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 :
formav.co/explorer

BTS MÉTIERS DE L • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

BIOCHIMIE, BIOLOGIE ET MICROBIOLOGIE

Session 2001 • Code sujet : **MTBBM** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Dysfonctionnement de la station d'épuration** (5 questions) — **Page 3**
2. **Toxicité aiguë des effluents et dosage des ions cyanures** (8 questions) — **Page 5**
3. **Toxicité liée aux cyanures et inhibition enzymatique** (6 questions) — **Page 8**
4. **Toxicité des rejets industriels et bioaccumulation des métaux lourds** (2 questions) — **Page 11**
5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 13**

Sujet officiel (PDF) : https://btsme.fr/assets/annales/bts-me/E3.2 - Physique - Chimie/2001/BTS ME - E3.2 - Physique - Chimie - Session 2001 - 1-Sujet.pdf

1. Dysfonctionnement de la station d'épuration

Une station de 120 000 équivalents habitants, à boues activées et en aération prolongée, rejette dans une rivière de classe 1B. Après une dégradation soudaine du traitement et une mortalité de poissons, l'étude porte sur la DCO, l'indice de Mohlman, la microfaune et les indices de toxicité de l'effluent.

Question 1.1. Expliquer sur quelle base repose la classification française des eaux de rivière.

La classification française repose sur la qualité de l'eau, évaluée par des mesures physico-chimiques, notamment l'oxygène dissous et les indicateurs de pollution organique ou azotée. Des indicateurs biologiques peuvent compléter cette évaluation. Les résultats sont comparés à des seuils qui définissent des classes de qualité, de la meilleure à la plus dégradée. La classe 1B mentionnée dans l'énoncé correspond à une eau de bonne qualité.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La classification repose sur des paramètres de qualité physico-chimiques, complétés par des indicateurs biologiques, comparés à des seuils.

Question 1.2. Expliquer pourquoi l'augmentation de la DCO des rejets peut être impliquée dans la mort des poissons et pourquoi cet effet est plus sensible en été.

La DCO indique la quantité de dioxygène nécessaire à l'oxydation chimique des matières présentes dans l'eau. Une forte pollution oxydable peut accroître la consommation d'oxygène dissous, notamment lors de sa dégradation biologique. Si l'oxygène devient insuffisant, les poissons sont asphyxiés.

En été, l'eau chaude dissout moins de dioxygène que l'eau froide. De plus, la respiration des organismes et l'activité biologique peuvent augmenter. La réserve d'oxygène est donc plus faible et s'épuise plus facilement lors d'un apport polluant important.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Une forte DCO peut entraîner un manque d'oxygène dissous et asphyxier les poissons. Le risque augmente en été, car l'eau chaude contient moins d'oxygène.

Question 1.3. Indiquer ce que mesure l'indice de Mohlman, expliquer comment on l'établit et proposer une explication à son augmentation dans cette station.

L'indice de Mohlman caractérise la décantabilité des boues activées. On laisse décanter pendant 30 minutes un litre de liqueur mixte, puis on mesure le volume de boue tassée et la concentration en matières en suspension.

- Indice = volume décanté en mL par litre divisé par la concentration en matières en suspension en g/L.
- L'unité de l'indice est le mL/g ; une valeur élevée révèle une boue volumineuse qui décante mal.

La désagrégation des flocs et l'altération de la biomasse par le toxique perturbent la décantation. Cela explique la hausse de l'indice et celle du voile de boue.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'indice de Mohlman est le volume décanté en 30 min rapporté à la masse de matières en suspension. Sa hausse indique une mauvaise décantation.

Question 1.4. Citer les deux embranchements auxquels se rattache la microfaune des boues de station d'épuration et donner deux exemples pour chacun.

La microfaune des boues activées est traditionnellement répartie en deux groupes : les protozoaires et les métazoaires. On peut citer, pour chacun, des organismes observés dans les boues d'épuration.

1. **Protozoaires :** ciliés et flagellés.
2. **Métazoaires :** rotifères et nématodes.

Ces organismes contribuent à l'équilibre biologique des boues. Une forte mortalité de la microfaune constitue donc un signe de perturbation du traitement, compatible avec l'action d'une substance toxique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Protozoaires : ciliés et flagellés. Métazoaires : rotifères et nématodes.

