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 DES SERVICES À L • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

BTS MSE

E2.2 : Sciences physiques et sciences et technologies des systèmes

Session 2026 • Code sujet : **26-BTS-MSE-U22** • Durée : **2 h 30** • Coefficient : **2,5**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse du poste de relevage (4 questions) **Page 3**

2. Neutralisation et suivi d'un traitement (4 questions) **Page 6**

3. Alimentation électrique du groupe de pompage (4 questions) **Page 8**

4. Exploitation des données de maintenance (4 questions) **Page 10**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://btsmse.fr/assets/annales/bts-mse/E2.2 - Sciences physique et sciences et technologies des systèmes/2026/BTS MSE - E2.2 - Sciences physique et sciences et technologies des systèmes - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

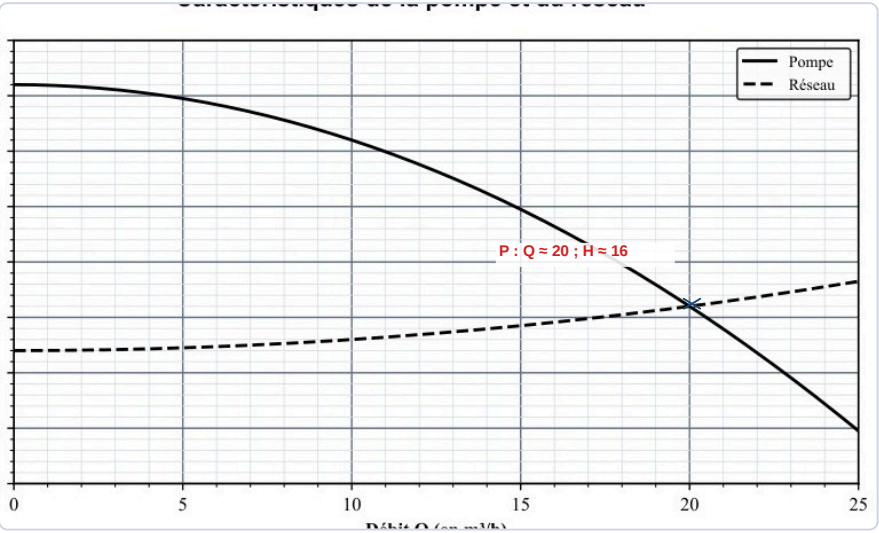
1. Analyse du poste de relevage

Dans une station d'épuration, une pompe de relevage transfère les eaux usées vers le traitement biologique. L'étude porte sur le point de fonctionnement pompe-réseau, les puissances mises en jeu et les causes possibles d'un débit mesuré inférieur au débit calculé.

Question 1.1. À l'aide du graphique des caractéristiques de la pompe et du réseau, estimer le débit et la hauteur manométrique au point de fonctionnement, puis indiquer les unités.

Le point de fonctionnement est l'intersection de la courbe pleine « Pompe » et de la courbe en pointillés « Réseau ». Sur le graphique de la page 3, cette intersection se situe près de la verticale Q = 20 m³·h⁻¹ et de l'horizontale H = 16 m. La lecture reste une estimation graphique, avec une précision limitée par l'épaisseur des courbes et du quadrillage. Le calcul de la question suivante permet de préciser ces valeurs.

