Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BTS MÉTIERS DE L'EAU

BIOCHIMIE BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE DES EAUX – U. 4

SESSION 2018

_____

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

_____

Calculatrice non autorisée.
Matériel autorisé : aucun.

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

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 13 pages, numérotées de 1/13 à 13/13.

LES « FONDANTS HIVERNAUX » UTILISÉS SUR UNE PLATEFORME AÉROPORTUAIRE : RISQUES POUR L'ENVIRONNEMENT ET STRATÉGIES DE DÉPOLLUTION

Durant l'hiver, les plateformes aéroportuaires utilisent en abondance des produits chimiques regroupés sous le terme de « fondants hivernaux » :

- *les antigivrants diminuent le risque de dépôt de givre sur les avions pendant le vol. Ils contiennent de l'éthylène-glycol et du propylène-glycol ;*
- *les déverglaçants assurent la viabilité des pistes et des routes. Ils contiennent notamment de l'urée et des sels d'acétate et de formiate.*

Ces produits occasionnent une importante pollution saisonnière dans les eaux de ruissellement. On se propose d'étudier les risques que constituent les rejets d'eaux de ruissellement dans un cours d'eau, puis les stratégies utilisées par les plateformes aéroportuaires pour réduire ces risques.

1. État écologique d'un cours d'eau situé en aval d'un aéroport (21 points)

La directive-cadre sur l'eau impose aux États membres de l'Union Européenne un suivi des masses d'eau et la mise en œuvre d'actions visant le retour au bon état de l'eau, sur le plan chimique et sur le plan écologique. L'état écologique s'évalue en analysant la structure et le fonctionnement des écosystèmes des masses d'eau.

1.1. **Proposer** une définition du terme « écosystème » en citant ses deux composantes.

L'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) est un des indicateurs utilisés. Sa détermination est fondée sur la collecte de macro-invertébrés benthiques. Les différents prélèvements doivent se faire, si possible, au niveau d'une zone lentique et d'une zone lotique.

1.2. **Expliquer** les termes « lotique » et « lentique ».

Les principales relations, reliant les organismes vivants d'un écosystème, sont de type alimentaire.

1.3. **Schématiser** une chaîne alimentaire en indiquant les principaux niveaux trophiques qui la constituent.

*Des organismes d'un écosystème d'eau douce sont présentés dans l'**annexe 1 (page 6/13)**.*

1.4. **Préciser** à quel niveau trophique de la chaîne alimentaire se situe chacun de ces organismes.

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

*La détermination de l'IBGN a été réalisée dans le cours d'eau en amont de l'aéroport (prélèvement 1) et dans le cours d'eau en aval du rejet de l'aéroport (prélèvement 2). Les résultats sont présentés dans l'**annexe 2** **(pages 7 et 8/13)**.*

1.5. Pour le prélèvement 2, **déterminer** Σt et GI. **Comparer** ces valeurs à celles du prélèvement 1.

1.6. **En déduire** l'IBGN du prélèvement 2. **Qualifier** l'état écologique du cours d'eau et **conclure**.

L'exploitation de l'IBGN ne suffit pas à incriminer les rejets de fondants hivernaux.

1.7. **Proposer** au moins une analyse physico-chimique et une étude biologique qui permettraient de compléter l'étude de l'impact de ces rejets.

2. Mécanismes de perturbation des écosystèmes aquatiques par les fondants hivernaux (22 points)

Les fondants hivernaux peuvent avoir un impact négatif sur la vie aquatique par plusieurs mécanismes : toxicité aiguë, demande importante en oxygène ou eutrophisation. On examinera le cas de deux fondants hivernaux :
- *le propylène-glycol de formule chimique $CH_3 – CHOH – CH_2OH$;*
- *l'urée de formule chimique $NH_2 – CO – NH_2$.*

*La méthode d'étude et les résultats d'un « test daphnies » sont présentés dans l'**annexe 3** **(page 9/13).***

2.1. **Analyser** les résultats obtenus pour le témoin de toxicité. **Indiquer** son rôle et **conclure** sur la validité du « test daphnies » réalisé.

2.2. **Déterminer** les CE_i50 du propylène-glycol et de l'urée.

2.3. **Comparer** ces résultats et conclure.

Des eaux de ruissellement concentrées en propylène-glycol contribuent à l'augmentation de la DBO_5.

