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

Étude de cas - U. 61

Session 2015 • Code sujet : **MTE6EDC** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Caractéristiques des eaux résiduaires industrielles entrantes** (4 questions) — **Page 3**
2. **Épuration biologique et besoins du bassin d'aération** (5 questions) — **Page 5**
3. **Filtration membranaire et suivi du procédé** (5 questions) — **Page 7**
4. **Bilan de fonctionnement du procédé** (2 questions) — **Page 9**
5. **Automatisation du rétrolavage et du dégazage des membranes** (3 questions) — **Page 11**
6. **Régulation de l'aération à partir du potentiel redox** (2 questions) — **Page 13**
7. **Choix des éléments du circuit de puissance du TURBOXAL** (7 questions) — **Page 15**
8. **Étalonnage d'un déversoir et choix d'un canal Venturi** (6 questions) — **Page 18**
9. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 21**

Sujet officiel (PDF) : https://btsme.fr/assets/annales/bts-me/E6 - Conception des unités de traitement et des réseaux/2015/BTS ME - E6 - Conception des unités de traitement et des réseaux - Session 2015 - 1-Sujet.pdf

1. Caractéristiques des eaux résiduaires industrielles entrantes

Une usine de cosmétiques traite les eaux résiduaires de ses productions, ainsi que les eaux domestiques et pluviales du site. Les analyses d'entrée servent à caractériser la pollution, à quantifier sa charge et à évaluer les besoins en nutriments du traitement biologique.

Question P1.1. À partir des analyses de l'annexe 2, commenter les valeurs entrantes de DCO et de DBO5, calculer le flux entrant de DBO5 en kg par jour, puis convertir ce flux en nombre d'équivalents-habitants avec 1 EH égal à 60 g de DBO5 par jour.

Les concentrations entrantes sont très élevées : DCO = 7 388 mg/L et DBO_5 = 3 577 mg/L. La DCO supérieure à la DBO_5 indique aussi une fraction de pollution peu ou non biodégradable. Avec un débit de 185 m^3/j, le flux vaut 185 × 3 577 = 661 745 g/j, soit 661,745 kg/j. En divisant ce flux par la charge journalière d'un EH, on obtient 661 745 / 60 = 11 029 EH environ. La station traite donc une charge organique importante.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Flux entrant : 661,745 kg DBO_5/j, soit environ 11 029 EH.

Question P1.2. Préciser en quoi l'obligation de respecter un arrêté préfectoral de rejet contribue à la protection du milieu récepteur.

L'arrêté préfectoral fixe des limites de débit et de concentration que l'exploitant doit respecter. Ces seuils encadrent les quantités de polluants rejetées et réduisent les risques d'altération du milieu récepteur. La limitation des matières organiques prévient notamment la baisse d'oxygène dissous, tandis que celle des nutriments limite l'eutrophisation. Les valeurs imposées pour les substances susceptibles d'être toxiques protègent également la faune et la flore. Enfin, les contrôles permettent de vérifier la conformité du rejet et d'intervenir en cas de dépassement.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'arrêté limite les débits et concentrations rejetés afin de préserver la qualité de l'eau et les écosystèmes du milieu récepteur.

Question P1.3. Définir le rapport de biodégradabilité R et préciser l'intérêt de sa détermination. À partir de l'annexe 2, calculer R et interpréter le résultat obtenu.

Le rapport de biodégradabilité est défini par R = DBO_5/DCO. Il estime la part de la pollution oxydable biologiquement et aide à déterminer si un traitement biologique est adapté. Avec les données d'entrée, R = 3 577/7 388 = 0,484. Cette valeur, proche de 0,5 et supérieure au seuil indicatif de 0,4, traduit une pollution suffisamment biodégradable pour être traitée biologiquement. La différence entre DCO et DBO_5 révèle néanmoins une fraction moins biodégradable.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

R = 0,484 : la pollution est suffisamment biodégradable pour justifier un traitement biologique.

Question P1.4. À partir de l'annexe 2, établir le rapport DBO5/NK/Pt à l'entrée de la filière. Le comparer au rapport d'assimilation indiqué en annexe 3 et interpréter les résultats de cette comparaison.

Rapport ramené à 100 de DBO_5	**DBO_5**	**NK**	**Pt**
Entrée	100	1,454	0,419
Assimilation requise	100	5	1

À l'entrée, NK/DBO_5 = 52/3 577 et Pt/DBO_5 = 15/3 577, ramenés à 100 de DBO_5. Les deux rapports sont inférieurs aux besoins d'assimilation du procédé. L'effluent est donc déficitaire en azote et en phosphore pour assurer l'élimination biologique de la pollution carbonée. Une complémentation en nutriments est nécessaire, conformément aux apports indiqués pour la filière.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Entrée : 100/1,454/0,419, contre 100/5/1 requis. L'azote et le phosphore sont déficitaires.