Question 1.5. Expliquer comment la présence supposée d'une substance toxique peut rendre compte de l'augmentation de la DCO et de la diminution de la DBO5 des rejets.

Si le toxique est chimiquement oxydable, il contribue à la DCO. S'il est peu ou pas biodégradable, il n'est pas éliminé efficacement par les microorganismes de la station et peut rester dans l'effluent.

Par ailleurs, le toxique inhibe ou tue une partie des bactéries qui dégradent les matières organiques. La consommation biologique de dioxygène mesurée pendant cinq jours diminue alors : la DBO_5 baisse, tandis que la DCO peut augmenter.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Un toxique oxydable augmente la DCO, tandis que l'inhibition des microorganismes réduit la dégradation biologique et la DBO_5.

2. Toxicité aiguë des effluents et dosage des ions cyanures

La toxicité des prélèvements effectués à l'entrée et à la sortie de la station est étudiée par inhibition de la mobilité de Daphnia magna, selon un protocole normatif et à partir de résultats expérimentaux. La seconde partie porte sur la préparation d'une gamme d'étalonnage et le dosage spectrophotométrique des cyanures.

Test d'inhibition de la mobilité de Daphnia magna

Question 2.1.1. Expliquer pourquoi le test d'inhibition de la mobilité des daphnies est judicieux dans le contexte de pollution décrit.

Le test mesure un effet biologique direct et pertinent : la perte de mobilité d'un crustacé aquatique exposé à l'effluent. Il met en évidence une toxicité aiguë et permet de comparer les prélèvements en entrée et en sortie de station. La CE_{50}-24 h quantifie l'effet après 24 heures et renseigne sur le danger pour les organismes de la rivière.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le test révèle et quantifie la toxicité aiguë de l'effluent pour un organisme aquatique.

Question 2.1.2. Expliquer la préparation du tube contenant une dilution à 5 % de l'essai préliminaire du document 2.

Le tube doit contenir 10 mL de dilution à 5 %. Le volume d'effluent nécessaire est :

$V = 10 \times \frac{5}{100} = 0{,}50\,\text{mL}.$

Prélever 0,50 mL d'effluent, ajouter 9,50 mL d'eau de dilution, puis introduire les cinq daphnies.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 0,50 mL d'effluent et 9,50 mL d'eau de dilution, pour 10 mL à 5 %.

Question 2.1.3. Justifier le choix de la gamme de concentrations retenue pour l'essai définitif du document 2.

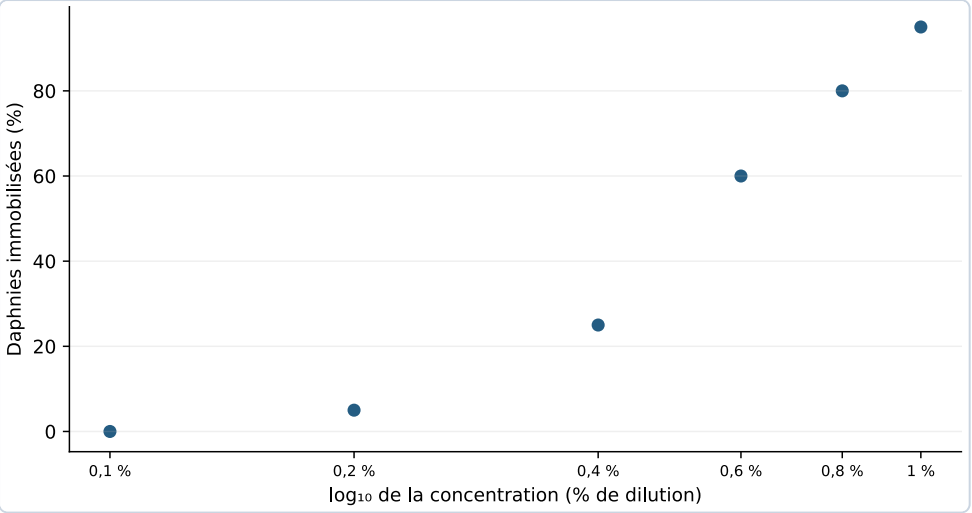
À l'essai préliminaire, 0,5 % immobilise 2 daphnies sur 5, soit 40 %, tandis que 1 % immobilise les 5 daphnies. La CE_{50} est donc encadrée par ces concentrations. La gamme définitive de 0,1 à 1 % affine cette détermination et fournit plusieurs concentrations dans l'intervalle de 10 à 90 % d'immobilisation, comme l'exige le protocole.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La gamme de 0,1 à 1 % encadre la CE_{50} et fournit plusieurs réponses entre 10 et 90 %.