2.4. **Donner** la signification du sigle DBO_5.

2.5. **Expliquer** l'impact du rejet de propylène-glycol sur la vie aquatique.

*Lors d'un rejet massif d'urée dans le cours d'eau, se produit le processus décrit dans l'**annexe 4** **(page 10/13)**.*

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

2.6. **Expliquer** les phénomènes (1) à (4).

2.7. Dans un tableau, **récapituler** les effets sur le cours d'eau de chaque fondant hivernal (propylène-glycol et urée) : effets étudiés sur la toxicité aiguë, la demande en oxygène et l'eutrophisation.

3. Aspects biochimiques de l'élimination du propylène-glycol dans un traitement biologique aérobie (17 points)

*Lors des premières pluies suivant un épisode de gel, la DCO (demande chimique en oxygène) des eaux de ruissellement peut dépasser $2\ \mathrm{g \cdot L^{-1}}$. Dans l'aéroport, ces eaux fortement polluées sont collectées et amenées à une station de traitement dont le synoptique se trouve en **annexe 5** **(page 11/13)**. Les eaux prétraitées rejoignent un bassin muni d'aérateurs dans lequel se trouve une biomasse bactérienne chimio-organo-hétérotrophe aérobie.*

3.1. **Proposer** une définition des termes « chimiotrophe », « organotrophe » et « hétérotrophe ».

Dans une cellule bactérienne, le propylène-glycol peut suivre deux voies distinctes. La première est l'assimilation, conduisant à la synthèse de nouvelles biomolécules complexes : cette voie est l'anabolisme. La seconde voie est le catabolisme.

Le bilan global de la voie métabolique d'utilisation du propylène-glycol par une cellule bactérienne est le suivant :

$$CH_3 - CHOH - CH_2OH + 4O_2 \xrightarrow[\text{oxydés}]{\text{Coenzymes}} 3CO_2 + 4\,H_2O \quad \text{(Coenzymes réduits)}$$

3.2. **Indiquer** si cette voie métabolique fait partie de l'anabolisme ou du catabolisme. **Justifier** ce choix.

*Les coenzymes d'oxydoréduction réduits sont ensuite pris en charge par la chaîne respiratoire, dont l'activité est schématisée dans l'**annexe 6** **(page 12/13).***

3.3. **Donner** la signification du sigle ATP.

3.4. **Indiquer** au moins deux utilisations possibles de l'ATP par la cellule bactérienne.

Le bassin aéré de la station de traitement est équipé d'aérateurs. Ceux-ci répondent aux besoins de la biomasse épuratrice.

3.5. À l'aide de l'**annexe 6**, **argumenter** l'utilisation de ces aérateurs.

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

4. Optimisation de l'élimination du propylène-glycol dans la station de traitement de l'aéroport (20 points)

L'élimination de la pollution carbonée par voie biologique aérobie nécessite un ratio $DBO_5/NK/Pt$ respectant le rapport 100/5/1 en masse. En effet, l'azote et le phosphore sont indispensables à la synthèse de biomolécules donc à la croissance de la biomasse.

4.1. Parmi les molécules retrouvées dans la biomasse, **citer** une catégorie de biomolécules riches en azote et une autre catégorie de biomolécules riches en phosphore.

L'annexe 7 (page 12/13) *présente la composition des eaux de ruissellement arrivant à la station à une période donnée de l'année.*

4.2. **Montrer** que les eaux de ruissellement présentent un déséquilibre nutritionnel pour la biomasse épuratrice en précisant la nature de ce déséquilibre.

4.3. **En déduire** des actions correctives afin d'améliorer l'élimination du propylène-glycol dans le bassin aéré de la station de l'aéroport.

Une étude a été menée pour évaluer l'influence de la température sur la dégradation du propylène-glycol. ***L'annexe 8 (page 13/13)*** *présente les résultats de cette étude.*

4.4. **Analyser** ces résultats.

