

BTS MÉTIERS DE L'EAU

SOUS ÉPREUVE E31 - Pilotage d'opérations de production, de traitement et de transfert des eaux

SESSION 2022

—
Durée : 4 heures
Coefficient 4
—

SUJET

Matériel

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

Les documents personnels des candidats sont interdits.

DOCUMENTS-RÉPONSES À RENDRE ET À AGRAFER À LA COPIE

Document-réponse N°1 page 8/9

Document-réponse N°2 page 9/9

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

Le dossier technique comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 – Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	EC Page 1/9

ÉNONCÉ DES CONSIGNES

Amélioration de certaines performances d'un système d'assainissement

Suite à la mise en service d'une nouvelle station de traitement des eaux usées (STEU), un audit est réalisé sur le système d'assainissement. L'audit indique deux points majeurs à améliorer : le traitement du sulfure d'hydrogène dans le système de collecte des eaux usées et l'amélioration des performances énergétiques du système de traitement au niveau de l'aération du bassin biologique.

PARTIE 1- TRAITEMENT DU SULFURE D'HYDROGÈNE (H₂S) PRÉSENT DANS LE RÉSEAU D'EAUX USÉES

A- Le système de collecte : des conditions d'anaérobiose

Le **document 1** présente le plan du réseau d'assainissement dans lequel le repère n°5 correspond à un poste de refoulement.

Q.1.1. **Indiquer** par des flèches sur le **document-réponse N°1**, le sens du déplacement de l'effluent dans le réseau au niveau du poste de refoulement n°5.

Si la vitesse instantanée de ces effluents lors du fonctionnement des pompes de refoulement est supérieure à 1,5 m.s⁻¹, le temps de séjour de l'effluent dans le poste de refoulement est insuffisant pour permettre la formation de sulfure d'hydrogène.

Q.1.2. **Calculer**, à l'aide des données du **document-réponse N°1**, la vitesse instantanée de l'effluent dans la canalisation de refoulement lors du fonctionnement de la pompe du poste de refoulement n°5.

Q.1.3. **En déduire** l'existence d'un risque de formation de sulfure d'hydrogène dans le poste de refoulement.

Le marnage du poste de refoulement correspond à la différence entre le niveau haut et le niveau bas des eaux au cours d'un cycle de fonctionnement de la pompe.

Q.1.4. **Proposer** une solution de fonctionnement de la pompe de refoulement permettant de réduire le temps de séjour de l'effluent dans le poste de refoulement et de diminuer ainsi le risque de formation de H₂S.

Q.1.5. **Proposer** une autre solution argumentée pour empêcher la formation de H₂S.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 – Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	EC Page 2/9

De manière à réduire le risque de formation de H_2S , l'exploitant choisit d'injecter du Nutriox SN50[®] dans le réseau. Cette solution a été retenue suite à une discussion avec un agent technico-commercial qui a su convaincre l'exploitant en lui explicitant son mode d'action.

Les propriétés du Nutriox SN50[®] sont présentées dans le **document 2B**.

Q.1.6. En utilisant le graphique du **document 2A**, **donner** une valeur possible du potentiel redox dans ce réseau d'eaux usées avant et après traitement au Nutriox SN50[®] (le pH des eaux usées est de 7,5).

Les vitesses instantanées de l'effluent ont été calculées pour les postes de refoulement présentés sur le **document 1** :

- poste de refoulement ① $\rightarrow v = 1,8 \text{ m.s}^{-1}$

- poste de refoulement ② $\rightarrow v = 2 \text{ m.s}^{-1}$

- poste de refoulement ③ $\rightarrow v = 2 \text{ m.s}^{-1}$

- poste de refoulement ④ $\rightarrow v = 1,2 \text{ m.s}^{-1}$

Q.1.7. Parmi ces 4 postes de refoulement, **identifier** le ou les postes de refoulement où risque de se former le sulfure d'hydrogène dans l'installation.

B- Approvisionnement en Nutriox[®] pour traiter H_2S

D'après les indications du **document 2B** :

Q.1.8. **Calculer** la concentration massique en Nutriox SN50[®] en g.L^{-1} .

Q.1.9. **Vérifier** que le débit volumique de Nutriox SN50[®] à injecter est compris entre 63 et 64 L.j^{-1} .

Q.1.10. **Calculer** le volume de Nutriox SN50[®] nécessaire pour avoir 3 mois de réserve. D'après les tarifs négociés du **document 2B**, **indiquer** le tarif hors taxes (HT) payé pour une tonne de Nutriox SN50[®].

Q.1.11. **Montrer** que le camion de livraison contient bien le volume de Nutriox SN50[®] nécessaire pour avoir 3 mois de réserve.