2. Épuration biologique et besoins du bassin d'aération

Dans le bassin biologique, une biomasse aérée assure l'oxydation de la pollution carbonée. Les données de fonctionnement servent à évaluer les apports nutritifs, la charge massique et l'adéquation entre les besoins en oxygène et les systèmes d'aération.

Question P2.1. En supposant le rapport DBO5/NK/Pt égal à 3500/50/15, calculer les apports théoriques d'azote nécessaires en g N par jour, en g d'urée par jour, puis en litres de solution d'urée à 40 % par jour, de densité 1,0. Comparer le résultat aux données de l'annexe 3.

Le flux de DBO_5 entrant vaut 185 × 3 577 / 1 000 = 661,745 kg/j. Le rapport théorique impose 50 g d'azote pour 3 500 g de DBO_5. L'urée $CO(NH_2)_2$ contient 28 g d'azote pour 60 g d'urée.

Grandeur	Calcul	Résultat
Azote nécessaire	661 745 × 50 / 3 500	9 453,5 g N/j
Urée pure	9 453,5 × 60 / 28	20 257,5 g/j
Solution à 40 %, densité 1	20 257,5 / 0,40 / 1 000	50,64 L/j

L'apport actuel de 130 L/j est supérieur au besoin théorique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Besoin théorique : 9 453,5 g N/j, soit 20,26 kg d'urée ou 50,64 L/j de solution à 40 %. L'apport actuel est de 130 L/j.

Question P2.2. Calculer la charge massique et la comparer aux valeurs du tableau de l'annexe 4. Comparer également la concentration en MVS du bassin biologique à celles d'un procédé classique à boues activées, puis interpréter.

Paramètre	Calcul ou valeur	Interprétation
Masse de MVS	1 300 × 11 = 14 300 kg	Stock de biomasse dans le bassin
Charge massique	661,745 / 14 300 = 0,0463 kg DBO_5·kg MVS^{-1}·j^{-1}	Inférieure à 0,07 : très faible charge
$[MVS]_{ba}$	11 g/L, contre 1,4 à 3,5 g/L en boues activées classiques	Concentration nettement supérieure

Les membranes retiennent la biomasse et permettent cette forte concentration en MVS, contrairement à la séparation par décantation des procédés classiques.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Charge massique : 0,0463 kg DBO_5·kg MVS^{-1}·j^{-1}, soit une très faible charge. La concentration en MVS est de 11 g/L.

Question P2.3. **Indiquer la signification des termes de la formule QO2 = (a' × DBO5 éliminée) + (b' × Sv), puis calculer les besoins journaliers en dioxygène du milieu biologique en kg O2 par jour.**

a' est le coefficient de consommation d'oxygène lié à l'élimination de la DBO_5 (0,7 kg O_2/kg DBO_5). **b'** représente la respiration endogène de la biomasse (0,06 kg O_2/kg MVS/j), et **Sv** est la masse de MVS dans le bassin. Ainsi, Sv = 1 300 × 11 = 14 300 kg. La DBO_5 éliminée vaut (3 577 − 5) × 185 / 1 000 = 660,82 kg/j. Donc QO_2 = 0,7 × 660,82 + 0,06 × 14 300 = 1 320,574 kg O_2/j.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Besoins journaliers : 1 320,6 kg O_2/j.

Question P2.4. **Calculer l'apport réel journalier en dioxygène, le comparer aux besoins calculés en P2.3 et proposer une correction éventuelle.**

L'apport journalier réel se calcule avec l'apport spécifique, la puissance, la durée de fonctionnement et le facteur correctif global.

1. TURBOXAL : 2,9 × 22 × 24 × 0,6 = 918,72 kg O_2/j.
2. VENTOXAL : 2,9 × 21 × 14 × 0,4 = 341,04 kg O_2/j.
3. Total : 918,72 + 341,04 = 1 259,76 kg O_2/j.

L'apport est inférieur au besoin calculé en P2.3 de 60,814 kg/j. Il faut augmenter l'apport ou l'efficacité de transfert d'environ 4,8 % par rapport à l'apport actuel.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Apport réel : 1 259,76 kg O_2/j, soit un déficit de 60,81 kg O_2/j.

Question P2.5. **En lien avec la question P1.4, justifier l'absence de phase d'anoxie.**

Le rapport d'entrée normalisé à 100 pour la DBO_5 vaut environ 100/1,45/0,42, contre un rapport d'assimilation de 100/5/1. L'effluent entrant est donc déficitaire en azote et en phosphore par rapport aux besoins de la biomasse.

