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 2017

_____

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

_____

Matériel autorisé :
- toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique sous réserve que leur fonctionnement soit autonome te qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

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 9 pages, numérotés de 1/9 à 9/9.

SUIVI DE LA DÉPOLLUTION ET DE LA DÉSINFECTION D'UN EFFLUENT URBAIN

Le traitement des effluents urbains par réacteur discontinu séquentiel (en anglais SBR pour Sequencing Batch Reactor) est une solution alternative au système classique : bassin d'aération suivi d'un clarificateur. Le principe du traitement SBR repose aussi sur l'utilisation de boues activées.

1. ASPECTS ÉCOLOGIQUES DES BOUES ACTIVÉES (18 POINTS)

Le traitement des effluents urbains par boues activées s'inspire du phénomène naturel d'autoépuration des écosystèmes aquatiques.

1.1. **Proposer** une définition du terme écosystème.

1.2. Dans le procédé de boues activées coexistent différents micro-organismes tels des protozoaires et des métazoaires.
Proposer une définition des termes « protozoaire » et « métazoaire » ; **illustrer** chacune par un exemple.

1.3. **Expliquer** le processus d'autoépuration.

1.4. Le cycle de l'azote est présenté en **annexe 1 (page 5/9)**. **Nommer** sur la copie les étapes numérotées de 1 à 4. **Identifier** l'élément 5.

1.5. **Citer** les deux principales formes d'azote retrouvées dans un effluent brut urbain.

1.6. En cas de rejet massif et accidentel de ces formes azotées, **indiquer** un risque potentiel pour l'environnement.

2. ÉTUDE DES VOIES DE L'ÉLIMINATION DES FORMES AZOTÉES (26 POINTS)

Une des voies permettant l'élimination de l'azote est la nitrification. Elle permet la conversion d'énergie grâce à une chaîne respiratoire. L'équation globale est :

$$NH_4^+ + 2\ O_2 = NO_3^- + 2\ H^+ + H_2O$$

2.1. À l'aide de l'équation **ci-dessus** :
- **identifier** le donneur d'électrons et **en déduire** le type trophique correspondant ;
- **identifier** l'accepteur final d'électrons et **en déduire** le type respiratoire des bactéries nitrifiantes.

2.2. Les bactéries nitrifiantes sont par ailleurs « autotrophes ».
Proposer une définition de ce terme.

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

La dénitrification est une autre voie qui participe à l'élimination de l'azote.

2.3. Les bactéries dénitrifiantes sont « hétérotrophes ».
Définir un organisme « hétérotrophe ».

2.4. Une souche bactérienne isolée à partir des boues activées est ensemencée en bouillon nitraté.
Les étapes analytiques sont présentées en **annexe 2 (page 5/9)**.

2.4.1. Donner le nom de l'enzyme recherchée.

2.4.2. Argumenter les différentes étapes de la recherche d'enzyme.
Interpréter les résultats obtenus.

2.4.3. Expliquer en quoi l'équipement enzymatique mis en évidence participe à l'élimination de la pollution azotée.

2.5. Comparer, à l'aide d'un tableau, les conditions physico-chimiques et nutritionnelles (oxygénation, source de carbone, source d'énergie et d'électrons) nécessaires à la nitrification et dénitrification hétérotrophe.

2.6. En déduire, en argumentant, la nécessité de séparer la nitrification et la dénitrification.

3. ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DU PROCÉDÉ PAR RÉACTEUR DISCONTINU SÉQUENTIEL (SBR) (19 POINTS)

*Le principe du procédé SBR est décrit dans l'**annexe 3** **(page 6/9).***
Dans l'objectif d'améliorer l'élimination de l'azote selon ce procédé, une étude est menée. Le « cycle de référence » est réalisé au laboratoire. Il est comparé à l'expérience d'allongement de la phase d'anoxie.