Point de fonctionnement lu sur le graphique



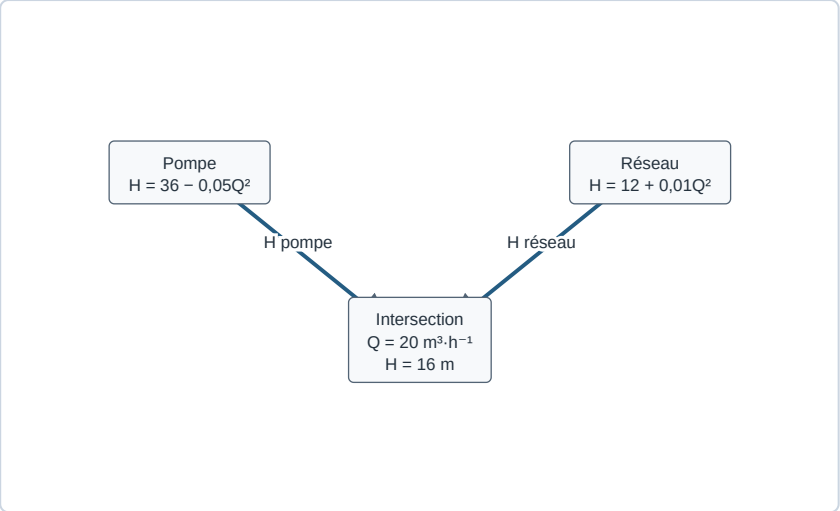
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Q ≈ 20 m³·h⁻¹ ; H ≈ 16 m.

Question 1.2. Déterminer par le calcul le point de fonctionnement en égalant la hauteur fournie par la pompe à celle demandée par le réseau. Donner le débit Q et la hauteur H avec leurs unités.

Au point de fonctionnement, les hauteurs sont égales : $36 - 0{,}05Q^2 = 12 + 0{,}01Q^2$. Ainsi, $24 = 0{,}06Q^2$, donc $Q^2 = 400$. Le débit étant positif, Q = 20 m³·h⁻¹. En remplaçant dans la caractéristique de la pompe, $H = 36 - 0{,}05 \times 20^2 = 16$ m. Ces valeurs respectent le domaine du modèle, $0 \le Q \le 25$ m³·h⁻¹, et vérifient aussi la caractéristique du réseau.

Égalité des caractéristiques pompe-réseau



Le point de fonctionnement vérifie H pompe = H réseau.

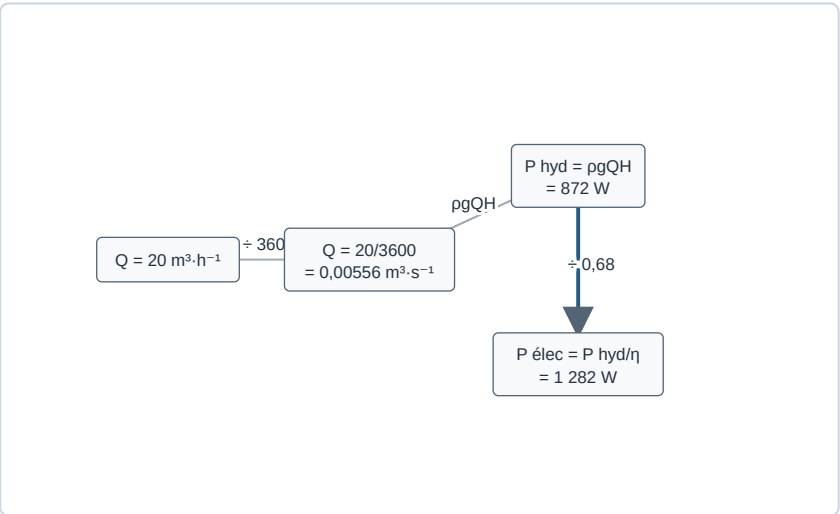
✓ RÉPONSE À RETENIR

Q = 20 m³·h⁻¹ ; H = 16 m.

Question 1.3. Calculer la puissance hydraulique transmise à l'eau au point de fonctionnement, après conversion du débit en m³·s⁻¹. Avec le rendement de la pompe égal à 0,68, déterminer la puissance électrique absorbée et arrondir les puissances au watt près.

Le débit en unités SI vaut Q = 20/3600 = 0,00556 m³·s⁻¹. Avec P_{hyd} = ρgQH, on obtient 1000 × 9,81 × (20/3600) × 16 = 872 W. Le rendement vérifie η = $P_{hyd}/P_{élec}$; donc $P_{élec}$ = 872/0,68 = 1 282,35 W. En arrondissant chaque puissance au watt près, la puissance électrique absorbée est supérieure à la puissance hydraulique, conformément à un rendement inférieur à 1.