Question 2.1.4. **À partir des résultats du document 2, tracer la courbe du pourcentage d'immobilisation en fonction du logarithme de la concentration exprimée en pourcentage de dilution, puis déterminer la CE50-24 h de l'échantillon.**

Pour les quatre tubes, il y a 20 daphnies au total. On calcule $P = 100 \times (20 - \tau)/20$, puis on reporte P en fonction de $\log_{10}(C)$. Entre 0,4 % (25 %) et 0,6 % (60 %), l'interpolation sur l'axe logarithmique donne :

$C_{50} = 0{,}4 \times (0{,}6/0{,}4)^{(50-25)/(60-25)} \approx 0{,}534\,\%$.



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\mathrm{CE}_{50-24\,h} \approx 0{,}534\,\%$ de dilution de l'effluent.

Question 2.1.5. **Indiquer si le résultat obtenu peut être validé et justifier la réponse.**

Oui. Le contrôle au dichromate donne une CE_{50}-24 h de 1,12 mg/L, comprise dans l'intervalle de validité de 0,6 à 1,7 mg/L. Le témoin conserve ses 20 daphnies mobiles, donc sa mortalité est nulle et inférieure à 10 %. Enfin, l'oxygène dissous reste au-dessus du minimum requis de 2 mg/L.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : le contrôle de sensibilité, le témoin et l'oxygène dissous respectent les critères de validité.

Dosage des ions cyanures

Question 2.2.1. **Préciser les caractéristiques que doit présenter une réaction chimique pour permettre un dosage par colorimétrie.**

La réaction doit être rapide, totale et sélective pour l'espèce dosée. Elle doit former un composé coloré stable, dont l'absorbance est mesurable et liée à la concentration. Les réactions parasites et les interférences doivent être limitées. Dans le protocole, l'absorbance du complexe est mesurée vers 620 nm.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Réaction rapide, totale et sélective, formant un composé coloré stable mesurable par absorbance.

Question 2.2.2. À partir de la solution étalon contenant 1 g de cyanure par litre, dont le diluant est une solution d'hydroxyde de sodium à 0,2 mol·L⁻¹, expliquer comment réaliser la gamme proposée par la norme.

La solution étalon contient $1\,\mathrm{g/L} = 1000\,\mu\mathrm{g/mL}$. La gamme exige une solution de travail à $2\,\mu\mathrm{g/mL}$: diluer, par exemple, 0,20 mL de solution étalon à 100 mL avec la soude à 0,2 mol·L⁻¹. Dans six fioles jaugées, prélever 0, 1, 2, 3, 4 et 5 mL de cette solution de travail. Compléter chaque fiole à 5 mL avec la soude, puis suivre les étapes de développement coloré du protocole.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Préparer une solution de travail à 2 µg/mL, puis prélever de 0 à 5 mL pour obtenir la gamme de 0 à 10 µg.

Question 2.2.3. Pour le dosage d'une eau dont la concentration approximative en cyanures est de 1 mg·L⁻¹, expliquer le calcul du volume de solution à utiliser pour le dosage spectrophotométrique selon le document 3.

À 1 mg/L, l'échantillon contient 1 µg/mL. La prise d'essai de 100 mL contient donc 100 µg de cyanures. Après recueil et dilution à 250 mL, la solution A contient $100/250 = 0{,}40\,\mu\mathrm{g/mL}$. Pour introduire 10 µg dans la fiole jaugée de 50 mL, prélever $V = 10/0{,}40 = 25\,\mathrm{mL}$ de solution A. La quantité respecte la limite de 0,1 à 10 µg.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Prélever 25 mL de solution A, soit 10 µg de cyanures.