- L'azote et le phosphore sont apportés par complémentation pour permettre l'assimilation de la pollution carbonée.
- Il n'y a pas d'excès d'azote à éliminer par dénitrification, et l'azote oxydé est négligeable à l'entrée.

Une phase anoxique, nécessaire à la dénitrification, n'est donc pas prévue.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pas d'excès d'azote à dénitrifier : l'aération est continue, sans phase anoxique.

3. Filtration membranaire et suivi du procédé

La clarification par décantation est remplacée par une ultrafiltration sur fibres creuses immergées, organisées en trois cassettes. Les caractéristiques des membranes, les schémas de filtration et de rétrolavage ainsi que le suivi de la pression transmembranaire permettent d'étudier leur fonctionnement.

Question P3.1. Préciser les différents types d'éléments susceptibles d'être retenus par filtration membranaire.

Avec des pores de 0,04 µm, l'ultrafiltration retient les éléments plus gros que ses pores : matières en suspension, colloïdes, biomasse et microorganismes, notamment les bactéries. Elle peut également retenir certaines macromolécules. L'eau et les petites molécules dissoutes traversent généralement la membrane. La biomasse est ainsi séparée de l'eau traitée, sans décantation.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Retenus : matières en suspension, colloïdes, biomasse, microorganismes et certaines macromolécules.

Question P3.2. À partir des caractéristiques de l'annexe 5, calculer la surface membranaire totale développée dans les trois cassettes immergées.

La surface extérieure d'une fibre est son périmètre multiplié par sa hauteur : $S = \pi d h$. Le tableau récapitule le calcul pour les trois cassettes, avec le diamètre converti en mètres.

Élément	Calcul	Résultat
Fibres par cassette	22 × 3 000	66 000
Fibres au total	3 × 66 000	198 000
Surface d'une fibre	π × 0,001 × 2	0,00628 m²
Surface totale	198 000 × 0,00628	1 244,07 m²

La surface membranaire développée est d'environ 1 244 m².

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Surface totale : environ 1 244 m².

Question P3.3. Avec le flux maximal admissible de 8,5 L d'eau par heure et par mètre carré de membrane, calculer le débit maximal total admissible et conclure sur le dimensionnement des équipements.

Le débit maximal est le flux maximal multiplié par la surface : $8{,}5 \times 1\,244{,}07 = 10\,574{,}6$ L/h, soit 10,57 m³/h. À ce flux continu, cela représente environ 253,8 m³/j, légèrement au-dessus de la capacité journalière de 250 m³/j. Le débit reste inférieur au débit maximal horaire de 15 m³/h indiqué pour la station : les membranes ne permettent donc pas d'atteindre ce maximum horaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Débit maximal : 10,57 m³/h, soit environ 253,8 m³/j en continu. Inférieur au maximum horaire de 15 m³/h.

Question P3.4. Citer les deux types de colmatage rencontrés dans les procédés membranaires et préciser les techniques permettant d'y remédier.

On distingue le colmatage réversible, dû surtout aux dépôts en surface, et le colmatage irréversible, lié notamment au blocage des pores ou à l'adsorption de substances.

- **Réversible :** rétrolavage à l'eau filtrée et, selon le procédé, balayage d'air.
- **Irréversible :** nettoyage chimique avec un réactif adapté au dépôt.

Dans cette installation, le rétrolavage est réalisé toutes les 400 secondes.

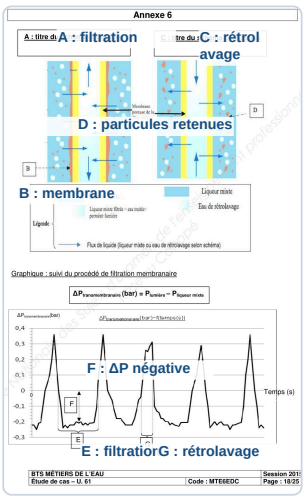
✓ RÉPONSE À RETENIR

Réversible : rétrolavage et balayage d'air. Irréversible : nettoyage chimique adapté.

Question P3.5. Reporter sur la copie la signification des repères A à D des schémas de l'annexe 6. Commenter le graphique en précisant les phénomènes observés aux repères E à G.

Le schéma de gauche montre la filtration : le liquide traverse la membrane vers l'intérieur des fibres. Celui de droite montre le rétrolavage, avec un flux inversé qui décolle les dépôts. Sur le graphique, E repère la phase de filtration et F la différence de pression transmembranaire négative pendant l'aspiration. En G, la pression devient positive lors du rétrolavage, puis le cycle de filtration reprend.

Annexe 6 complétée



✓ RÉPONSE À RETENIR

A : filtration ; B : membrane ; C : rétrolavage ; D : particules retenues ; E : filtration ; F : dépression transmembranaire ; G : rétrolavage et inversion du flux.