3.1. Cycle de référence

3.1.1. Décrire et interpréter l'évolution de la concentration en Carbone Organique Dissous (COD) représentée dans la **figure 1** de l'**annexe 4 (page 7/9)**.

3.1.2. Analyser, dans chacune des phases, l'évolution des concentrations en ammonium et en nitrate représentées dans la **figure 2** de **l'annexe 4** et **conclure** en nommant les réactions mises en jeu.

3.2. Influence de l'allongement de la phase d'anoxie sur l'élimination de l'azote

*Cette expérience étudie l'influence de l'allongement du temps d'anoxie sur l'élimination des nitrates. Les résultats sont présentés dans **l'annexe 5** **(page 8/9).***

3.2.1. Analyser les **annexes 4 et 5** afin de justifier l'intérêt de l'allongement de la durée de la phase d'anoxie.

3.2.2. Proposer une optimisation de la durée de la phase d'anoxie. **Argumenter** ce choix.

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

4. DÉSINFECTION DES EAUX ÉPURÉES (17 POINTS)

On envisage la réutilisation d'eau épurée pour l'arrosage d'un golf. Cette eau doit, au préalable, subir un traitement de désinfection.
Un laboratoire spécialisé réalise des essais d'inactivation d'une souche test de poliovirus avec deux oxydants afin d'obtenir un abattement de 99 %.

Les deux oxydants envisagés sont :
- l'acide peracétique (APA) ;
- l'eau de Javel.

L'injection de l'oxydant se fera en entrée d'une cuve de contact de 100 m^3 avec un débit de l'eau épurée de 1000 $m^3.h^{-1}$.

4.1. **Nommer** la molécule chimique habituellement désignée « eau de Javel ».
Préciser sa formule.

4.2. **Expliquer** ce que représente le chlore libre actif.

4.3. **Citer** un avantage et un inconvénient de l'utilisation de l'eau de Javel comme désinfectant sur cet effluent traité.

4.4. **Déterminer** le temps de contact, en minutes, à respecter au cours des essais d'inactivation.

La loi de Watson Chick permet de modéliser la désinfection et de tracer les courbes d'inactivation présentées en ***annexe 6*** *(page 9/9).*

Loi de Watson Chick	$C^n \cdot t = -\ln(N_t/N_0) / A$

Signification des grandeurs
- **N_0 :** nombre initial de micro-organismes présents.
- **N_t** : nombre de micro-organismes survivants au temps t.
- **t :** temps de contact entre micro-organismes et désinfectant.
- **C** : concentration en oxydant résiduel, en $mg.L^{-1}$.
- **A** : coefficient spécifique de létalité (sensibilité du micro-organisme à l'oxydant).
- **n :** constante, ici n = 1.