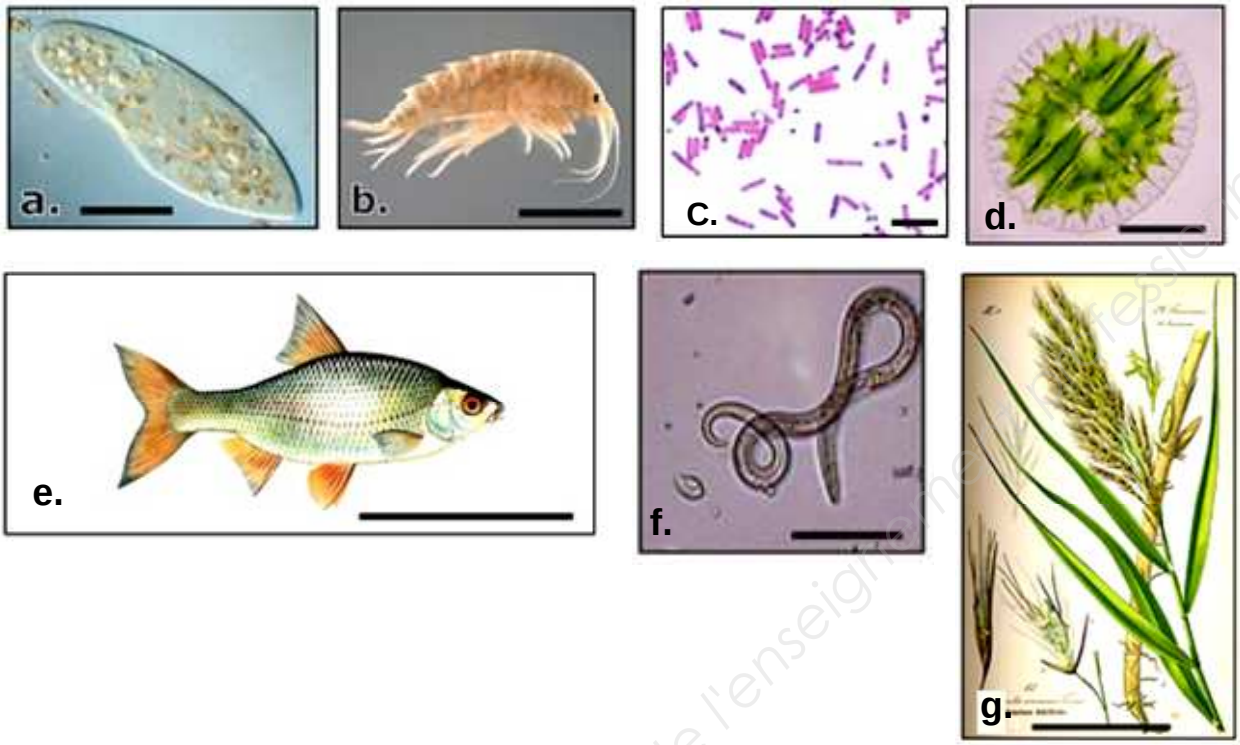
4.5. **En déduire** la principale conséquence sur le fonctionnement du bassin aéré en période hivernale.

Suite aux dysfonctionnements hivernaux, des aménagements sur la station de traitement ont été réalisés.

4.6. À partir de **l'annexe 5, justifier** ces aménagements en expliquant leurs effets attendus sur la dépollution.

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

Annexe 1 – Exemples d'organismes observés dans le cours d'eau



La taille de la barre d'échelle est indiquée entre parenthèse pour chaque vignette.

a. Paramécie (50 µm).

b. Crustacé *Gammarus pulex* (5 mm).

c. Bactérie (5 µm).

d. Micro-algue (50 µm).

e. Poisson carnivore Gardon (10 cm).

f. Nématode (100 µm).

g. Roseau *Phragmites* spp (20 cm).

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

Annexe 2 – Détermination de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)

Résumé de la méthode de détermination de l'IBGN

L'IBGN est déterminé à l'aide :

- de la **diversité du peuplement ou variété taxonomique (Σt)** : Σt représente le nombre de taxons récoltés dans un cours d'eau. Le taxon est une unité de classification des êtres vivants (ordre, famille, genre…). Pour la détermination de l'IBGN, 142 taxons sont recherchés et dénombrés ;
- du **groupe faunistique indicateur (GI)** : il représente le groupe de taxons le plus sensible à la pollution. Les taxons sont classés selon leur sensibilité globale à la pollution, du groupe indicateur 9, très polluo-sensible, jusqu'au groupe indicateur 0, très polluo-tolérant. Par exemple, la présence de taxons du groupe indicateur 9 révèle une eau de très bonne qualité et leur absence indique une altération de la qualité de l'eau ou des habitats peu diversifiés voire dégradés.

