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

BTS Métiers de l'eau - Étude de cas

Session 2008 • Code sujet : **MTE6EDC** • Durée : **Non indiquée**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude des lignes eau et boue d'une usine de dépollution (10 questions) **Page 3**

2. Commande de la déshydratation, démarrage de la centrifugeuse et régulation du traitement tertiaire (17 questions) **Page 7**

3. Coût énergétique du pompage et calcul du diamètre économique (9 questions) **Page 14**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 18**

Sujet officiel (PDF) : https://btsme.fr/assets/annales/bts-me/E6 - Conception des unités de traitement et des réseaux/2008/BTS ME - E 6 - Conception des unités de traitement et des réseaux - Session 2008 - 1-Sujet.pdf

1. Étude des lignes eau et boue d'une usine de dépollution

L'usine traite des effluents d'une teinturerie industrielle et d'autres entreprises textiles, dont les rejets sont variables et colorés par des pigments non biodégradables. Les annexes décrivent la filière, ses ouvrages et équipements, les analyses d'eaux et de boues ainsi que les exigences de rejet.

Étude de l'effluent brut

Question P1.1. À l'aide de l'annexe 4, calculer les flux de DCO et de MES des effluents bruts à l'entrée de l'usine, puis comparer les résultats à la capacité nominale de l'usine de dépollution.

Pour chaque effluent, le flux se calcule par débit × concentration, avec conversion en kg/j : flux = Q × C / 1 000 lorsque la concentration est en mg/L. Le débit Écoflow est de 60 m³/j. Les flux des deux apports sont additionnés, puis comparés aux capacités nominales moyennes données en annexe 2.

Paramètre	Teinturerie	Écoflow	Total	Capacité nominale
DCO (kg/j)	279,30	1 054,02	1 333,32	3 500
MES (kg/j)	21,28	186,54	207,82	300

Les deux flux sont sous les capacités nominales. Les MES utilisent toutefois environ 69 % de la capacité, contre 38 % pour la DCO.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> DCO : 1 333,32 kg/j sur 3 500 kg/j. MES : 207,82 kg/j sur 300 kg/j. Les deux capacités sont respectées.

Étude du traitement biologique

Question P1.2.1. À partir de la formule fournie, expliquer à quoi correspondent les termes entre parenthèses, puis calculer les besoins journaliers en dioxygène du milieu biologique avec les données indiquées.

Le terme a′ × DBO_5 éliminée représente l'oxygène nécessaire à l'oxydation de la pollution biodégradable. Le terme b′ × Sv représente la consommation d'oxygène liée à la respiration de la biomasse. La DBO_5 éliminée est calculée entre l'entrée du bassin d'aération et la sortie du clarificateur. La biomasse présente est le volume du bassin multiplié par sa concentration en MVS.

DBO_5 éliminée : 569 × (185 − 22) / 1 000 = 92,747 kg/j. Sv : 1 900 × 3,75 = 7 125 kg MVS. Donc QO_2 = 0,7 × 92,747 + 0,06 × 7 125 = 492,42 kg O_2/j.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Besoins journaliers du milieu biologique : 492,42 kg O_2/j.

Question P1.2.2. À partir des caractéristiques des turbines de l'annexe 3, calculer leur apport journalier en dioxygène et le comparer aux besoins calculés à la question précédente. Proposer, si nécessaire, une modification du réglage de leur temps de fonctionnement.

Chaque turbine apporte 20,6 × 1,8 × 0,6 = 22,248 kg O_2 par heure de marche. Le réglage actuel représente 8 + 8 + 12 = 28 heures-turbine par jour, soit un apport total de 622,94 kg O_2/j, supérieur au besoin de 492,42 kg O_2/j. En maintenant A et B à 8 h/j, réduire le fonctionnement de C à environ 6,13 h/j permet d'approcher le besoin calculé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Apport actuel : 622,94 kg O_2/j. Réglage proposé : A et B à 8 h/j, C à environ 6,13 h/j.

Question P1.2.3. Calculer le taux théorique de recirculation des boues, puis en déduire le temps de marche de la pompe, sachant que son débit est fixe et égal à 75 m³/h.