4. Bilan de fonctionnement du procédé

Le bilan s'appuie sur les analyses des eaux à l'entrée et au rejet, ainsi que sur les limites fixées par l'arrêté préfectoral. Il faut évaluer la conformité du traitement et comparer les avantages et les inconvénients du bioréacteur à membranes immergées avec ceux des boues activées classiques.

Question P4.1. À l'aide des résultats d'analyses de l'annexe 2, interpréter les résultats et conclure sur la conformité du procédé de traitement.

Les concentrations mesurées au rejet sont comparées aux limites de l'arrêté. La DCO entrante de 7 388 mg/L, comprise entre 5 000 et 10 000 mg/L, impose un rendement minimal de 96 % ; le rendement calculé atteint 98,74 %. Le débit moyen journalier de 185 m^3/j reste inférieur au plafond de 250 m^3/j.

Paramètre	Rejet	Limite	Conclusion
DCO	93 mg/L	250 mg/L et rendement ≥ 96 %	Conforme
DBO_5	5 mg/L	15 mg/L	Conforme
MES	2 mg/L	15 mg/L	Conforme
NK	2 mg/L	10 mg/L	Conforme
P total	3 mg/L	10 mg/L	Conforme
Fluor	6 mg/L	15 mg/L	Conforme
Débit journalier moyen	185 m^3/j	250 m^3/j	Conforme

Le zinc n'a pas de limite indiquée dans le tableau de l'arrêté. Le NGL et le débit maximal horaire ne sont pas vérifiables avec ces résultats.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le traitement respecte les limites de concentration listées et le plafond journalier moyen ; le NGL et le débit horaire maximal restent à vérifier.

Question P4.2. À partir des réponses aux questions précédentes et de vos connaissances, conclure en présentant les avantages et les inconvénients du bioréacteur à membranes immergées par rapport au procédé par boues activées.

Le BRM remplace le clarificateur secondaire par une filtration membranaire. La séparation ne dépend donc pas de la décantabilité des boues et l'effluent est de grande qualité. La concentration de biomasse, 11 g MVS/L, dépasse nettement les 0,7 à 3,5 g/L des boues activées classiques, ce qui permet une installation compacte et une forte capacité de traitement.

- **Avantages :** faible emprise au sol, bonne rétention des matières en suspension et qualité stable de l'eau traitée.
- **Inconvénients :** investissement et consommation énergétique élevés, colmatage des membranes, lavages et maintenance réguliers ; les boues produites doivent toujours être traitées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le BRM est compact et assure une séparation efficace, mais son coût, son énergie consommée et l’entretien des membranes constituent ses principaux inconvénients.

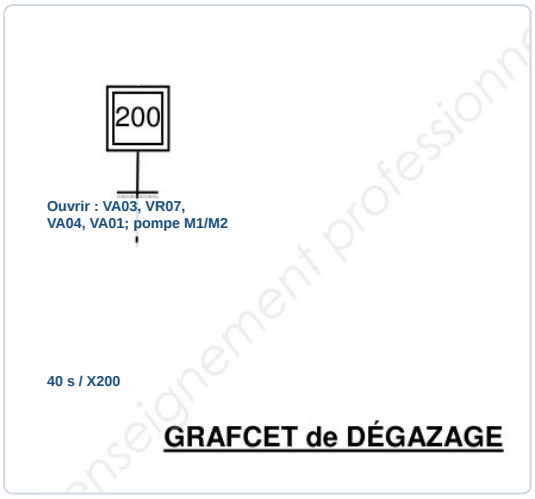
5. Automatisation du rétrolavage et du dégazage des membranes

Les filtres membranaires sont lavés à contre-courant toutes les 400 secondes, avec 40 secondes de rétrolavage puis 20 secondes de dégazage. Les synoptiques et le document-réponse présentent les organes à commander et les GRAFCET à compléter pour séquencer et synchroniser les tâches.

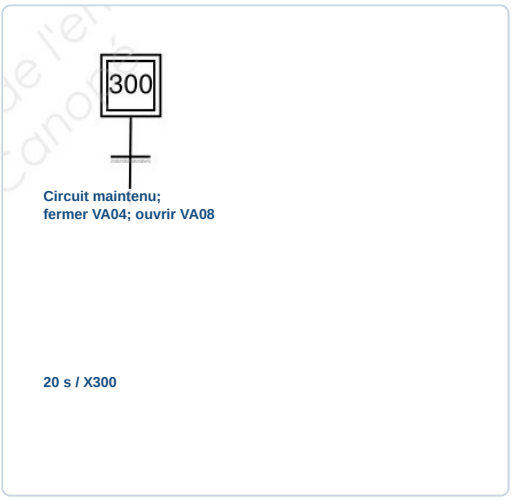
Question A1. Compléter sur le document-réponse 1 les GRAFCET de la partie opérative du rétrolavage et du dégazage, en respectant le cahier des charges et les durées indiquées.