L'IBGN est une note de 0 à 20, déterminée à partir de la variété (Σt) et du groupe faunistique indicateur (GI) grâce au tableau ci-dessous.

Tableau de détermination de l'IBGN

Source : norme AFNOR NF T90-350 – Mars 2004.

IBGN		Σt													
		> 50	45-49	41-44	37-40	33-36	29-32	25-28	21-24	17-20	13-16	10-12	7-9	4-6	1-3
GI	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

État écologique d'un cours d'eau en fonction de l'IBGN

Très bon état	IBGN ≥ 17
Bon état	IBGN de 13 à 16
État moyen	IBGN de 9 à 12
État médiocre	IBGN de 5 à 8
Mauvais état	IBGN ≤ 4

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

Annexe 2 (suite)

Résultats de l'IBGN pour le prélèvement 1

Groupe indicateur : GI = 7.
Variété taxonomique : Σt = 42.
IBGN : 18.

Liste faunistique des macro-invertébrés benthiques récoltés dans le prélèvement 2

Taxon	Groupe indicateur	Effectif
Corixidae		1
Chironomidae*	1	40
Simuliidae		11
Asellidae*	1	1283
Gammaridae*	2	1
Erpobdellidae	1	12
Glossiphoniidae	1	15
Oligochaeta*	1	1489
Nemathelmintha		1
Hydrozoa		20

Sources : Données DIREN Ile-de-France

Remarques :

Les taxons avec * doivent être représentés par au moins 10 individus pour être pris en considération comme groupe indicateur.

Les taxons sans *, considérés comme groupe indicateur, doivent être représentés par au moins trois individus.

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

Annexe 3 – Étude de la toxicité du propylène-glycol et de l'urée par un « test daphnies »