La concentration en MES à l'entrée du bassin d'aération est de 200 mg/L, soit 0,20 kg/m³. La concentration des boues recirculées est de 8,76 g/L, soit 8,76 kg/m³. Avec la formule donnée, le taux théorique vaut 0,20 / (8,76 − 0,20) = 0,02336, soit 2,34 %. Pour un débit de 569 m³/j, le débit de recirculation est 13,29 m³/j. À 75 m³/h, la pompe fonctionne 10,6 min/j.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Taux théorique : 2,34 %. Débit recirculé : 13,29 m³/j. Temps de marche : 10,6 min/j.

Étude du traitement tertiaire

Question P1.3.1. Expliquer succinctement le principe de la coagulation-floculation.

La coagulation consiste à ajouter un coagulant qui neutralise les charges des particules fines et des pigments dispersés. Celles-ci deviennent instables et se regroupent en microflocs. La floculation, favorisée par une agitation lente et l'ajout éventuel de polymère, rassemble ensuite les microflocs en flocs plus gros. Ces flocs peuvent être séparés de l'eau par décantation dans le décanteur tertiaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le coagulant déstabilise les particules fines, puis la floculation les rassemble en flocs décantables, séparés ensuite de l'eau.

Question P1.3.2. À partir des annexes 2 et 4, calculer le débit de la pompe doseuse et déterminer son réglage de temps de marche, sachant que son débit minimal est de 14 l/h.

On utilise le débit de 569 m³/j mesuré à l'entrée du bassin d'aération et la dose de 51 g/m³ d'$AlCl_3$ pur. La masse journalière requise est 569 × 51 = 29 019 g. Avec une solution à 173 g/L, le volume à doser est 29 019 / 173 = 167,74 L/j, soit 6,99 L/h en continu. Comme le débit minimal de la pompe est de 14 L/h, elle doit fonctionner

167,74 / 14 = 11,98 h/j.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Débit moyen requis : 6,99 L/h. Réglage : pompe à 14 L/h pendant environ 12 h/j.

Bilan du traitement des effluents

Question P1.4. À partir des données fournies, conclure sur l'efficacité du traitement et justifier la filière eau retenue pour ce type d'effluents industriels.

Après traitement tertiaire, les valeurs mesurées respectent les limites disponibles : DCO 42 mg/L pour 125, DBO_5 16 mg/L pour 30, MES 5 mg/L pour 35 et pH 7,52 dans l'intervalle 5,5 à 8,5. Le débit de 569 m³/j indiqué à l'entrée du bassin d'aération est inférieur au maximum de rejet de 2 000 m³/j, mais ce n'est pas une mesure au rejet.

La filière biologique traite la pollution biodégradable. La coagulation-floculation suivie de la décantation tertiaire complète le traitement en séparant les matières et pigments non biodégradables. Les données ne permettent pas de vérifier les limites de température, NTK, phosphore total et hydrocarbures.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Les paramètres mesurés au rejet respectent leurs limites. Le tertiaire complète le biologique pour éliminer les pigments non biodégradables. La conformité des paramètres non mesurés reste à vérifier.

Étude de l'épaississement

Question P.2.1.1. Calculer la masse totale journalière de boues extraites du clarificateur et du décanteur tertiaire à partir des débits d'extraction fournis.

La masse journalière de matières sèches extraite se calcule en multipliant le débit de chaque extraction par sa concentration en MS. Pour le clarificateur, 8,76 g/L équivaut à 8,76 kg/m³. Pour le décanteur tertiaire, la concentration est de 5,95 g/L, soit 5,95 kg/m³. Les deux contributions sont additionnées pour obtenir la masse totale envoyée à l'épaississeur.

Calcul : 49,2 × 8,76 + 17 × 5,95 = 532,142 kg MS/j.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Masse totale extraite : 532,14 kg MS/j.

Question P.2.1.2. Calculer le temps de séjour moyen des boues dans l'épaississeur.

Le temps de séjour hydraulique moyen dans l'épaississeur est son volume divisé par le débit volumique total reçu. Le débit entrant est la somme des extractions du clarificateur et du décanteur tertiaire : 49,2 + 17 = 66,2 m³/j. Avec le volume de 150 m³ de l'épaississeur, le temps moyen vaut 150 / 66,2 = 2,27 jours, soit 54,4 heures.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Temps de séjour moyen : 2,27 jours, soit environ 54,4 h.

Étude de la déshydratation

Question P2.2. À l'aide de la formule utilisée par l'exploitant, calculer la quantité de chaux vive à injecter par heure pour faire passer la siccité des boues de 19 % à 35 %. Utiliser le débit d'alimentation et la concentration en matières sèches fournis.