À l'étape 200, commander l'ouverture de 31VA03, 31VR07, 31VA04 et 31VA01, ainsi que la pompe sélectionnée par M1 ou M2. La transition de fin est 40 s / X200. À l'étape 300, maintenir le circuit et la pompe, fermer 31VA04 pour bloquer l'arrivée vers les membranes et ouvrir 31VA08 pour dégazer le pot. La transition de fin est 20 s / X300. Les vannes non commandées restent fermées.

GRAFCET de rétrolavage complété



GRAFCET de dégazage complété



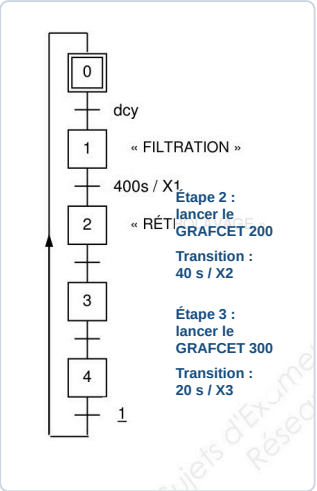
✓ RÉPONSE À RETENIR

200 : rétro lavage, 40 s. 300 : dégazage, 20 s, avec 31VA04 fermée et 31VA08 ouverte.

Question A2. Compléter le GRAFCET de gestion des tâches afin d'assurer la synchronisation des GRAFCET. Découper et coller le document-réponse 1 sur la copie.

Sur le GRAFCET de gestion, l'étape 1 commande la filtration et la transition 400 s / X1 déclenche l'étape 2. Cette étape lance le rétrolavage (GRAFCET 200); inscrire 40 s / X2 avant l'étape 3, qui lance le dégazage (GRAFCET 300). Inscrire 20 s / X3 avant l'étape 4. La transition « 1 » ramène ensuite à l'étape 1 et relance la filtration.

GRAFCET de gestion des tâches complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

Filtration 400 s, rétrolavage 40 s, dégazage 20 s, puis retour à la filtration.

Question A3. Produire les schémas à contacts en langage LADDER gérant le fonctionnement de la pompe 31PC01 et de la vanne 31VA01 en fonction des étapes actives.

Pour 31PC01, mettre le contact M1 en série avec trois branches en parallèle correspondant aux étapes X1, X2 et X3. La pompe démarre donc si elle est sélectionnée et si l'une de ces étapes est active. Commander 31VA01 aux étapes X1, X2 et X3 : elle reste ouverte durant le dégazage, tandis que 31VA04 est fermée pour isoler les membranes.

```
Pompe 31PC01
|--[ M1 ]--+--[ X1 ]--+----( 31PC01 )
|          +--[ X2 ]--+
|          +--[ X3 ]--+

Vanne 31VA01
|--+--[ X1 ]--+------------( 31VA01 )
|  +--[ X2 ]--+
|  +--[ X3 ]--+
```

✓ RÉPONSE À RETENIR

31PC01 = M1 ET (X1 OU X2 OU X3). 31VA01 = X1 OU X2 OU X3.

6. Régulation de l’aération à partir du potentiel redox

Une sonde redox délivre un signal de 4 à 20 mA correspondant à un potentiel de -200 à +200 mV. Les seuils redox commandent les turbines VENTOXAL et TURBOXAL et déterminent le choix entre un débit d’oxygène de 40 m3/h, un débit de 20 m3/h ou l’arrêt de l’aération.

Question R1. Déterminer, par la méthode de votre choix, les trois seuils en mA correspondant au fonctionnement du TURBOXAL à gros débit de 40 m3/h, à faible débit de 20 m3/h, puis à son arrêt.

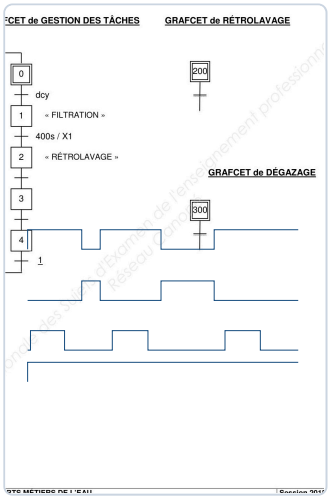
La conversion est linéaire entre 4 mA à −200 mV et 20 mA à +200 mV : le signal varie de 16 mA sur 400 mV. Ainsi, 50 mV donnent 14,0 mA, 80 mV donnent 15,2 mA et 100 mV donnent 16,0 mA. Le TURBOXAL fonctionne à gros débit sous 80 mV, à faible débit entre 80 et 100 mV, puis s’arrête au-dessus de 100 mV. Le seuil de 50 mV commande aussi l’activation du VENTOXAL.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Seuils : 50 mV = 14,0 mA ; 80 mV = 15,2 mA ; 100 mV = 16,0 mA. TURBOXAL : gros débit sous 15,2 mA, faible débit de 15,2 à 16,0 mA, arrêt au-dessus de 16,0 mA.