3. Toxicité liée aux cyanures et inhibition enzymatique

L'ion cyanure est présenté comme un inhibiteur du dernier complexe de la chaîne respiratoire, ce qui conduit à étudier ses effets sur les organismes et le fonctionnement des boues. Un graphique en double inverse sert également à analyser un mécanisme d'inhibition enzymatique.

Question 3.1. Présenter les rôles de la chaîne respiratoire dans le métabolisme énergétique et préciser sa localisation cellulaire.

La chaîne respiratoire transfère les électrons du NADH et du $FADH_2$ vers un accepteur final, généralement le dioxygène. Ce transfert réoxyde les coenzymes et contribue à établir un gradient de protons. Le retour des protons à travers l'ATP-synthase permet la synthèse d'ATP par phosphorylation oxydative. Chez les eucaryotes, la chaîne est située dans la membrane interne des mitochondries. Chez les bactéries, elle se trouve dans la membrane cytoplasmique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Elle transfère les électrons et contribue à la synthèse d'ATP. Localisation : membrane interne mitochondriale chez les eucaryotes, membrane cytoplasmique chez les bactéries.

Question 3.2. Expliquer pourquoi les cyanures entraînent la mort des organismes eucaryotes et de certaines bactéries.

Les cyanures se fixent sur la cytochrome-c oxydase, dernier complexe de la chaîne respiratoire, et en inhibent le fonctionnement. Le transfert des électrons vers le dioxygène est alors bloqué, ce qui interrompt la respiration cellulaire et réduit fortement la production d'ATP. Privées de cette énergie, les cellules ne peuvent plus assurer leurs fonctions vitales et meurent. Certaines bactéries sont également touchées si leur chaîne respiratoire comporte une oxydase sensible au cyanure.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le cyanure bloque la respiration et la production d'ATP, ce qui tue les organismes dont la chaîne respiratoire est sensible.

Question 3.3. Expliquer en quoi la présence de cyanures permet de comprendre l'évolution des boues et la dégradation du traitement.

En inhibant la respiration cellulaire, les cyanures diminuent l'activité et la survie des microorganismes épurateurs. La biomasse active baisse, les flocs se désagrègent et la décantation devient moins efficace. Le voile de boues s'élève et davantage de matières en suspension passent dans l'effluent, ce qui augmente sa turbidité. La dégradation biologique des polluants est aussi perturbée : le traitement de la station se dégrade.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les cyanures inhibent la biomasse épuratrice : flocs désagrégés, décantation perturbée et traitement moins efficace.

Inhibition enzymatique

Question 3.4.1. Définir la vitesse initiale d'une catalyse et expliquer comment on peut la déterminer.

La vitesse initiale, notée v_0, est la vitesse de réaction au début de la catalyse, lorsque la concentration en substrat a très peu varié et que les réactions inverses restent négligeables. On suit au cours du temps la formation du produit ou la disparition du substrat. La pente de la tangente à la courbe au début de la réaction donne cette vitesse : $v_0 = d[P]/dt = -d[S]/dt$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> v_0 est la pente initiale de la courbe de formation du produit ou de disparition du substrat en fonction du temps.

Question 3.4.2. Indiquer ce que représentent KM et Vmax.