Dans la formule de l'exploitant, Q = 5 m³/h, C = 40 g/L, X = 0,19 et Y = 0,35. Le numérateur vaut 5 × 40 × (0,35 − 0,19) = 32 et le dénominateur vaut 1,32 × 0,19 − 0,19 × 0,35 = 0,1843. La quantité calculée est donc 32 / 0,1843 = 173,63 kg/h. Cette valeur diffère du dosage indicatif de 45,2 % de MS de l'annexe, soit 90,4 kg/h pour 200 kg MS/h.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Selon la formule fournie : 173,63 kg/h de chaux vive. L'indication de 45,2 % de MS correspondrait à 90,4 kg/h.

2. Commande de la déshydratation, démarrage de la centrifugeuse et régulation du traitement tertiaire

Cette partie étudie les grafcets et les équipements de l'atelier de déshydratation, ainsi que le démarrage étoile-triangle de la centrifugeuse et son remplacement par un démarreur électronique. Elle porte également sur les instruments du traitement tertiaire, la commande des pompes de réactifs et la régulation du pH.

Automatisme

Question A1.1. Expliciter les ordres associés à l'étape 31 du grafcet de démarrage et à l'étape 44 du grafcet d'arrêt de la déshydratation : SC10 := 1 et SC10 := 0.

SC10 repère le moteur de la centrifugeuse dans l'annexe 5. À l'étape 31 du grafcet de démarrage, `SC10 := 1` commande sa mise en marche. À l'étape 44 du grafcet d'arrêt, `SC10 := 0` commande son arrêt. Ces écritures définissent l'état de la sortie de commande du moteur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Étape 31 : marche de la centrifugeuse. Étape 44 : arrêt de la centrifugeuse.

Question A1.2. Réaliser la synthèse des deux ordres en écrivant l'équation logique SC10 = f(SC10, X31, X44).

L'étape 31 active la commande de marche et l'étape 44 la réinitialise. La sortie conserve son état précédent si aucune de ces deux étapes n'est active. En prenant l'arrêt prioritaire en cas d'activation simultanée, l'équation logique de la mémoire de commande est :

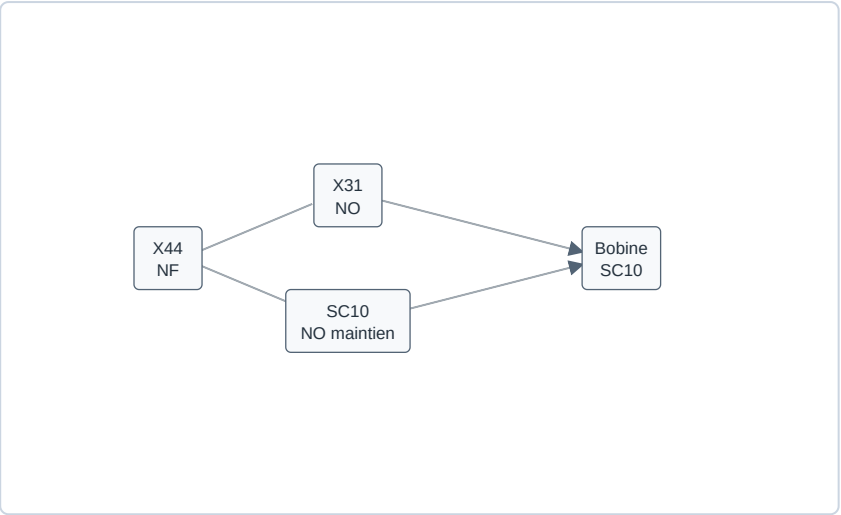
SC10 = (SC10 + X31) · non(X44)

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> SC10 = (SC10 OU X31) ET NON X44.

Question A1.3. Tracer, au choix, le schéma électrique ou le schéma Ladder équivalent à l'équation logique établie.

Le contact X31 normalement ouvert donne l'ordre de marche. Le contact SC10 normalement ouvert assure l'auto-maintien après la disparition de X31. Le contact X44 normalement fermé coupe le circuit lorsque l'ordre d'arrêt apparaît. Cette disposition correspond à l'équation de la question précédente, avec priorité à l'arrêt.

Ladder de commande mémorisée SC10



X44 est le contact de remise à zéro prioritaire.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> X44 NF en série avec le parallèle X31 NO et SC10 NO, commandant la bobine SC10.