Question R2. Compléter sur le document-réponse 2 les chronogrammes de commande du VENTOXAL, du TURBOXAL, de la vanne de gros débit SV11 et de la vanne de faible débit SV10, selon l’évolution du potentiel redox proposée.

Le VENTOXAL est commandé sous 50 mV. Le TURBOXAL reste en marche sous 100 mV : il fonctionne à gros débit sous 80 mV et à faible débit entre 80 et 100 mV. Sur la courbe, le potentiel ne dépasse jamais 100 mV : le TURBOXAL reste donc actif sur toute la durée représentée. Les instants de commutation ci-dessous sont reportés approximativement aux franchissements des seuils sur le graphique.

Chronogrammes de commande complétés



De haut en bas : commandes SV11, SV10, VENTOXAL et TURBOXAL. Les changements d’état suivent les franchissements approximatifs des seuils sur la courbe source.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Chronogrammes : VENTOXAL actif sous 50 mV ; SV11 active sous 80 mV ; SV10 active de 80 à 100 mV ; TURBOXAL actif pendant tout le graphique.

7. Choix des éléments du circuit de puissance du TURBOXAL

L'étude porte sur le moteur asynchrone triphasé de 22 kW de la turbine de surface TURBOXAL, représenté sur le schéma du circuit de puissance. Il faut identifier le mode de démarrage et les appareils DJM1 et KM1, puis choisir leurs références à partir de la documentation Siemens.

Question E1. Donner le nom du procédé de démarrage représenté sur le schéma du circuit de puissance.

Le circuit alimente le moteur triphasé à travers DJM1 et un seul contacteur de puissance, KM1. Il ne comporte ni couplage étoile-triangle, ni démarreur progressif, ni variateur. Lorsque KM1 se ferme, le moteur reçoit directement la tension du réseau. Le procédé représenté est donc un démarrage direct, sous la tension nominale indiquée sur le schéma, soit 400 V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Démarrage direct du moteur asynchrone triphasé sous 400 V.

Question E2. Citer un problème électrique que ce type de démarrage peut générer et proposer deux solutions technologiques susceptibles de le réduire, voire de l'annuler.

Le démarrage direct peut provoquer un fort courant d'appel, susceptible d'entraîner une chute de tension et de perturber les autres récepteurs du réseau. Deux solutions technologiques permettent de limiter ce problème :

- un démarreur progressif, qui augmente graduellement la tension appliquée au moteur ;
- un variateur de fréquence, qui fait augmenter progressivement la fréquence et la tension d'alimentation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Problème : fort courant d'appel et chute de tension. Solutions : démarreur progressif et variateur de fréquence.

Question E3. À l'aide des caractéristiques de fonctionnement de l'installation, justifier le choix de démarrage utilisé.

Le moteur TURBOXAL entraîne une turbine prévue pour fonctionner en moyenne 24 h par jour. Le démarrage direct convient à ce fonctionnement continu : il est simple et économique, et le sujet ne fait état ni de démarrages fréquents ni d'un besoin de régler la vitesse. Ce choix suppose que le réseau supporte le courant d'appel au démarrage. Le schéma confirme le principe retenu par la présence d'un seul contacteur de puissance, KM1.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le fonctionnement continu et l'absence de besoin de variation de vitesse justifient un démarrage direct, si le réseau accepte le courant d'appel.

Question E4. Préciser le nom de l'appareil DJM1 et ses différentes fonctions dans le circuit d'alimentation du moteur.

DJM1 est un disjoncteur moteur tripolaire. Le schéma indique un réglage de 44 A pour le moteur de 22 kW. Cet appareil protège le circuit et le moteur contre les défauts de surintensité, et permet la coupure manuelle de l'alimentation.

- Son déclencheur thermique protège contre les surcharges.
- Son déclencheur magnétique protège contre les courts-circuits.
- Il assure également le sectionnement et la commande manuelle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> DJM1 est un disjoncteur moteur : protection thermique contre les surcharges, magnétique contre les courts-circuits, et coupure manuelle.

Question E5. À l'aide de la documentation Siemens de l'annexe 9, choisir et justifier la référence susceptible de convenir à l'appareil DJM1.