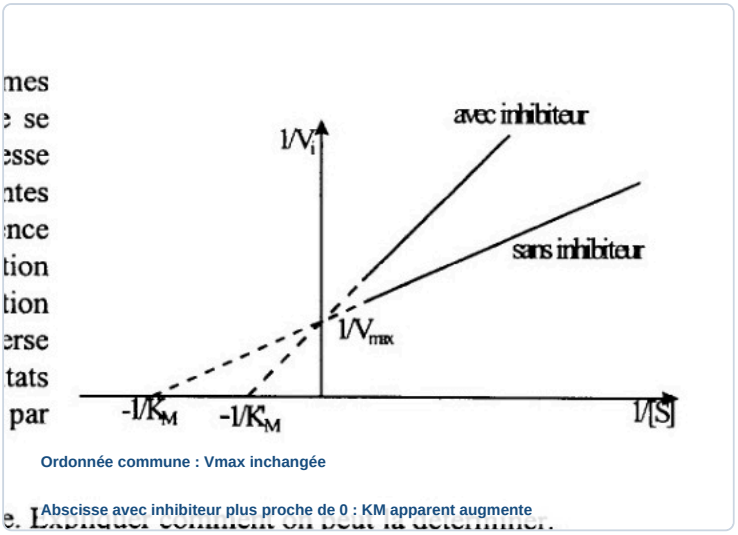
K_M est la concentration en substrat pour laquelle la vitesse initiale atteint la moitié de V_{max}. Dans le modèle de Michaelis-Menten, il caractérise l'affinité apparente de l'enzyme pour son substrat : un K_M plus faible correspond généralement à une affinité plus forte. V_{max} est la vitesse initiale maximale, atteinte lorsque les sites actifs de l'enzyme sont saturés en substrat.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> K_M : concentration en substrat à la demi-vitesse maximale. V_{max} : vitesse maximale lorsque l'enzyme est saturée.

Question 3.4.3. Identifier le type d'inhibition représenté sur le graphique, justifier la réponse et proposer un mode d'action pour l'inhibiteur.

Le graphique représente une inhibition compétitive. Les deux droites ont la même ordonnée à l'origine, égale à $1/V_{max}$: V_{max} reste donc inchangée. Avec inhibiteur, la droite est plus pentue et son intersection avec l'axe des abscisses est plus proche de zéro. La valeur apparente de K_M augmente. L'inhibiteur entre en compétition avec le substrat pour se fixer au site actif de l'enzyme.

Graphique en double inverse annoté



Ordonnée commune : Vmax inchangée

Abscisse avec inhibiteur plus proche de 0 : KM apparent augmente

✓ RÉPONSE À RETENIR

Inhibition compétitive : V_{max} inchangée, K_M apparent augmenté. L'inhibiteur concurrence le substrat pour le site actif.

4. Toxicité des rejets industriels et bioaccumulation des métaux lourds

Une enquête relie la pollution par les cyanures au rejet accidentel d'un bain de traitement de surface. L'industrie rejette aussi du chrome et du nickel, ce qui conduit à distinguer toxicité aiguë et chronique et à examiner le transfert des métaux dans la chaîne trophique de la rivière.

Question 4.1. Définir la toxicité aiguë et la toxicité chronique.

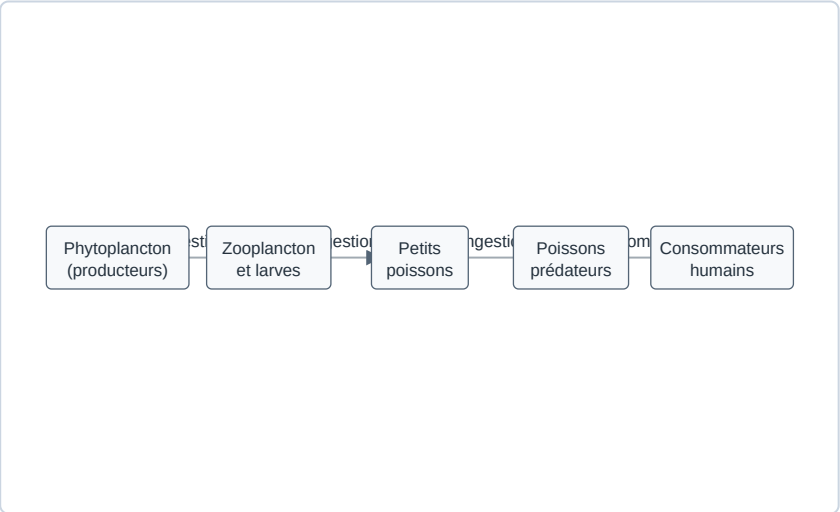
La **toxicité aiguë** apparaît après une exposition brève ou unique à une substance. Ses effets surviennent rapidement et peuvent être graves, voire mortels. La **toxicité chronique** résulte d'expositions répétées ou prolongées, souvent à faibles doses. Ses effets apparaissent progressivement ou avec un délai et peuvent devenir durables. Leur gravité dépend notamment de la dose, de la durée d'exposition et de la sensibilité de l'organisme.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Aiguë : exposition brève, effets rapides. Chronique : exposition répétée ou prolongée, effets progressifs ou retardés.