Question A2. Décrire littéralement et chronologiquement le processus de démarrage de la déshydratation, en nommant les équipements mis en service et en désignant le produit concerné.

Le démarrage met d'abord en route la centrifugeuse, puis les équipements d'évacuation avant l'arrivée de boue humide. Les temporisations indiquées à l'annexe 5 assurent cet ordre. La chaux est acheminée par T13 pour le traitement des boues déshydratées.

1. Étape 31 : SC10 démarre, puis attente de 120 s.
2. Étape 32 : PV10 et DV10 démarrent, puis attente de 30 s.
3. Étape 33 : PV09C démarre et EV10 s'ouvre, puis attente de 60 s.
4. Étape 34 : T13 démarre pour acheminer la chaux, puis attente de 10 s.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> SC10, PV10 et DV10, PV09C et EV10, puis T13 pour acheminer la chaux.

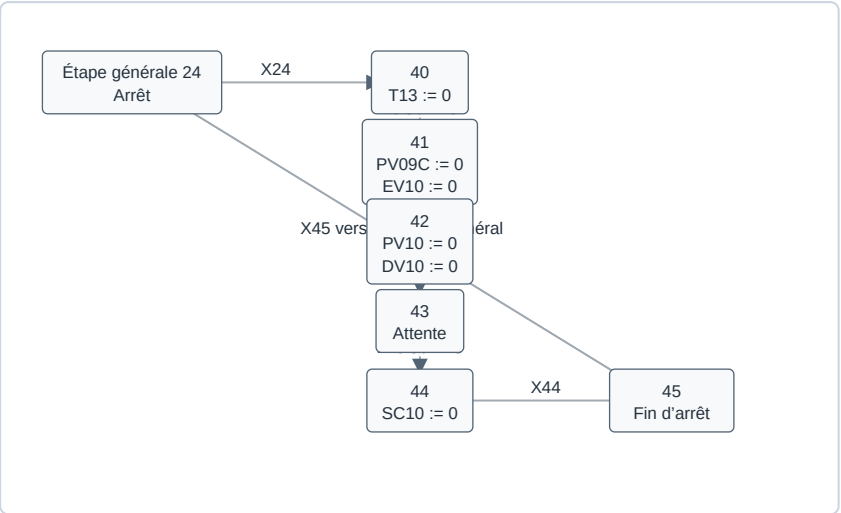
Question A3. Construire le grafcet linéaire d'arrêt de la déshydratation en numérotant les étapes de 40 à 45, en inversant la chronologie du grafcet de démarrage, en reprenant les mêmes durées de phases d'arrêt et en assurant la synchronisation avec le grafcet général.

L'arrêt est lancé lorsque l'étape 24 du grafcet général active la séquence d'arrêt. Il inverse l'ordre de démarrage pour vider progressivement l'installation. Les durées sont reprises de l'annexe 5. L'étape 45 signale la fin de la séquence au grafcet général, dont la transition de retour est X45.

1. 40 : arrêter T13 ; après 10 s, passer à 41.
2. 41 : arrêter PV09C et fermer EV10 ; après 60 s, passer à 42.

3. 42 : arrêter PV10 et DV10 ; après 30 s, passer à 43.
4. 43 : attendre 120 s, puis passer à 44.
5. 44 : arrêter SC10 ; passer à 45, qui active X45.

Grafcet linéaire d’arrêt de déshydratation



La séquence d’arrêt est synchronisée avec l’étape 24 et se termine par X45.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Arrêt dans l’ordre inverse : T13, PV09C et EV10, PV10 et DV10, attente de 120 s, puis SC10 ; l’étape 45 valide X45.

Électrotechnique

Question E1. À l'aide de l'annexe 6, refaire et compléter le tableau des chutes de tension en volts et en pourcentage pour le démarrage direct et le régime établi, indiquer si la norme est respectée et détailler les calculs.

Avec la formule de l’annexe 6, la chute vaut ΔU = √3 × Ku × I × 0,400, puis le pourcentage se rapporte à 400 V. Pour 400 mm², Ku vaut 0,10 à cos φ = 0,5 et 0,09 à cos φ = 0,8. L’alimentation étant issue d’un poste HT/BT, la limite triphasée pour les autres usages est 8 %.