Le schéma indique un moteur de 22 kW et un réglage de protection de 44 A. Dans l'annexe Siemens, la ligne correspondant à 22 kW donne un disjoncteur de référence 3RV1042-4KA10, pour un courant assigné de 45 A. Cette référence convient au moteur ; le réglage thermique est ajusté au courant indiqué sur le schéma, soit 44 A. Le choix associe ainsi le calibre du disjoncteur à la puissance et au courant du moteur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> DJM1 : Siemens 3RV1042-4KA10, courant assigné 45 A, réglage à 44 A.

Question E6. Donner le nom et la fonction de l'appareil repéré KM1.

KM1 est un contacteur de puissance tripolaire, placé entre le disjoncteur moteur DJM1 et le moteur. Ses trois contacts principaux établissent ou interrompent les trois phases. Il commande ainsi à distance la mise en marche et l'arrêt du moteur. La protection contre les surcharges et les courts-circuits est assurée par DJM1, et non par le contacteur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> KM1 est le contacteur tripolaire qui commande à distance l'alimentation du moteur.

Question E7. À l’aide de la documentation Siemens de l’annexe 9, choisir et justifier la référence susceptible de convenir à l’appareil KM1.

Le moteur est triphasé, de puissance 22 kW, alimenté sous 400 V, dans la plage réseau de 380 à 480 V du tableau Siemens. À la ligne 22 kW, l’annexe indique le contacteur de type 3RT1036-... pour un courant assigné de 45 A. Cette série convient à KM1. Le tableau donne le type avec suffixe incomplet ; le suffixe final dépend de la tension de bobine choisie pour le circuit de commande.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> KM1 : contacteur Siemens type 3RT1036-..., adapté à 22 kW sous 380 à 480 V ; suffixe à choisir selon la tension de bobine.

8. Étalonnage d’un déversoir et choix d’un canal Venturi

Les eaux traitées sont rejetées dans un canal rectangulaire et leur débit est mesuré par un déversoir triangulaire, pour une capacité maximale de station de 250 m3 par jour. Les relevés hauteur-débit et la documentation constructeur servent à vérifier l’étalonnage, déterminer la hauteur maximale et sélectionner un canal Venturi de remplacement.

Question H1. Donner le but de l’étalonnage d’un déversoir.

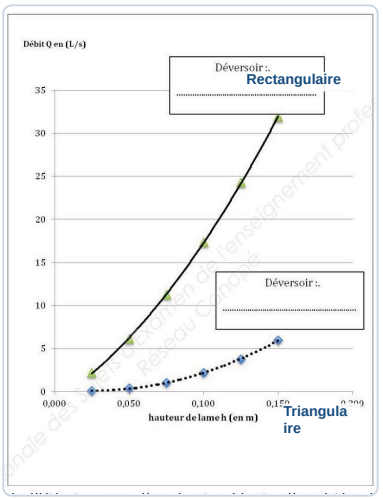
L’étalonnage établit la correspondance entre la hauteur de lame mesurée et le débit réel. On confronte les débits calculés à partir de la relation théorique du déversoir aux débits mesurés indépendamment, puis on vérifie leur concordance. Il permet de valider la mesure du débit de rejet et de s’assurer que les données utilisées pour surveiller l’installation sont fiables.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vérifier la relation entre la hauteur de lame et le débit réel.

Question H2. À l’aide de l’annexe 10 et du document-réponse 3, identifier et argumenter quelle courbe correspond au déversoir rectangulaire et quelle courbe correspond au déversoir triangulaire.

Sur le document-réponse, la courbe pleine supérieure correspond au déversoir rectangulaire et la courbe pointillée inférieure au déversoir triangulaire. À largeur donnée, le débit rectangulaire varie comme une puissance voisine de $h^{3/2}$, tandis que le débit triangulaire varie comme $h^{5/2}$. La courbe triangulaire est donc moins élevée aux faibles hauteurs, puis son débit augmente plus rapidement avec la hauteur. Les deux étiquettes sont inscrites dans les cadres prévus.

Courbes débit-hauteur identifiées



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Courbe pleine supérieure : rectangulaire. Courbe pointillée inférieure : triangulaire.

Question H3. Justifier le choix d'un déversoir triangulaire plutôt que d'un déversoir rectangulaire.

Le déversoir triangulaire est adapté aux faibles débits, comme ceux de cette station. Sa forme en V rend la hauteur de lame plus sensible aux variations du débit : une faible variation de débit entraîne une variation de hauteur plus facilement mesurable. Il permet donc une mesure plus précise lorsque les débits sont faibles. Le déversoir rectangulaire convient davantage aux débits élevés.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le déversoir triangulaire est plus sensible et adapté aux faibles débits de la station.