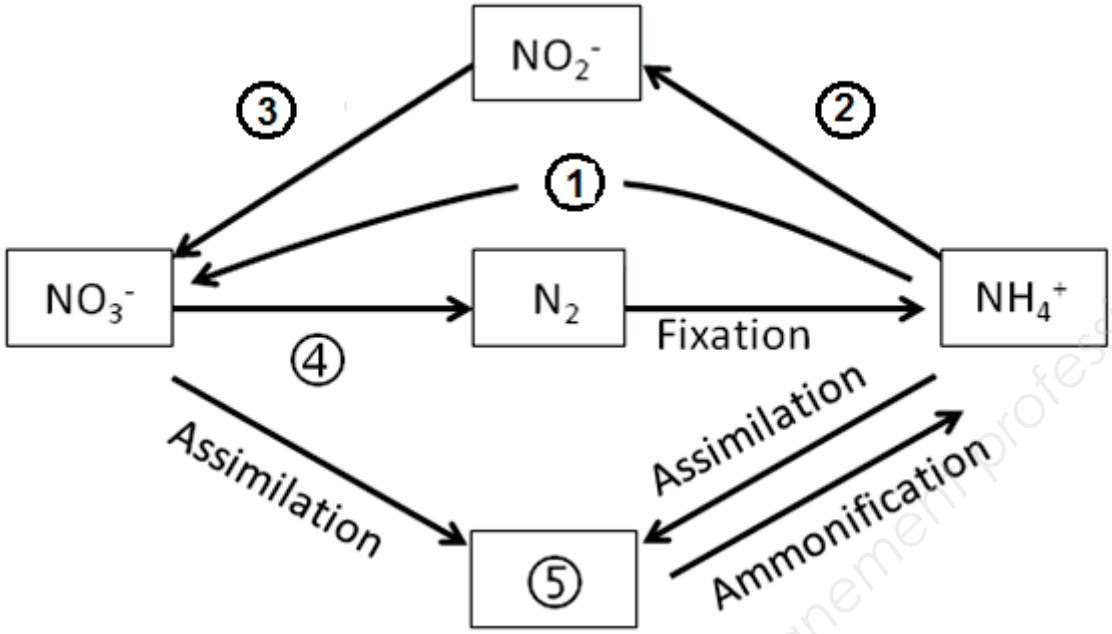
4.5. **Analyser** **l'annexe 6** pour déterminer le coefficient de létalité A de chaque désinfectant.

4.6. **Déterminer**, pour chaque oxydant, le C·t permettant d'obtenir 99 % d'inactivation des poliovirus. **Expliquer** la démarche.

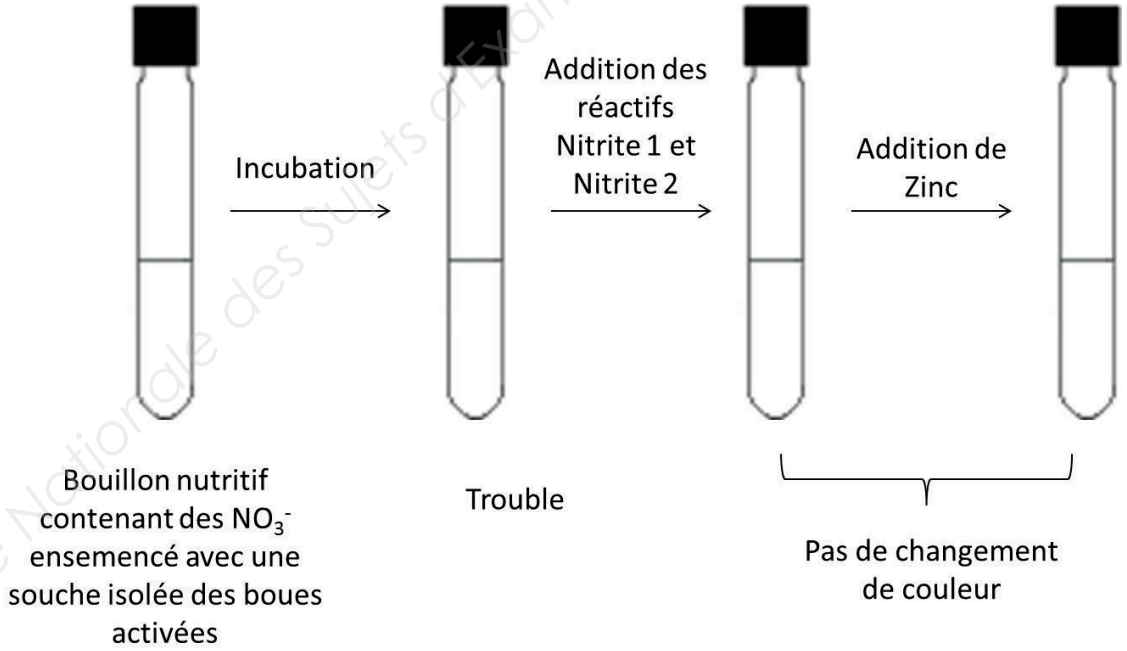
4.7. **En déduire** le choix du désinfectant pour cette station d'épuration.