Condition	Chute de tension	Chute relative	Norme
Démarrage direct	39,5 V	9,87 %	Non
Régime établi	15,0 V	3,74 %	Oui

Tableau des chutes de tension complété

E1. A l'aide du document situé à l'**annexe 6 (page 12/16)**, **refaire** et **compléter** le tableau suivant :

Condition de fonctionnement de la centrifugeuse	Chute de tension en Volts	Chute de tension relative en %	Respect de la norme *oui / non*
Démarrage direct	39,5 V	9,87 %	Non
Régime établi	15,0 V	3,74 %	Oui

Indiquer vos calculs.

BTS MÉTIERS DE L'EAU	Session 2008

✓ RÉPONSE À RETENIR

Démarrage direct : 39,5 V, 9,87 %, non conforme. Régime établi : 15,0 V, 3,74 %, conforme.

Question E2.1. À partir des schémas de puissance et de commande, préciser le rôle de chacun des contacteurs KM29, KM30 et KM31.

Le schéma de puissance montre KM29 en contacteur de ligne, placé sur l'alimentation du moteur. KM31 réunit les extrémités des enroulements pour le couplage étoile au démarrage. KM30 établit les connexions du couplage triangle pour le fonctionnement en régime établi.

✓ RÉPONSE À RETENIR

KM29 : ligne. KM31 : étoile. KM30 : triangle.

Question E2.2. Relever le repère des contacteurs alimentés dès la fermeture de la sortie automate API %Q037.7.

À la fermeture de la sortie API %Q037.7, le circuit de commande alimente le contacteur de ligne ainsi que le contacteur étoile pour lancer le démarrage étoile-triangle. Le contacteur triangle reste hors tension pendant cette première phase et intervient lors du basculement temporisé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les contacteurs alimentés au démarrage sont KM29 et KM31.

Question E2.3. Donner le repère de l'élément qui permet le passage d'étoile à triangle.

Le basculement étoile-triangle est commandé par le relais temporisé repéré KH29 sur le schéma de commande. À l'issue de la temporisation, ses contacts coupent le circuit étoile et autorisent le circuit triangle, avec interverrouillage des deux contacteurs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Relais temporisé de basculement : KH29.

Question E2.4. Expliquer comment informer l'automate de la fin effective du démarrage de la centrifugeuse.

Pour confirmer le démarrage effectif, on raccorde à une entrée de l'automate un contact auxiliaire NO du contacteur triangle KM30. Sa fermeture indique que le couplage triangle est établi et que la phase étoile est terminée. L'automate reçoit ainsi un retour d'état matériel, au lieu de conclure uniquement à partir d'une temporisation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Renvoyer à une entrée automate le contact auxiliaire NO de KM30, fermé après le basculement en triangle.

Démarreur électronique

Question E3.1. À partir du document constructeur de l'annexe 8, définir la référence du démarreur électronique convenant au moteur de la centrifugeuse.

Le tableau constructeur associe au moteur de 30 kW sous 400 V un démarreur de calibre 62 A. La référence correspondante, à la ligne 15 kW sous 230 V et 30 kW sous 400 V, est ATS46D62N.

✓ RÉPONSE À RETENIR

ATS46D62N, calibre 62 A.

Question E3.2. Indiquer sur quelles bornes du démarreur raccorder la sortie de l'automate qui déclenche la mise en marche du moteur.

Le schéma constructeur prévoit une commande deux fils par contact entre la borne +24 V et l'entrée RUN. La sortie automate commande ce contact, directement si ses caractéristiques électriques sont compatibles, ou par l'intermédiaire d'un relais d'interface. Le circuit de commande doit respecter la tension et le type d'entrée du démarreur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Raccorder la commande de marche entre +24 V et RUN.

Question E3.3. Relever le repère des bornes du démarreur qui permettent d'informer l'automate de la fin du démarrage.

Le tableau de l'annexe 8 indique que le relais R2 s'enclenche à la fin du démarrage. Son contact de travail, repéré R2A-R2C, fournit l'information de fin de démarrage à une entrée de l'automate.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Bornes de retour : R2A-R2C.

Régulation

Question R1. À partir du schéma de tuyauterie et d'instrumentation du traitement tertiaire, donner la signification des appareils repérés FE05 et FIT 05.

Dans la codification des instruments, FE désigne un élément primaire de débit et FIT un transmetteur indicateur de débit. Sur le schéma de l'annexe 9, FE05 est associé à la mesure du débit, que FIT05 transmet et indique pour la boucle repérée 05.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> FE05 : élément primaire de débit. FIT05 : transmetteur indicateur de débit.

