annexe 1.
6 points

- 1 : nucléocapside
- 2 : tube central creux (ou col)
- 3 : gaine (hélicoïdale) contractile
- 4 : plaque basale ou terminale ou caudale
- 5 : crochets de la queue ou spicules
- 6 : fibres de la queue ou fibres caudales

Symétrie dite binaire ou mixte : cubique (tête) et hélicoïdale (queue).

Structure 1 du virus : nucléocapside
capside de nature protéique formée de capsomères entourant l'acide nucléique viral (en général ADN).

1-3-3 : Définir le terme «infection lytique». A l'aide des schémas présentés en annexe 3, expliquer les différentes phases de ce processus depuis la fixation du bactériophage jusqu'à la libération des virions.
6 points

Infection lytique : le bactériophage se fixe de façon spécifique à une bactérie et se reproduit à ses dépens, puis celle-ci est lysée et il y a libération des nouveaux phages.

Différentes phases :

- fixation spécifique du phage sur la paroi de la bactérie par la plaque terminale et les fibres caudales
- injection de l'acide nucléique par contraction de la gaine contractile et pénétration de l'ADN au travers de la paroi et de la membrane bactérienne
- destruction du chromosome bactérien
- réplication de l'ADN viral, synthèse des protéines virales, assemblage des particules virales
- lyse de la bactérie et libération des nouveaux virions.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Partie 2 : Hygiène publique et protection de l'environnement : 35 points

Les Installations de stockage de déchets génèrent des eaux polluées.

2-1 : Indiquer les processus impliqués dans la production des eaux polluées. Préciser les conséquences que pourrait engendrer cette pollution sur l'environnement. 5 points

Les eaux de ruissellement parvenant sur les déchets stockés et l'eau provenant des déchets eux-mêmes ruissellent dans l'épaisseur des déchets et se chargent en éléments polluants (chimiques et microbiologiques). Cela constitue les lixiviats.

Conséquences : ces lixiviats peuvent migrer dans le sol et selon les caractéristiques de ce sol (perméabilité) peuvent atteindre les eaux souterraines et les polluer.

2-2 : Présenter les moyens mis en œuvre dans une installation de stockage de déchets non dangereux pour limiter l'impact sur l'environnement des eaux polluées : conception, exploitation, post-exploitation. 13 points

Conception :

- Imperméabilité naturelle du site par un écran argileux (ou autre matériau imperméable). Coefficient de perméabilité $K \leq 1 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sur au moins 1 mètre et $\leq 1 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sur au moins 5 mètres, du haut vers le bas en fond de casier ; Coefficient de perméabilité $K \leq 1 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sur au moins 1 mètre sur les flancs du casier. (imperméabilisation artificielle si nécessaire).
- Géomembrane : film plastique étanche qui recouvre toute la surface intérieure du casier.
- Réseau de drains en fond de casier au dessus de la géomembrane pour collecter les lixiviats et les conduire (pente) vers un puits de pompage
- Fossé périphérique : il ceinture le casier et recueille les eaux de ruissellement pour éviter leur pénétration dans les déchets

Exploitation :

- Collecte et contrôle des eaux de ruissellement
- Collecte, analyse et traitement des lixiviats
- Contrôles périodiques de la qualité des eaux souterraines au niveau du site (puits de contrôle)

Post-Exploitation :

- Couverture finale en fin d'exploitation ;
du bas vers le haut :
 - *Dernières couches de déchets disposées en forme de dôme pour faciliter l'écoulement des eaux vers l'extérieur et limiter l'infiltration dans les déchets
 - *Recouvrement par des matériaux imperméables et une géomembrane
 - *Couche drainante pour permettre la diffusion de l'eau infiltrée par le dessus
 - * Recouvrement par de la terre végétale ensemencée.

- Collecte, contrôle et traitement si nécessaire des différents rejets (lixiviats, eaux de ruissellement...)

2-3 : En raison des contraintes environnementales devenues plus sévères aujourd'hui, le traitement des lixiviats nécessite des technologies de plus en plus performantes. Parmi celles-ci, l'osmose inverse apparaît comme une solution efficace de traitement. 17 points

2-3-1 : Après avoir rappelé le principe général de l'osmose, expliquer le principe de l'osmose inverse. 4 points

L'osmose repose sur le principe d'une séparation physique grâce à des membranes semi-perméables permettant de filtrer les impuretés.

- osmose : du fait de la pression osmotique, l'eau va du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré.