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

Annexe 1 – Le cycle de l'azote



Annexe 2 – Résultat de la recherche d'une enzyme provenant d'une bactérie isolée des boues activées

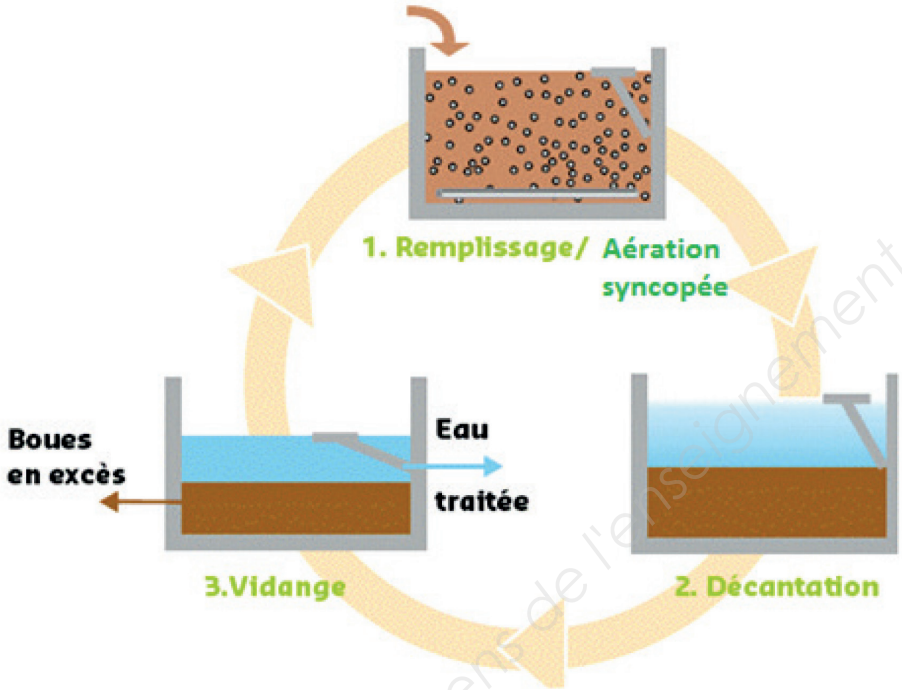


Les réactifs **Nit**rite **1** et **Nit**rite **2** développent avec les nitrites une coloration rouge.
Le zinc catalyse la réaction de réduction des nitrates en nitrites.

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

Annexe 3 – Le procédé séquentiel SBR

Le procédé SBR (réacteur discontinu séquentiel) effectue le traitement du carbone et de l'azote dans un bassin unique grâce à une gestion adéquate des cycles temporels de réactions.



Chaque cycle comporte une alternance de phases d'alimentation et d'aération syncopée **(étape 1)**, de décantation **(étape 2)**, de purge et de soutirage des boues **(étape 3)**.

L'alternance de phases aérées et de phases anoxiques, suivie d'une période de décantation, conduit en théorie à l'élimination de l'azote et du carbone.

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

Annexe 4 – Cycle de référence

Figure 1 – Évolution de la concentration en carbone organique dissous (COD) en fonction du temps.