Question R2. Préciser si les pompes de chlorure d'aluminium et de polymère sont commandées en chaîne ouverte ou en boucle fermée, puis justifier la réponse à partir des mesures et commandes décrites.

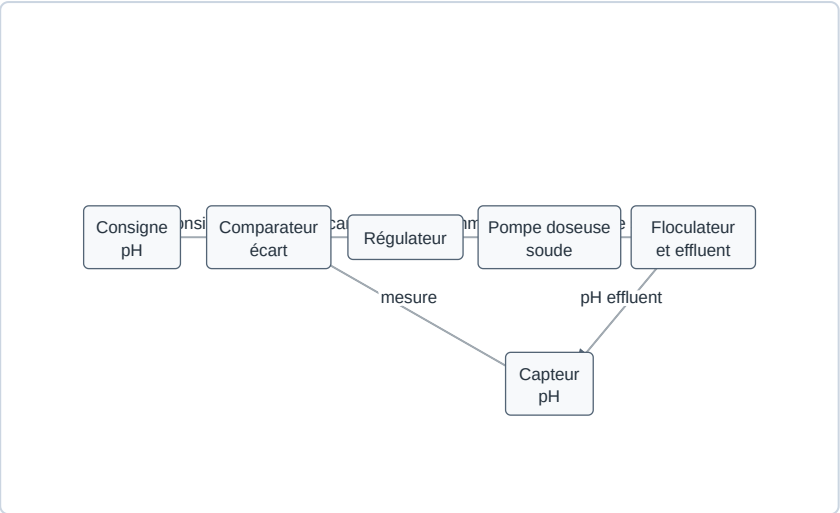
Les pompes sont commandées à partir de la mesure du débit de l'effluent entrant. Cette mesure permet d'adapter les débits de réactifs, mais aucune mesure de turbidité en sortie n'est renvoyée pour corriger leur commande. Il s'agit donc d'une commande en chaîne ouverte par rapport au résultat épuratoire, même si elle tient compte du débit d'entrée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Chaîne ouverte par rapport à la turbidité de sortie, avec dosage adapté au débit entrant.

Question R3.1. Proposer un schéma fonctionnel par blocs de la régulation automatique du pH en boucle fermée, avec la pompe doseuse de soude.

La consigne de pH est comparée à la mesure fournie par le capteur placé sur l'effluent. Le régulateur exploite l'écart pour commander le débit de la pompe doseuse de soude. La soude est injectée dans le floculateur, et la mesure du pH de l'effluent revient au comparateur : cette rétroaction ferme la boucle.

Boucle fermée de régulation du pH



La mesure de pH est renvoyée au comparateur pour fermer la boucle.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Consigne pH → comparateur → régulateur → pompe de soude → floculateur → capteur pH → retour au comparateur.

Question R3.2. En supposant une baisse du pH de l'effluent, décrire l'évolution des grandeurs de la boucle de régulation et conclure sur le sens d'action du régulateur.

Si le pH mesuré baisse, l'écart consigne moins mesure augmente. Le régulateur augmente alors la commande de la pompe, donc le débit de soude. L'ajout de soude fait remonter le pH et réduit l'écart. Au sens usuel de la régulation, la sortie augmente lorsque la grandeur mesurée diminue : le régulateur est à action inverse par rapport au pH mesuré.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Baisse du pH : hausse de l'injection de soude, puis remontée du pH. Action inverse par rapport à la mesure.

3. Coût énergétique du pompage et calcul du diamètre économique

Les eaux brutes sont refoulées d'une bâche de stockage vers un bassin tampon par une conduite en acier DN 160. Les données précisent notamment le débit, la longueur et la rugosité de la conduite, la hauteur géométrique, le rendement du pompage et le coût de l'énergie pour étudier les pertes de charge et le diamètre économique.

Coût d'exploitation en énergie électrique

Question H1.1. Calculer la vitesse de l'eau dans la conduite de refoulement.