Question H4. À l'aide d'une mesure du tableau, calculer le coefficient de débit C du déversoir et vérifier que la valeur obtenue est compatible avec les valeurs couramment admises, de l'ordre de 0,6.

Avec la mesure $h = 0{,}100$ m et $Q = 2{,}17 \times 10^{-3}$ m^3/s, on isole C dans la formule de Kindsvater :

$$C = \frac{2{,}17 \times 10^{-3}}{\frac{8}{15}\tan(53{,}1^\circ/2)\sqrt{2 \times 9{,}81 \times 0{,}100^5}} \approx 0{,}581.$$

Le coefficient obtenu est proche de 0,6 : il est compatible avec la valeur couramment admise.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $C \approx 0{,}58$, compatible avec la valeur usuelle de 0,6.

Question H5. Déterminer, par un calcul ou par une méthode graphique, la hauteur de lame correspondant à la capacité maximale de la station.

La capacité maximale de 250 m^3/j correspond à un débit moyen de $250/24 = 10{,}42$ m^3/h, soit $250/86400 = 2{,}894 \times 10^{-3}$ m^3/s. En reprenant $C = 0{,}5812$ dans la formule de Kindsvater et en isolant h, on obtient environ $0{,}112$ m. Cette valeur se situe entre les relevés du tableau pour 0,100 m et 0,125 m.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour une capacité de 250 m^3/j, la hauteur de lame est d'environ 0,112 m.

Question H6. À l'aide de la documentation constructeur de l'annexe 10, choisir et justifier la référence du canal Venturi la plus appropriée au débit maximal de rejet de la station.

Le débit moyen correspondant à la capacité de la station est $250/24 = 10{,}42$ m^3/h. Le débit horaire maximal indiqué dans le sujet est de 15 m^3/h. La référence B, limitée à 9 m^3/h, est insuffisante. La référence C accepte jusqu'à 18 m^3/h, avec un débit minimal de 0,83 m^3/h : elle couvre le débit maximal et constitue le plus petit modèle adapté.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Choisir le canal Venturi HYDREKA de référence C : débit maximal 18 m^3/h.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2015)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve BTS Métiers de l'eau, Étude de cas U. 61, session 2015, code MTE6EDC, dure 4 heures et a un coefficient 4. Elle étudie le traitement d'eaux résiduaires d'une usine de cosmétiques par bioréacteur à membranes immergées. Elle évalue l'analyse des eaux, le traitement biologique, la filtration, l'automatisme, la régulation, l'électrotechnique et l'hydraulique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le flux journalier de DBO5 se calcule en multipliant la concentration en g/m3 par le débit en m3/j.
- La charge massique rapporte le flux journalier de DBO5 à la masse de MVS présente dans le bassin.
- La surface latérale d'une fibre creuse vaut hauteur × π × diamètre externe, puis se multiplie par le nombre de fibres.
- Pour convertir un signal linéaire de 4-20 mA associé à -200 à +200 mV, interpoler entre les deux bornes.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les conversions d'unités avant tout calcul de flux, de charge massique ou de débit.
- Comparer les concentrations de rejet aux limites de l'arrêté et vérifier aussi le rendement DCO exigé.
- Respecter les séquences, les durées et les états des organes dans les GRAFCET et les chronogrammes.
- Justifier les choix d'appareils et de canal à partir des caractéristiques et des plages documentées.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le flux journalier de DBO5 à partir des données d'entrée ?

Convertissez la concentration de DBO5 en g/m3, puis multipliez-la par le débit journalier en m3/j. Le résultat est en g/j; divisez par 1000 pour obtenir des kg/j. Pour calculer les EH, divisez le flux en g/j par 60.

Q : Comment déterminer un seuil de courant à partir d'une mesure redox ?

La correspondance entre le courant et le potentiel est linéaire. Interpolez entre 4 mA à -200 mV et 20 mA à +200 mV, puis appliquez la relation aux seuils redox qui commandent les différents modes d'aération.

Q : Comment organiser le temps sur cette épreuve de quatre heures ?

Le sujet conseille deux heures pour l'étude du procédé, une heure quinze pour l'automatisme, la régulation et l'électrotechnique, puis quarante-cinq minutes pour l'hydraulique. Gardez du temps pour vérifier unités, justifications et documents-réponses.

Q : Qu'attend le jury dans les questions de choix d'équipement et de conformité ?

Reliez chaque conclusion à une donnée du sujet ou d'une annexe, explicitez le critère retenu et conservez des unités cohérentes. Pour la conformité, comparez les mesures aux limites applicables et vérifiez le rendement exigé lorsqu'il est indiqué.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsme.fr/assets/annales/bts-me/E6 - Conception des unités de traitement et des réseaux/2015/BTS ME - E6 - Conception des unités de traitement et des réseaux - Session 2015 - 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.