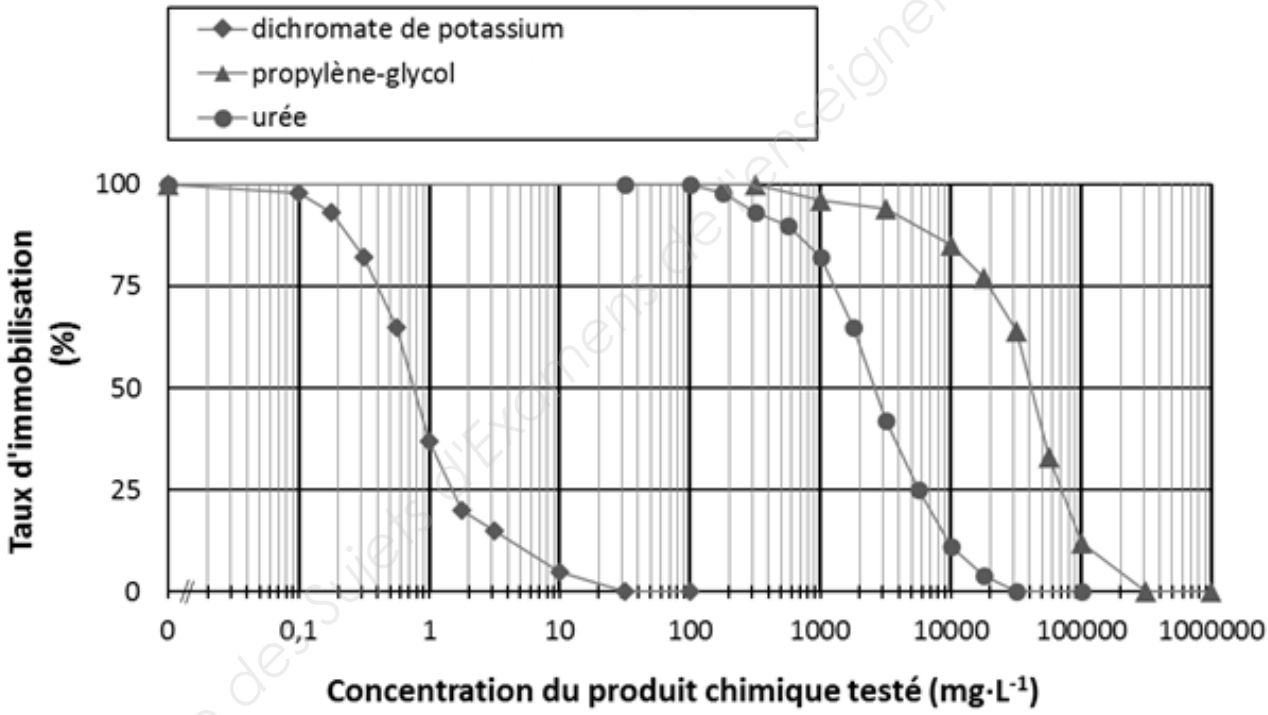
Résumé de la méthode d'étude

La toxicité de différents produits chimiques peut être étudiée à l'aide d'un test normalisé. On soumet le crustacé d'eau douce *Daphnia magna Strauss* à des concentrations croissantes du produit chimique étudié. Après 48 h, on détermine le taux de daphnies immobiles. La CE_i50 est la concentration efficace inhibitrice provoquant l'immobilisation de 50 % des daphnies après 48 h de contact.

Le dichromate de potassium est utilisé comme témoin de toxicité ; la CE_i50 du dichromate de potassium doit être comprise entre 0,6 et 2,1 $\mathrm{mg \cdot L^{-1}}$.

Résultats expérimentaux obtenus pour le propylène-glycol et l'urée

Taux d'immobilisation des daphnies en fonction des concentrations en produits chimiques.

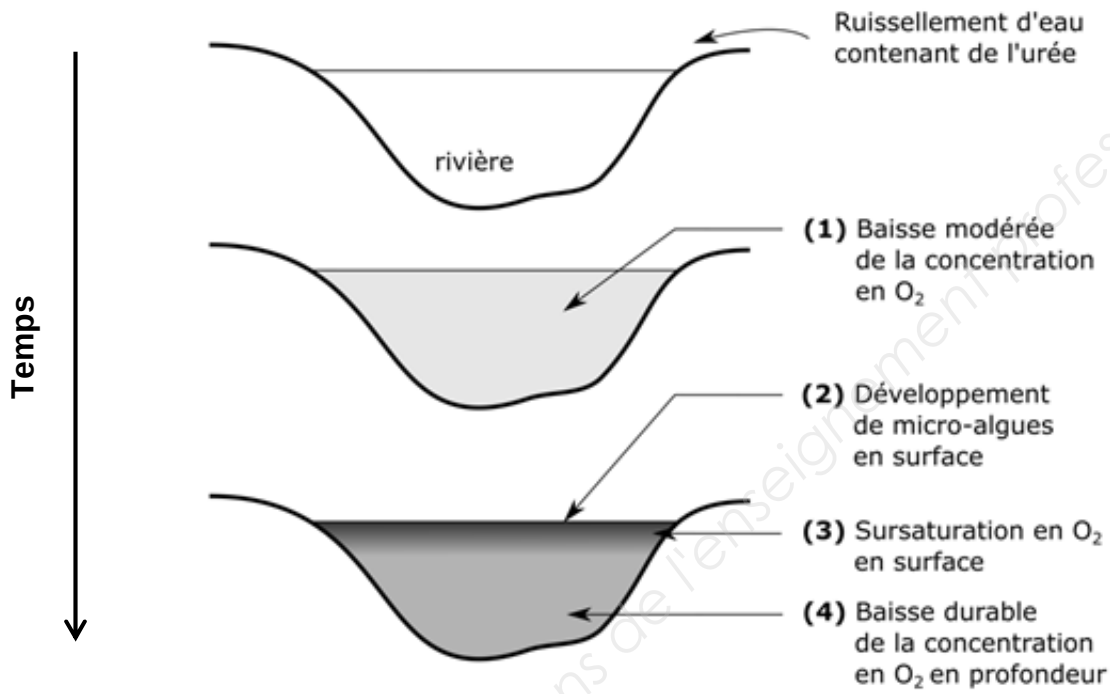


Classification des produits d'après la directive européenne 93/67/CEE

CE_i50 $(\mathrm{mg \cdot L^{-1}})$	Classe
< 0,1	Extrêmement toxique
0,1 à 1	Très toxique
1 à 10	Toxique
10 à 100	Nuisible
> 100	Non toxique