- osmose inverse : la pression appliquée est supérieure à la pression osmotique et l'eau va alors du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré, à travers la membrane. On récupère alors d'un côté de la membrane, l'eau débarrassée de ses impuretés et de l'autre un concentrat de polluants.

2-3-2 : Donner le principal avantage et deux inconvénients de cette technique. 4 points

Avantage : efficacité du traitement avec une réduction de 95 à 99,9% de la concentration en polluants ; (pas d'utilisation de produits chimiques)

Inconvénients : colmatage possible des membranes (pas de destruction de la matière polluante mais concentration), coût élevé.

2-3-3 : Le traitement par osmose inverse permet de modifier un certain nombre de paramètres de pollution des eaux. Commenter les résultats présentés dans le tableau 2 de l'annexe 4. Calculer les rendements de dépollution (ou taux d'abattement) du procédé pour deux paramètres : DBO5 et DCO et conclure. 9 points

DBO₅ : demande biologique en oxygène après 5 jours d'incubation à l'obscurité à la température de 20° C. Ce paramètre traduit une pollution d'origine organique biodégradable.

DCO : demande chimique en oxygène qui traduit l'ensemble de la pollution oxydable organique (biodégradable ou non biodégradable) et minérale.

Rendements de dépollution :

DBO₅: $[(15\ 000 - 100) / 15\ 000] \times 100 = 99,33 \%$

DCO: $[(21\ 000 - 160) / 21\ 000] \times 100 = 99,24 \%$

N ammoniacal : $[(500-20) / 1000] \times 100 = 95\%$

Conclusion : Cette technique permet donc d'obtenir un très bon rendement de dépollution pour l'ensemble des paramètres. Néanmoins le rendement obtenu pour l'azote ammoniacal est légèrement inférieur du fait de la taille de la molécule. ($\text{NH}_3 / \text{NH}_4^+$).

Partie 3 : Hygiène et propreté des bâtiments et des locaux : 25 points

Les opérations de nettoyage des locaux nécessitent l'utilisation d'eau dont la qualité est importante, notamment la dureté.

3-1 : Qu'appelle-t-on «dépôt calcaire». Citer les différents facteurs favorisant ce phénomène. 5 points

L'eau dure est riche en ions calcium et magnésium. Dans certaines conditions, un dépôt calcaire se forme. Il s'agit d'un précipité de carbonate de calcium et de carbonate de magnésium (CaCO_3 et MgCO_3).

Différents facteurs favorisent ce phénomène :

- chauffage de l'eau (au-delà de 50°C)
- agitation de l'eau
- (diminution de la concentration en CO_2)
- addition d'un produit basique ou augmentation du pH
- (support poreux ou rugueux).

3-2 : Expliquer l'ensemble des conséquences de l'utilisation d'une eau dure lors du lavage mécanisé d'un sol. 8 points

- dépôts dans les appareils à l'origine d'une baisse de rendement :
 - . au niveau des tuyauteries : réduction du diamètre donc du débit
 - . au niveau de la résistance électrique : dépôt mauvais conducteur de la chaleur (générateur de vapeur).
- dépôt sur les surfaces nettoyées : augmentation de la rugosité de la surface d'où un risque d'accumulation de salissures et de prolifération de micro-organismes d'où problème d'esthétique (voile terne) et problème d'hygiène.

Et éventuellement :

- diminution de l'efficacité des produits de nettoyage utilisés (savons en particulier) et donc utilisation parfois nécessaire de produits séquestrants .

3-3 : Parmi les moyens utilisés pour réduire la dureté de l'eau, l'adoucissement par échange d'ions est fréquemment utilisé. 12 points

3-3-1 : Donner le principe général de cette technique.

Cette technique consiste à remplacer les ions calcium et magnésium contenus dans l'eau dure par d'autres ions (ex : Na^+) fixés sur une résine échangeuse d'ions.

3-3-2 : A l'aide du schéma présenté en annexe 5, décrire le cycle de fonctionnement d'un adoucisseur.

- Sens de circulation de l'eau adoucie
- Sens de circulation de l'eau lors d'un cycle de régénération. Lors de la régénération, les ions sodium du sel remplacent les ions calcium et magnésium chargés sur la résine.
- Le bipasse permet de réguler finement le niveau d'adoucissement de l'eau en sortie par régulation de la quantité d'eau admise dans la résine.
(autre réponse logique acceptée : opération de maintenance possible sans coupure d'eau).