Débit converti et puissances de la pompe



Calcul des puissances au point de fonctionnement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

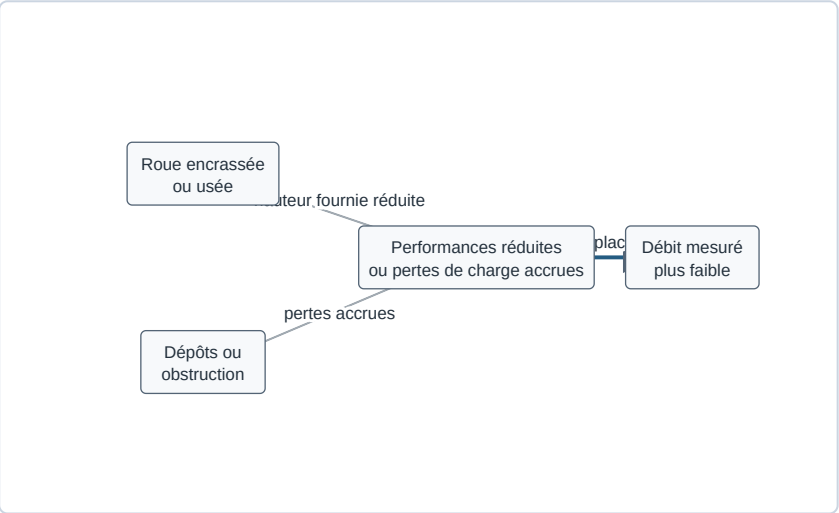
P_{hyd} = 872 W ; $P_{élec}$ = 1 282 W.

Question 1.4. Le débit mesuré en exploitation étant inférieur au débit calculé, citer deux causes techniques possibles en s'appuyant sur le fonctionnement d'une pompe et d'un réseau d'eaux usées.

Un débit d'exploitation inférieur au débit calculé peut s'expliquer par une modification des performances de la pompe ou des pertes de charge du réseau. Deux causes techniques possibles sont :

- une roue encrassée ou usée, qui réduit la hauteur fournie par la pompe ;
- des dépôts ou une obstruction dans une conduite, qui augmentent les pertes de charge et déplacent le point de fonctionnement vers un débit plus faible.

Causes possibles d'un débit inférieur



Deux défauts techniques pouvant réduire le débit en exploitation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Roue encrassée ou usée ; conduite obstruée ou chargée de dépôts.

2. Neutralisation et suivi d’un traitement

Un effluent acide de 3,00 m³, assimilé à une solution d’acide chlorhydrique fort de pH 2,00, doit être neutralisé avec une solution d’hydroxyde de sodium. Après neutralisation, une concentration indicatrice de pollution décroît selon un modèle exponentiel et doit devenir strictement inférieure à 10 mg·L⁻¹.

Question 2.1. À partir de la définition du pH, calculer la concentration en ions oxonium de l’effluent, puis leur quantité de matière dans le volume à traiter. Écrire et équilibrer la réaction entre l’acide chlorhydrique et l’hydroxyde de sodium, puis en déduire le volume théorique de réactif à ajouter.