Question 4.2. Présenter la chaîne trophique de la rivière et montrer pourquoi des rejets faibles mais constants de métaux lourds peuvent rendre les poissons de cette rivière impropres à la consommation.

Dans la rivière, les métaux lourds contaminent les organismes à la base de la chaîne alimentaire. Persistants et peu dégradables, ils s'accumulent dans les organismes au fil du temps. En consommant de nombreuses proies contaminées, les prédateurs peuvent en concentrer davantage : c'est l'amplification le long de la chaîne trophique. Ainsi, même des rejets faibles mais constants peuvent conduire à des teneurs élevées dans les poissons et dépasser les limites sanitaires de consommation.

Transfert des métaux lourds dans la chaîne trophique de la rivière



Les métaux persistants peuvent s'accumuler dans les organismes et leur concentration peut augmenter vers les niveaux trophiques supérieurs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Phytoplancton → zooplancton et larves → petits poissons → poissons prédateurs → consommateurs humains. Les métaux persistants peuvent s’accumuler jusqu’à rendre les poissons impropres à la consommation.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2001)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de BTS Métiers de l'eau, session 2001, code MTBBM, d'une durée de 4 heures et de coefficient 4. À partir du dysfonctionnement d'une station à boues activées et de la pollution de sa rivière réceptrice, elle évalue l'analyse des rejets, les tests écotoxicologiques sur daphnies, le dosage des cyanures, la respiration cellulaire, la cinétique enzymatique et la bioaccumulation des métaux lourds.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La CE50-24 h est la concentration initiale qui immobilise 50 % des daphnies après 24 heures d'exposition.
- Le pourcentage d'immobilisation se calcule ainsi : (nombre exposé - nombre mobile) / nombre exposé × 100.
- Le dosage colorimétrique repose sur la formation d'un composé coloré dont l'absorbance est mesurée à une longueur d'onde définie.
- Les cyanures inhibent le dernier complexe de la chaîne respiratoire et perturbent la respiration cellulaire.

Points de vigilance & attentes du jury

- Pour valider le test sur daphnies, vérifier le témoin, l'oxygène dissous et la sensibilité du lot au dichromate.
- Tracer le pourcentage d'immobilisation en fonction du logarithme de la dilution, exprimée en pourcentage.
- Pour le dosage des cyanures, distinguer la solution A de la solution étalon et respecter la quantité recherchée dans la prise d'essai.
- Sur le graphique double inverse, comparer les intersections et les pentes des droites avec et sans inhibiteur.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calcule-t-on le pourcentage d'immobilisation des daphnies ?

On soustrait le nombre de daphnies mobiles du nombre total exposé, puis on divise par ce nombre total et on multiplie par 100. Dans l'essai définitif, quatre tubes de cinq daphnies donnent 20 individus par concentration.

Q : Comment lit-on la CE50-24 h sur la courbe de toxicité ?

La CE50-24 h est la concentration qui correspond à 50 % d'immobilisation après 24 heures. On repère 50 % sur l'axe des ordonnées, puis on lit la concentration correspondante sur l'axe logarithmique des dilutions.

Q : Quels contrôles faut-il vérifier pour valider le test sur daphnies ?

Le témoin doit avoir une mortalité inférieure à 10 %, l'oxygène dissous doit être d'au moins 2 mg/L et la CE50-24 h du dichromate doit se situer entre 0,6 et 1,7 mg/L.

Q : Que faut-il examiner pour caractériser l'inhibition enzymatique sur le graphique ?

Sur le graphique 1/vi en fonction de 1/[S], comparez les intersections avec les axes et les pentes des droites avec et sans inhibiteur. Ces écarts indiquent les modifications de KM et de Vmax et aident à identifier le mécanisme.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsme.fr/assets/annales/bts-me/E3.2 - Physique - Chimie/2001/BTS ME - E3.2 - Physique - Chimie - Session 2001 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Métiers de l : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.