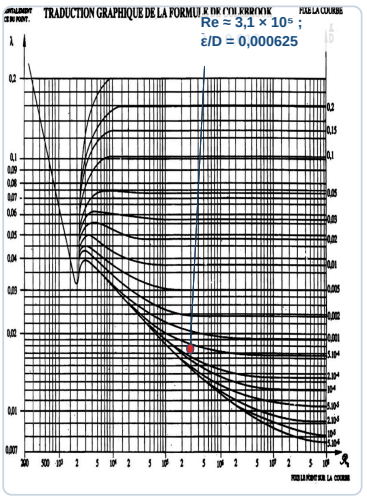
Le débit de pompage est de 140 m³/h, soit 140/3600 = 0,03889 m³/s. En assimilant le diamètre intérieur au diamètre nominal DN 160, on prend D = 0,160 m. La section intérieure vaut S = πD²/4 = 0,02011 m². La vitesse moyenne se calcule par V = Q/S : 0,03889/0,02011 = 1,934 m/s. Cette vitesse est celle utilisée pour les calculs de pertes de charge qui suivent.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vitesse moyenne dans la conduite : **1,93 m/s**.

Question H1.2. À l'aide du graphique de Colebrook de l'annexe 10, déterminer le coefficient de rugosité λ et joindre le document à la copie. Pour la suite, prendre λ = 0,020.

1. La rugosité relative de la conduite vaut ε/D = 0,1/160 = 0,000625, avec les deux longueurs exprimées en millimètres. Le nombre de Reynolds, calculé avec le débit de 140 m³/h, le diamètre de 0,160 m et ν = 10^{-6} m²/s, est proche de 3,09 × 10^{5}.
2. Sur l'annexe 10, l'intersection de ces valeurs conduit à λ d'environ 0,019, soit une lecture graphique voisine de 0,020. Pour les calculs suivants, on retient la valeur explicitement imposée dans l'énoncé : λ = 0,020.

Lecture du coefficient de Colebrook



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Lecture graphique : **λ ≈ 0,019** ; valeur retenue pour la suite : **λ = 0,020**.

Question H1.3. À l'aide de la formule de Darcy, calculer les pertes de charge régulières dans la conduite. Négliger les pertes de charge singulières.

1. La formule de Darcy donnée sur le sujet est $\Delta H = \lambda(L/D)(V^2/2g)$. On utilise $\lambda = 0{,}020$, $L = 525$ m, $D = 0{,}160$ m, $g = 9{,}81$ m/s² et la vitesse calculée à la question précédente, $V \approx 1{,}934$ m/s.
2. Le remplacement numérique donne $\Delta H \approx 12{,}52$ mCE. Il s'agit des pertes de charge régulières uniquement : les pertes singulières sont négligées conformément à l'énoncé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pertes de charge régulières : **12,52 mCE**.

Question H1.4. Calculer la hauteur manométrique totale fournie par la pompe.

La HMT est la somme de la hauteur géométrique d'élévation et des pertes de charge. La hauteur géométrique vaut 6,5 m et les pertes régulières calculées valent environ 12,52 mCE. Comme l'énoncé demande de négliger les pertes singulières, aucune autre composante n'est ajoutée : HMT = 6,5 + 12,52 = 19,02 mCE.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Hauteur manométrique totale : **19,02 mCE**.

Question H1.5. Calculer la puissance hydraulique de la pompe, puis la puissance électrique à fournir.

Grandeur	Calcul	Résultat
Puissance hydraulique	$\rho g Q H_{MT}$, avec $\rho = 1000$ kg/m³	7,26 kW
Puissance électrique	Puissance hydraulique / 0,57	12,73 kW

Le débit est converti en m³/s : $Q = 140/3600$. La puissance électrique tient compte du rendement global du groupe de pompage, égal à 57 %.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance hydraulique : **7,26 kW** ; puissance électrique : **12,73 kW**.

Question H1.6. Pour un fonctionnement de 2 h 30 min et un tarif de 0,082 €/kWh, calculer le coût en énergie électrique.

Étape	Calcul	Valeur
Durée	2 h 30 min	2,5 h
Énergie	12,73 × 2,5	31,83 kWh
Coût	31,83 × 0,082	2,61 €

La consommation est le produit de la puissance électrique par le temps de fonctionnement. Le coût s'obtient ensuite en multipliant l'énergie consommée par le tarif de 0,082 €/kWh indiqué dans l'énoncé.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Coût énergétique pour 2 h 30 min de fonctionnement : **2,61 €**.

Calcul du diamètre économique

Question H2.1. Expliquer pourquoi le coût d'exploitation augmente lorsque le diamètre de la conduite diminue.