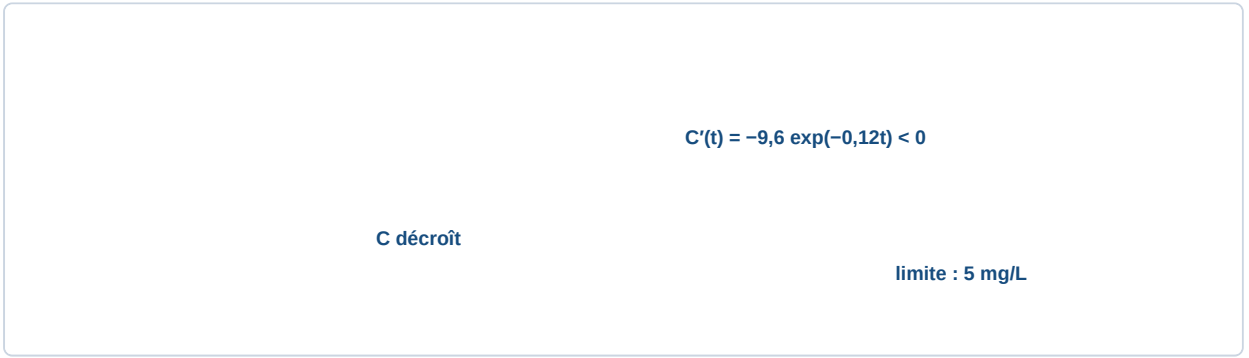
La définition du pH donne $[\mathrm{H_3O^+}] = 10^{-2{,}00} = 0{,}0100\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. Le volume de l’effluent est $3{,}00 \times 10^3\ \mathrm{L}$, donc $n = 0{,}0100 \times 3{,}00 \times 10^3 = 30{,}0\ \mathrm{mol}$. La réaction équilibrée $\mathrm{HCl} + \mathrm{NaOH} \rightarrow \mathrm{NaCl} + \mathrm{H_2O}$ consomme une mole de NaOH par mole d’ions oxonium. Ainsi, $V = n/c = 30{,}0/0{,}100 = 300\ \mathrm{L}$ de solution sont nécessaires.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $[\mathrm{H_3O^+}] = 0{,}0100\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$, $n = 30{,}0\ \mathrm{mol}$. Réaction : HCl + NaOH → NaCl + H_2O. Volume théorique de NaOH : **300 L**.

Question 2.2. Calculer C′(t), puis en déduire le sens de variation de C pour t ≥ 0 et la concentration vers laquelle le modèle tend lorsque le temps augmente.

En dérivant $C(t) = 80\exp(-0{,}12t) + 5$, on obtient $C'(t) = -9{,}6\exp(-0{,}12t)$. L’exponentielle étant strictement positive, $C'(t) < 0$ pour tout $t \geq 0$: la concentration diminue. Lorsque t tend vers l’infini, le terme exponentiel tend vers zéro. La concentration se rapproche donc de $5\ \mathrm{mg\,L^{-1}}$, sans atteindre cette limite dans le modèle.

Tableau de variations complété



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $C'(t) = -9{,}6\exp(-0{,}12t) < 0$: C décroît et tend vers **5 mg·L⁻¹**.

Question 2.3. **Résoudre l'inéquation 80 exp(−0,12t) + 5 < 10. Donner le temps minimal à partir duquel la concentration est strictement inférieure à la cible, arrondi à la minute, et faire apparaître l'utilisation du logarithme népérien.**

On soustrait 5 puis on divise par 80 : $\exp(-0,12t) < 5/80$. Le logarithme népérien donne $-0,12t < \ln(5/80)$. En divisant par un nombre négatif, on inverse le sens de l'inégalité : $t > \ln(80/5)/0,12 \approx 23,1$. La concentration devient donc strictement inférieure à la cible après 23,1 minutes. Le seuil s'arrondit à 23 minutes, mais la stricte inégalité est satisfaite pour $t > 23,1$ min.