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

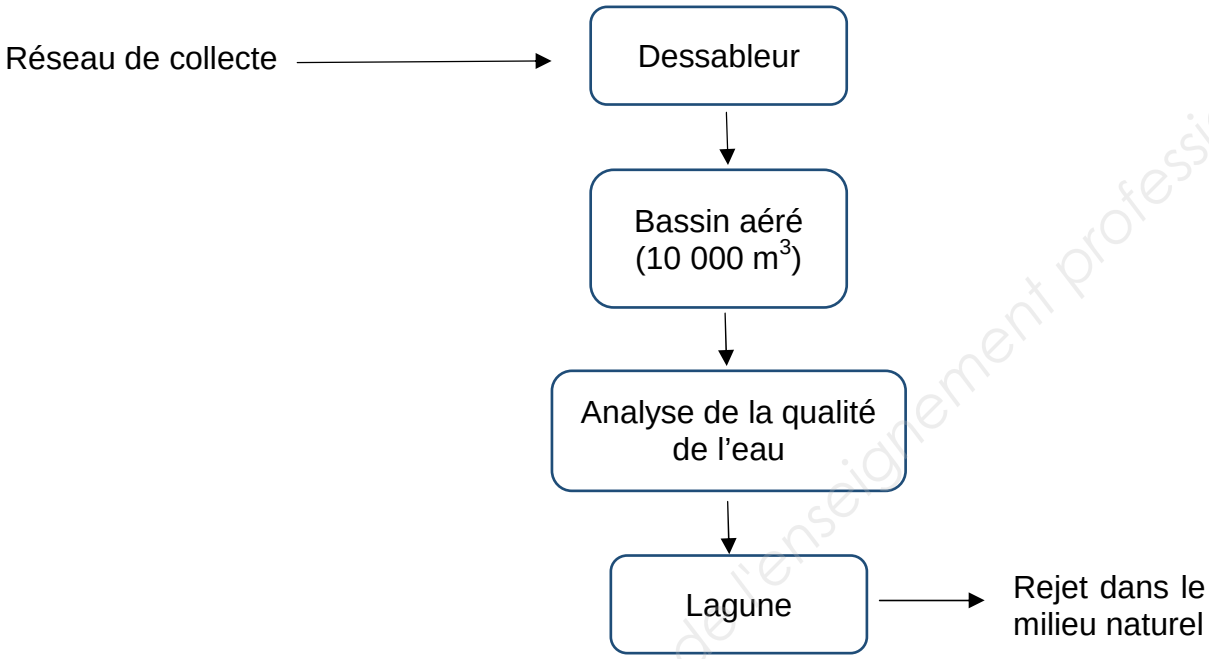
Annexe 4 – Schématisation de l'évolution de l'état du cours d'eau suite à un rejet d'urée



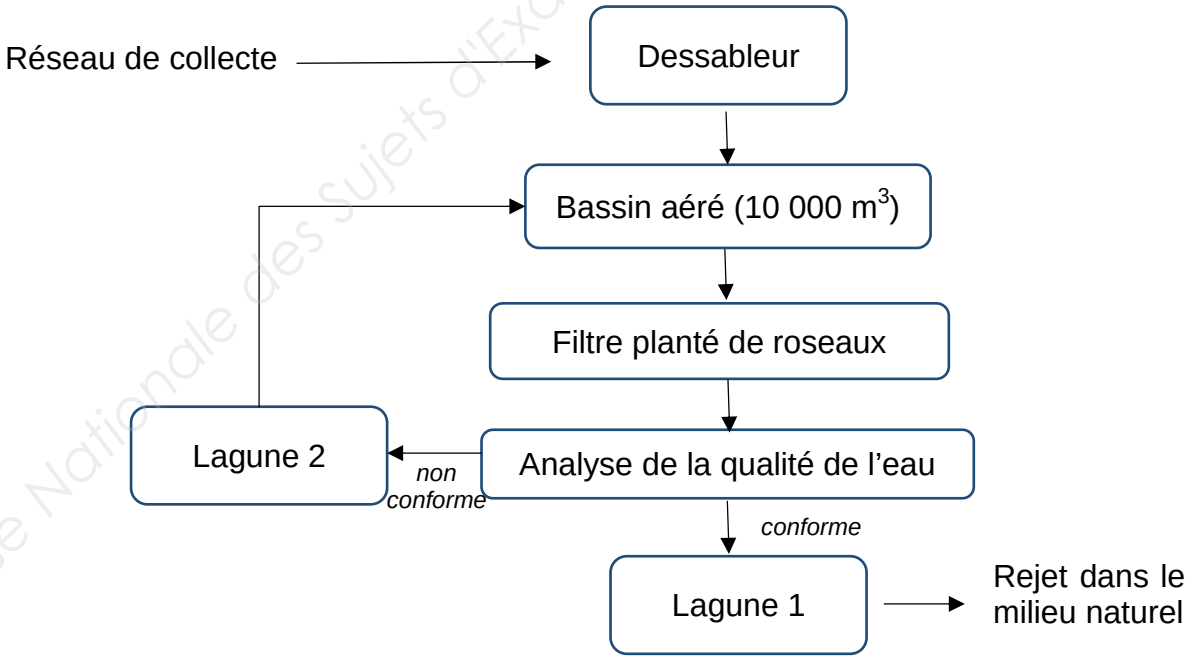
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe 5 – Synoptique de la station de traitement des eaux de ruissellement de l'aéroport