À débit constant, réduire le diamètre diminue la section de passage et augmente la vitesse de l'eau. Selon la formule de Darcy, les pertes de charge croissent avec le carré de la vitesse et avec le rapport longueur/diamètre. La pompe doit donc fournir une hauteur manométrique plus importante pour transférer le même volume. La puissance et l'énergie consommées augmentent, ce qui élève le coût d'exploitation.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Un diamètre plus faible augmente les pertes de charge et l'énergie de pompage, donc le coût d'exploitation.

Question H2.2. Calculer la durée journalière moyenne de fonctionnement de la pompe.

1. Le volume journalier moyen à transférer est de 350 m³. Le débit de la pompe en fonctionnement est de 140 m³/h.
2. La durée journalière moyenne est le volume divisé par le débit : 350/140 = 2,5 h/j. Cela correspond à 2 h 30 min de marche quotidienne, en moyenne.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Durée moyenne de fonctionnement : **2,5 h/j**, soit **2 h 30 min**.

Question H2.3. À l'aide de la formule de Vibert et des données de coût fournies, calculer le diamètre économique de la conduite, puis conclure par rapport au diamètre nominal normalisé choisi.

La formule de Vibert du sujet est $D_e = 1547 \times ((n \times e)/(24f))^{0,154} \times Q^{0,46}$. On prend n = 2,5 h/j, e = 0,082 €/kWh et f = 1,20 €/kg. Le débit Q est exprimé en m³/s : 140/3600 = 0,03889 m³/s. Le calcul donne un diamètre économique d'environ 162 mm. Il est très proche du diamètre nominal normalisé DN 160 choisi pour la conduite.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Diamètre économique : **environ 162 mm** ; diamètre normalisé le plus proche : **DN 160**.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2008)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de BTS Métiers de l'eau, session 2008, code MTE6EDC, étude de cas U. 61. La durée et le coefficient ne sont pas indiqués sur le sujet fourni. Les trois parties évaluent le traitement des effluents textiles et des boues, l'automatisme, l'électrotechnique, la régulation et l'hydraulique, notamment le bilan épuratoire, le démarrage d'une centrifugeuse et le pompage.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Un flux journalier de polluant se calcule en multipliant le débit par la concentration, après conversion des unités en masse par jour.
- Le besoin en dioxygène combine la DBO5 éliminée et la respiration de la biomasse présente dans le bassin d'aération.
- Selon Darcy, les pertes de charge régulières valent $\Delta H = \lambda(L/D)(V^2/2g)$ et augmentent avec la vitesse et la longueur de conduite.
- En boucle fermée, la mesure est comparée à la consigne et l'action correctrice dépend de l'écart constaté.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités de débit, concentration, masse, temps et puissance avant chaque calcul.
- Comparer les résultats aux capacités nominales et aux exigences de rejet, en appuyant les conclusions sur les données.
- Pour un grafcet, respecter la chronologie, les temporisations, les actions d'étapes et la synchronisation demandée.
- Pour les chutes de tension, choisir le coefficient Ku adapté à la section et au cos φ, puis appliquer la limite normative pertinente.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer un flux de DCO ou de MES à partir d'un débit et d'une concentration ?

Multipliez le débit journalier par la concentration, puis convertissez les unités pour obtenir une masse par jour. Si plusieurs effluents sont mélangés, calculez séparément leurs contributions et additionnez les flux obtenus.

Q : Comment vérifier que les turbines apportent assez de dioxygène au bassin ?

Calculez les besoins à partir de la DBO5 éliminée et de la biomasse. Calculez ensuite l'apport des turbines avec leur puissance, leur durée de marche, leur apport spécifique et le facteur correctif, puis comparez les valeurs.

Q : Comment organiser son temps dans cette étude de cas ?

Répartissez le temps entre les trois parties en tenant compte de leurs points : 40, 25 et 15. Traitez les calculs dont les données sont disponibles, réservez du temps aux schémas et tableaux, puis vérifiez les unités et les conclusions.

Q : Que faut-il montrer pour justifier un calcul ou un choix technique ?

Présentez la relation ou le principe utilisé, les données avec leurs unités, les étapes essentielles du calcul et une conclusion liée aux exigences du sujet. Pour les schémas, identifiez clairement les appareils, les signaux et le sens d'action.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsme.fr/assets/annales/bts-me/E6 - Conception des unités de traitement et des réseaux/2008/BTS ME - E6 - Conception des unités de traitement et des réseaux - Session 2008 - 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.