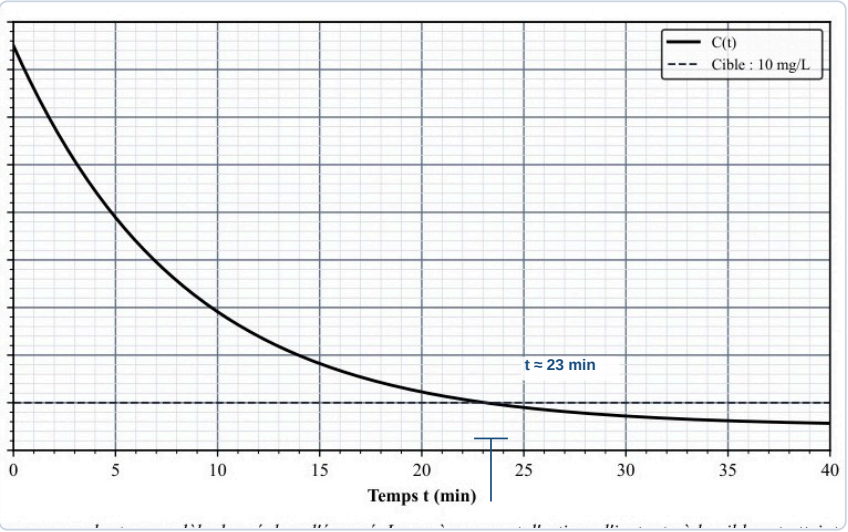
✓ RÉPONSE À RETENIR

Franchissement vers **23,1 min**, soit **23 min** arrondies. La concentration est strictement inférieure à 10 mg·L⁻¹ pour $t > 23,1$ min.

Question 2.4. **À l'aide du graphique, estimer le temps de franchissement de la cible de 10 mg·L⁻¹. Comparer cette estimation au résultat de la question 2.3 et conclure sur la durée de traitement à retenir en minutes entières.**

Sur le graphique, la courbe coupe la cible de $10\ \mathrm{mg\,L^{-1}}$ vers 23 min, en accord avec le calcul de $23,1$ min. Comme la concentration doit être strictement inférieure à la cible, 23 minutes entières ne suffisent pas : le modèle donne encore environ $10,06\ \mathrm{mg\,L^{-1}}$ à 23 min. À 24 min, elle vaut environ $9,49\ \mathrm{mg\,L^{-1}}$. On retient donc 24 minutes de traitement.

Franchissement de la cible sur le graphique



✓ RÉPONSE À RETENIR

Lecture graphique : environ **23 min**. Durée entière à retenir pour passer strictement sous 10 mg·L⁻¹ : **24 min**.

3. Alimentation électrique du groupe de pompage

Un moteur triphasé alimenté sous 400 V entraîne un groupe de pompage. Il faut calculer sa puissance absorbée et son courant nominal, choisir un disjoncteur et une section de câble compatibles avec les données fournies, puis préciser le rôle des composants de la chaîne d'énergie.

Question 3.1. Calculer la puissance électrique active absorbée par le moteur et donner le résultat en kilowatts, puis en watts.

La puissance mécanique utile nominale est de 5,50 kW et le rendement du moteur vaut 0,88. La puissance active absorbée est donc **$P_{abs} = P_{utile} / \eta = 5{,}50 / 0{,}88 = 6{,}25$ kW**. Comme 1 kW = 1 000 W, cela donne 6,25 × 1 000 = 6 250 W. La puissance absorbée est supérieure à la puissance utile en raison des pertes du moteur.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Puissance active absorbée du moteur : 6,25 kW, soit 6 250 W.**

Question 3.2. Calculer l'intensité nominale du courant de ligne à l'aide de la relation de puissance triphasée. Arrondir le résultat au dixième d'ampère.

On utilise la puissance absorbée de 6 250 W, la tension composée de 400 V et le facteur de puissance 0,82. La relation triphasée donne **$I = P_{abs} / (\sqrt{3}\, U \cos \varphi)$**, soit I = 6 250 / (√3 × 400 × 0,82) ≈ 11,001 A. Arrondi au dixième d'ampère, le courant nominal de ligne est 11,0 A.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Le courant nominal de ligne du moteur est de 11,0 A, arrondi au dixième d'ampère.**

Question 3.3. Choisir, parmi les calibres disponibles, le disjoncteur adapté au courant calculé, puis choisir une section de câble satisfaisant les conditions de l'énoncé. Justifier les deux choix avec les valeurs du tableau.