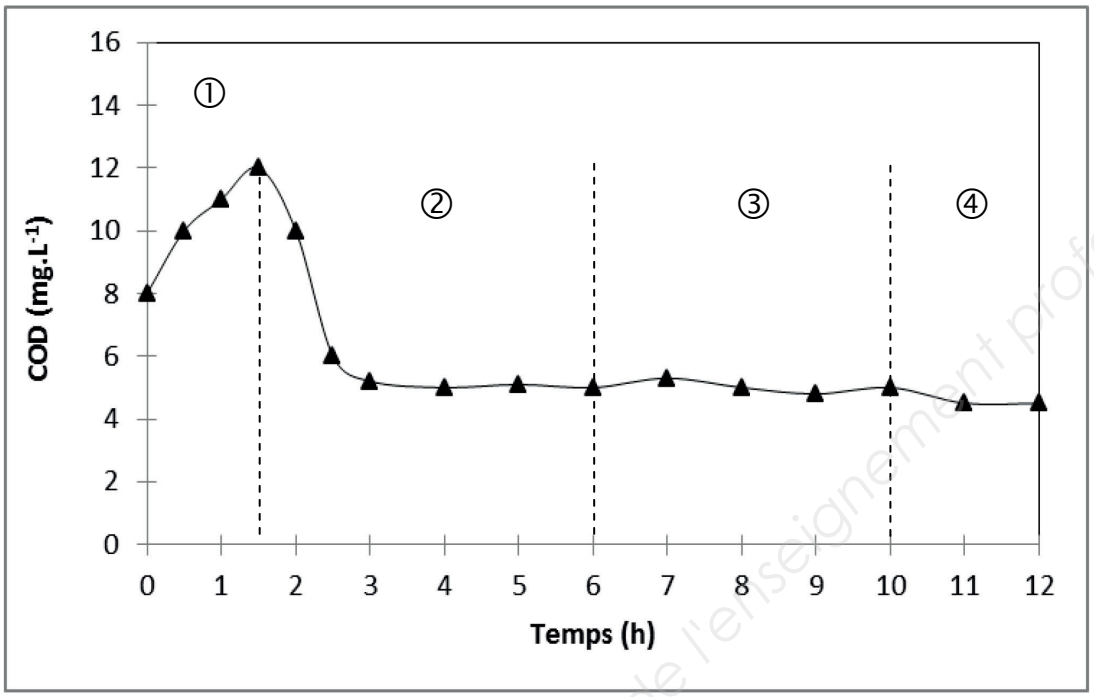
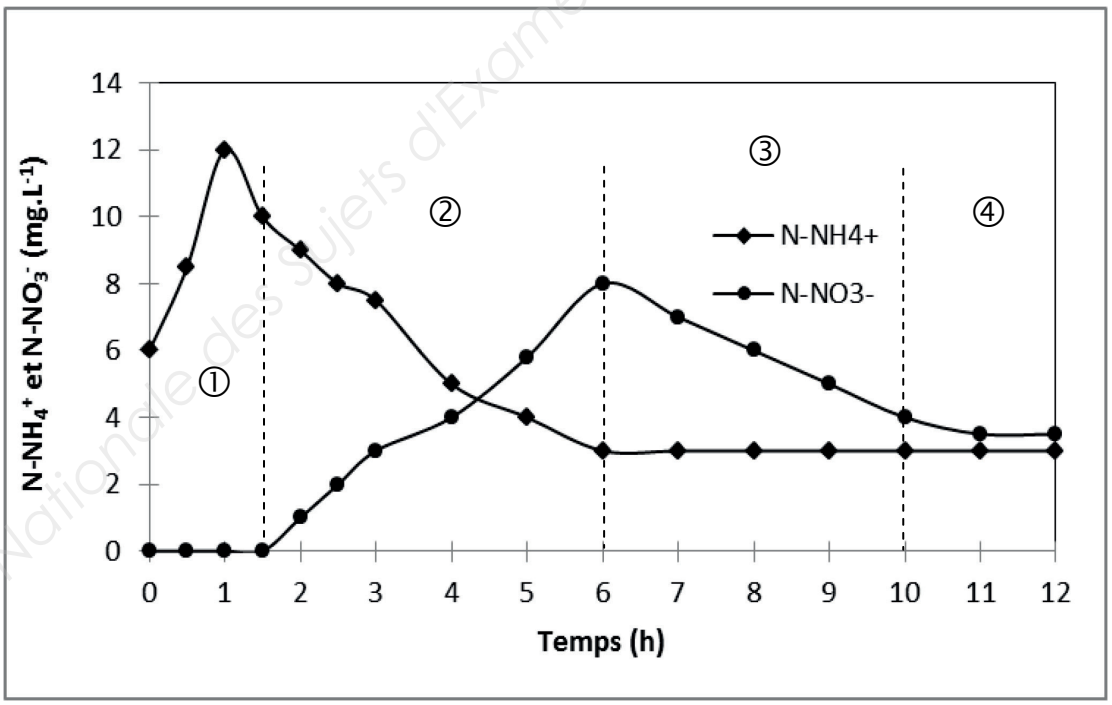