Avant aménagements



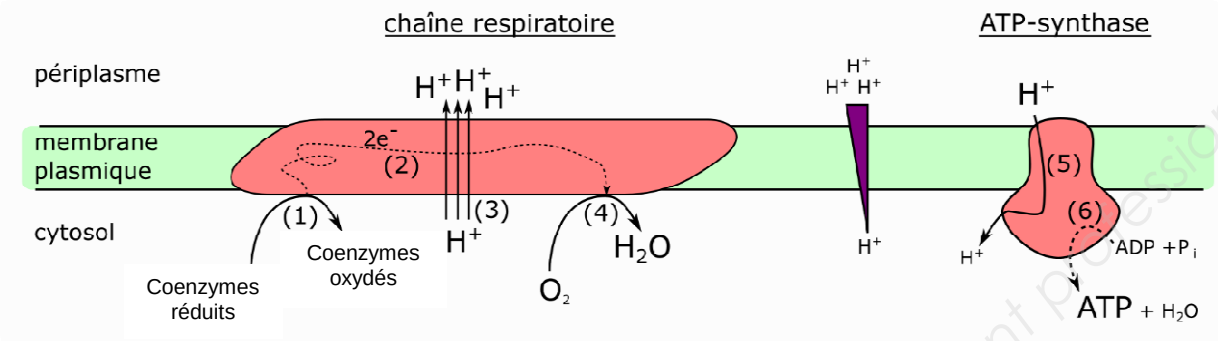
Après aménagements



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

Annexe 6 – Schéma de fonctionnement de la chaîne respiratoire

La chaîne respiratoire est composée de plusieurs complexes protéiques ancrés dans la membrane plasmique de la bactérie considérée. Ces différents complexes ne sont pas détaillés, mais représentés en un seul ensemble.



(1) Réoxydation de coenzymes réduits.
(2) Transfert d'électrons dans la chaîne respiratoire.
(3) Translocation de protons du cytosol vers le périplasme.
(4) Réduction de O_2.
(5) Translocation de protons du périplasme vers le cytosol.
(6) Phosphorylation de l'ADP / formation d'ATP.

Annexe 7 – Composition des eaux de ruissellement arrivant dans le bassin d'aération après un épisode de gel

Paramètre	Unité	Valeur
Chlorures	$mg \cdot L^{-1}$	6,37
Conductivité à 25 °C	$\mu S \cdot cm^{-1}$	362
DBO_5	$mg\ O_2 \cdot L^{-1}$	600
DCO	$mg\ O_2 \cdot L^{-1}$	778
COT	$mg \cdot L^{-1}$	265
MES	$mg \cdot L^{-1}$	265
NK	$mg \cdot L^{-1}$	1,18
Pt	$mg \cdot L^{-1}$	0,16

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

Annexe 8 – Étude de l'influence de la température sur l'élimination de la DCO des eaux de ruissellement

Mode opératoire

Dans un bécher d'un litre, un échantillon d'effluent est mélangé à la biomasse du bassin d'aération, soumis à une agitation et aéré. Un prélèvement est effectué toutes les heures et la DCO est immédiatement déterminée. Le temps nécessaire pour dégrader 90 % de la DCO est ensuite déterminé.

Cet essai est reproduit à différentes températures.

Résultats

Température (°C)	Temps nécessaire pour dégrader 90 % de la DCO (h)
20	41,3
10	64,7
5	170

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

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.