Choix	Valeur retenue	Vérification
Disjoncteur	16 A	11,0 A ≤ 16 A
Câble	1,5 mm²	I_z = 16 A

Le calibre 10 A est trop faible pour le courant moteur de 11,0 A. Le calibre 16 A est donc le plus petit calibre disponible qui convient. Pour le câble de 1,5 mm², le courant admissible est de 16 A. La coordination exigée est vérifiée : 11,0 A ≤ 16 A ≤ 16 A.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Disjoncteur : 16 A ; câble : 1,5 mm², avec un courant admissible de 16 A.**

Question 3.4. **Dans la chaîne d’énergie « réseau électrique, disjoncteur, contacteur, moteur, pompe », préciser le rôle du disjoncteur et celui du contacteur. Indiquer également la forme d’énergie fournie à la pompe par le moteur.**

Le disjoncteur protège le circuit contre les surintensités et les courts-circuits en interrompant l’alimentation lorsque nécessaire. Le contacteur permet la commande électrique du moteur : il établit ou coupe son alimentation. Le moteur convertit l’énergie électrique reçue en énergie mécanique. Cette énergie mécanique est transmise à la pompe pour entraîner son fonctionnement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Disjoncteur : protection électrique ; contacteur : commande du moteur ; énergie fournie à la pompe : énergie mécanique.

4. Exploitation des données de maintenance

Le responsable de maintenance étudie quatre durées de fonctionnement avant panne et quatre durées de réparation relevées sur une pompe de recirculation. Il calcule des indicateurs de maintenance, prévoit l'évolution du coût annuel d'une opération préventive et propose une action pour limiter l'indisponibilité.

Question 4.1. Calculer le temps moyen de bon fonctionnement entre deux pannes, noté MTBF, à partir des quatre durées de fonctionnement et reporter le résultat dans le DR 1.

Le DT 3 définit le MTBF comme la moyenne des durées de fonctionnement relevées avant les quatre pannes. Les données sont 120 h, 150 h, 90 h et 180 h. On additionne ces durées, puis on divise par les quatre relevés : $(120 + 150 + 90 + 180)/4 = 135$. Le résultat s'exprime en heures et représente le temps moyen de bon fonctionnement entre deux pannes. Il est à inscrire dans la première ligne du DR 1.

DR 1 complété : MTBF

Indicateurs calculés pour la pompe de recirculation

Indicateur	Résultat	Unité ou format
MTBF	135	h
MTTR	.....	h
Disponibilité prévisionnelle	.....	%

Document à rendre avec la copie.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

MTBF : **135 h**.

Question 4.2. Calculer le temps moyen de réparation, noté MTTR, puis la disponibilité prévisionnelle de la pompe selon la relation du DT 3. Reporter les résultats dans le DR 1 et exprimer la disponibilité en pourcentage, arrondie au dixième.

Indicateur	Calcul	Résultat
MTTR	$(4 + 6 + 5 + 5)/4$	5 h
Disponibilité	$135/(135 + 5) \times 100$	96,4 %

Le MTTR est la moyenne des quatre durées de réparation. La disponibilité prévisionnelle est calculée à partir du MTBF de la question 4.1 et du MTTR, selon la relation du DT 3. Elle exprime en pourcentage la part du temps où la pompe est disponible. Reportez les deux valeurs dans les lignes correspondantes du DR 1, avec les unités et le format indiqués.

DR 1 complété : MTTR et disponibilité

Indicateurs calculés pour la pompe de recirculation

Indicateur	Résultat	Unité ou format
MTBF	.....	h
MTTR	..... 5	h
Disponibilité prévisionnelle	..... 96,4	%

Document à rendre avec la copie.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

MTTR : **5 h**. Disponibilité prévisionnelle : **96,4 %**.

Question 4.3. Pour le coût prévisionnel C_n de l'opération pendant l'année n, écrire la relation de récurrence et la forme explicite de la suite. Calculer le coût de la quatrième année et l'arrondir à l'euro près.