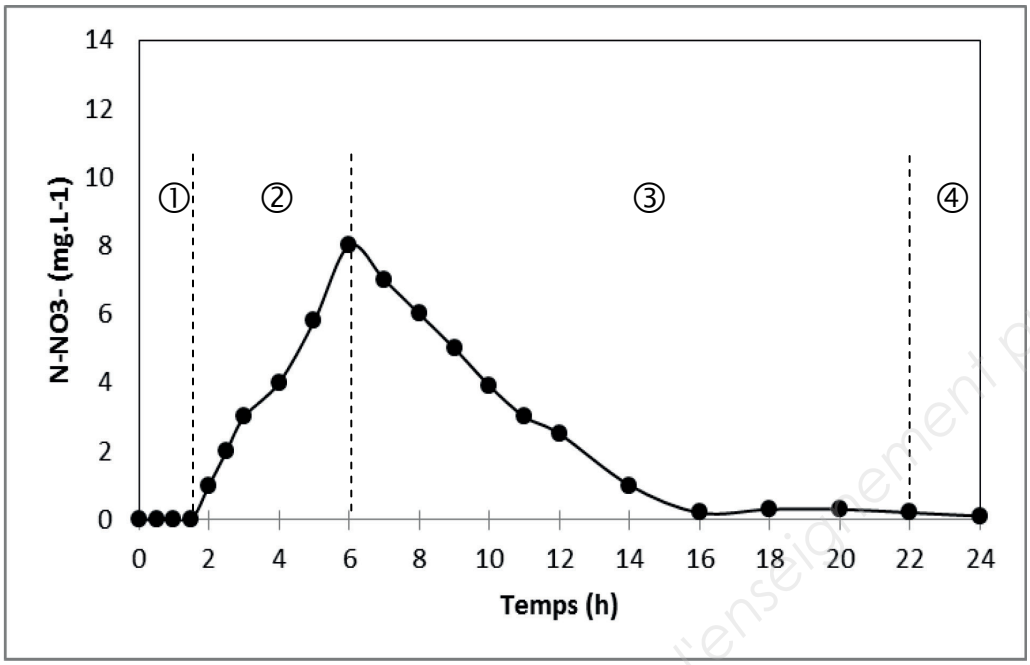
Figure 2 – Évolution de la concentration en nitrates et ammonium en fonction du temps.



① : phase de remplissage du réacteur.
② : phase aérobie.
③ : phase d'anoxie.
④ : phase de décantation, vidange et repos.

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

Annexe 5 – Évolution de la concentration en nitrates en fonction du temps avec allongement de la durée de la phase d'anoxie