Une hausse annuelle de 3 % signifie que chaque coût est multiplié par 1,03 : la suite est géométrique de raison 1,03 et de premier terme $C_1 = 850$. La récurrence est donc $C_{n+1} = 1,03C_n$, et la forme explicite est $C_n = 850 \times 1,03^{n-1}$. Pour la quatrième année, $C_4 = 850 \times 1,03^3 = 928,81795$ euros, soit 929 euros à l'euro près.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$C_{n+1} = 1,03C_n$, $C_n = 850 \times 1,03^{n-1}$ et $C_4 = 929$ €.

Question 4.4. Proposer une action de maintenance cohérente avec les résultats obtenus afin de limiter l'indisponibilité de cette pompe.

Les indicateurs donnent un fonctionnement moyen de 135 h entre pannes et une réparation moyenne de 5 h. Pour limiter l'indisponibilité, programmer une maintenance préventive régulière de la pompe. Contrôler son état et repérer les signes d'usure permet d'intervenir avant une défaillance, de réduire les arrêts non planifiés et, si nécessaire, de préparer les pièces ou moyens d'intervention afin de raccourcir les réparations.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Mettre en place une **maintenance préventive régulière** pour prévenir les pannes et limiter les arrêts.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2026)

Bilan de l'épreuve : Cette sous-épreuve E2.2 du BTS Métiers des services à l'environnement, session 2026, porte le code 26-BTS-MSE-U22 et dure 2 h 30, coefficient 2,5. Dans le contexte d'une station d'épuration, les quatre exercices évaluent l'hydraulique d'une pompe, la neutralisation et le suivi d'un traitement, le dimensionnement électrique et l'exploitation d'indicateurs de maintenance.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Au point de fonctionnement, la hauteur de la pompe est égale à la hauteur demandée par le réseau.
- La puissance hydraulique se calcule par $P_{hyd} = \rho g Q H$, avec Q exprimé en $m^3 \cdot s^{-1}$.
- Pour une solution diluée, $pH = -\log_{10}[H_3O^+]$; une mole d'ions oxonium réagit avec une mole d'ions hydroxyde.
- La disponibilité prévisionnelle est estimée par A = MTBF / (MTBF + MTTR).

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir le débit en $m^3 \cdot s^{-1}$ avant d'utiliser la formule de puissance hydraulique.
- Respecter les unités et présenter les étapes de résolution, notamment pour le logarithme népérien.
- Vérifier que le courant moteur ≤ calibre du disjoncteur ≤ courant admissible du câble.
- Reporter les indicateurs dans le DR 1 avec les unités demandées et justifier les calculs.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer le point de fonctionnement d'une pompe ?

On égalise les expressions de la hauteur de la pompe et de celle du réseau, puis on résout l'équation pour obtenir le débit. On remplace ce débit dans l'une des relations pour déterminer la hauteur correspondante.

Q : Comment résoudre une inéquation avec une exponentielle décroissante ?

On isole d'abord l'exponentielle, puis on applique le logarithme népérien aux deux membres positifs. Lorsqu'on isole t en divisant par un coefficient négatif, le sens de l'inégalité s'inverse.

Q : Comment organiser le temps pendant cette épreuve de 2 h 30 ?

Les quatre exercices sont indépendants et totalisent 20 points. Repérez les données et les unités, répartissez le temps selon le barème, puis gardez quelques minutes pour vérifier les arrondis et rendre le DR 1.

Q : Quels critères vérifier pour choisir le disjoncteur et le câble ?

Le courant nominal du moteur doit être inférieur ou égal au calibre du disjoncteur, lui-même inférieur ou égal au courant admissible du câble. Justifiez chaque choix avec les intensités et la section indiquées dans le tableau.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsmse.fr/assets/annales/bts-mse/E2.2 - Sciences physique et sciences et technologies des systèmes/2026/BTS MSE - E2.2 - Sciences physique et sciences et technologies des systèmes - Session 2026 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Métiers des Services à 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.