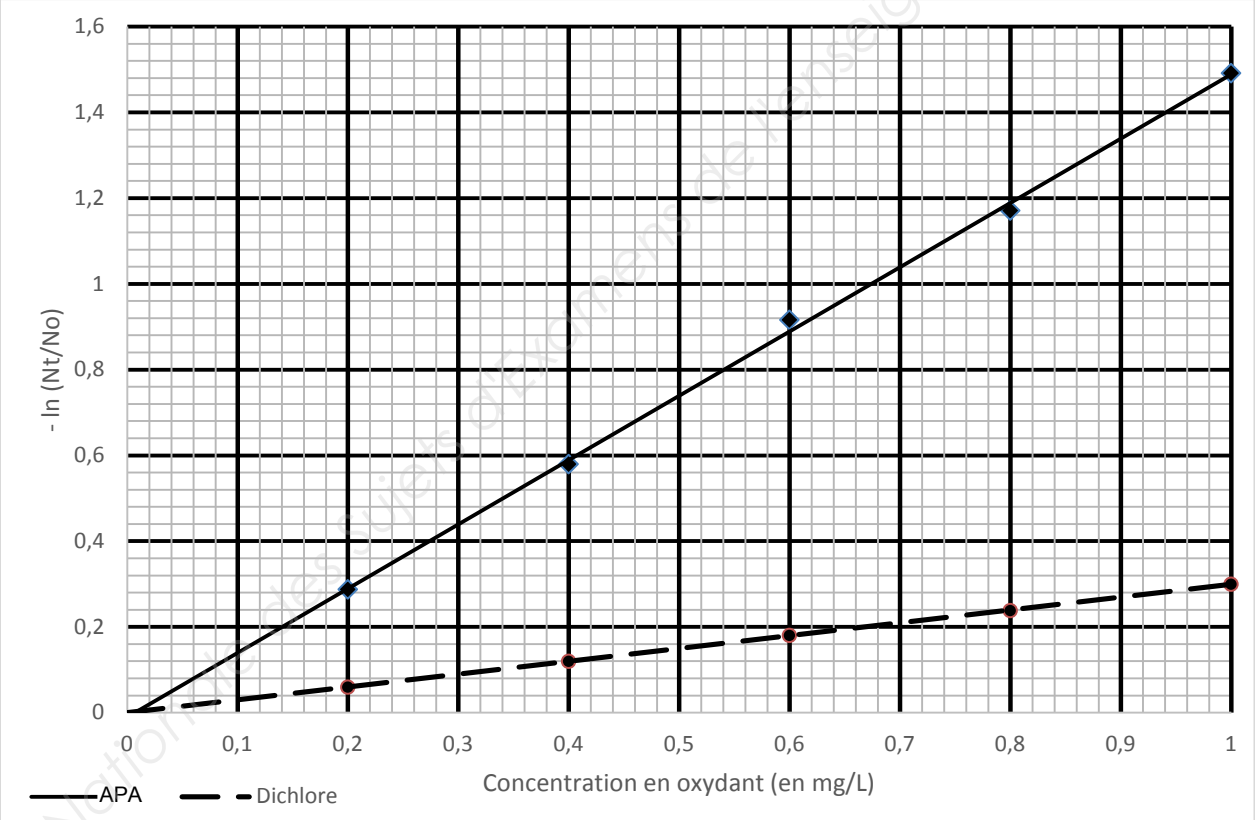
① : phase de remplissage du réacteur.
② : phase aérobie.
③ : phase d'anoxie.
④ : phase de décantation, vidange et repos.

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

Annexe 6 – Résultats des essais d'inactivation du poliovirus avec l'acide peracétique (APA) ou l'eau de Javel

$N_0 = 10^7$ poliovirus.mL^{-1}

Résultats avec APA		***Résultats avec eau de Javel***	
C_{APA} (mg.L^{-1})	***Nt*** (mL^{-1})	C_{Cl_2} (mg.L^{-1})	***Nt*** (mL^{-1})
0,2	$7{,}41 \times 10^6$	0,2	$9{,}42 \times 10^6$
0,4	$5{,}49 \times 10^6$	0,4	$8{,}87 \times 10^6$
0,6	$4{,}07 \times 10^6$	0,6	$8{,}35 \times 10^6$
0,8	$3{,}01 \times 10^6$	0,8	$7{,}87 \times 10^6$
1	$2{,}23 \times 10^6$	1	$7{,}41 \times 10^6$



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.