Le contrat avec la collectivité stipule que « la concentration résiduelle en H_2S mesurée au niveau des postes de refoulement ne doit pas dépasser 5 ppm » (5 mg.L^{-1}).

Q.1.12. À partir de l'extrait de catalogue du **document 2C**, **identifier** un équipement qui permettra de contrôler ce point particulier du contrat avec la collectivité.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 – Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	EC Page 3/9

C- Maintenance du système de collecte

Chaque poste de refoulement ne comporte qu'une seule pompe, ce qui peut poser des problèmes en cas de panne de cette pompe.

Le cahier d'exploitation du réseau indique deux pannes de la pompe du poste de refoulement n°5 au cours de cette année, dues à un encrassement de l'impulseur de la pompe. En vue de limiter les conséquences de ce type de panne, il est décidé d'évaluer la criticité des fonctions du poste de refoulement.

*Le **document-réponse N°2** présente l'analyse des fonctions sensibles du système d'assainissement*

Q.1.13. À l'aide du **document 3** qui présente l'analyse des risques et défaillances, **compléter** la colonne correspondant au poste de refoulement du **document-réponse N°2**.

À partir de la cotation calculée, **déterminer** si le poste de refoulement est un équipement critique.

*Il a été décidé d'ajouter une pompe de secours à ce poste de refoulement. Un fournisseur a envoyé un devis pour une pompe Flygt N3171. Les spécifications techniques de cette pompe sont décrites dans le **document 4**.*

Q.1.14. À l'aide du **document 4**, **relever** la hauteur manométrique totale, le rendement de la pompe et la puissance absorbée de la pompe en cours de fonctionnement.

À l'aide du **document 5**, présentant les caractéristiques et pertes de charges du poste de refoulement, **montrer** que cette pompe convient pour l'usage voulu dans le poste de refoulement.

*Dans le cadre de ses obligations contractuelles, l'exploitant doit effectuer un curage annuel du réseau. Le **document 6** présente les caractéristiques du système de collecte.*

Q.1.15. D'après ce contrat, **calculer** en km le linéaire total à curer chaque année puis **en déduire** le volume annuel de sous-produits à éliminer par curage.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 – Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	EC Page 4/9

PARTIE 2- PERFORMANCE DU SYSTÈME DE TRAITEMENT

A- Performances de la déphosphatation

Le **document 7** présente le synoptique du bassin biologique.

Q.2.1. À partir du **document 7**, **identifier** les zones impliquées dans la déphosphatation biologique. **Argumenter** en décrivant succinctement les mécanismes biologiques mis en œuvre dans ces zones. **Préciser** le rôle des équipements suivants pour la déphosphatation biologique :

- ✓ O₂-BIO-XT-01 ;
- ✓ Rampes d'aération.

Le **document 8** présente des extraits d'un arrêté préfectoral de rejet.

Q.2.2. **Relever** dans cet arrêté la concentration maximale en phosphore sur 24 h à respecter.

Le graphique du **document 9** montre l'impact de l'injection de Nutriox SN50[®] dans le réseau de collecte sur la concentration en phosphore dans le rejet de STEU.

Q.2.3. **Analyser** ce graphique issu du cahier d'exploitation pour **déterminer** si le nombre de dépassements est conforme à la réglementation et **conclure**.

Avant injection du Nutriox SN50[®], le bassin d'anaérobiose présentait une valeur de potentiel redox de -0,22V. Depuis l'injection du réactif, on a constaté que le potentiel redox dans ce même bassin était proche de +0,05V (avec pH = 7,5).

Q.2.4. **Proposer**, à l'aide des **documents 2A** et **2B**, une cause probable limitant les performances d'élimination du phosphore par voie biologique.

La déphosphatation biologique est complétée par une déphosphatation physico-chimique par ajout de chlorure ferrique (FeCl₃).

Le débit de FeCl₃ présenté sur le **document 10** doit être fixé à 11,7 L.h⁻¹ pour permettre un traitement optimal du phosphore par voie physico-chimique.

Q.2.5. **Calculer** le paramètre variable K puis **en déduire** les temps de marche et d'arrêt en minutes pour respecter ce débit, pour une heure de fonctionnement.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 – Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	EC Page 5/9

B- Amélioration des performances énergétiques de la station d'épuration

La STEU étudiée a été mise en eau en juin 2018. L'aération est régulée en fonction de la concentration en oxygène dissous mais la régulation de l'aération en fonction du potentiel redox est possible aussi. Cette fonctionnalité n'a pas encore été testée. En février 2019, il a donc été demandé à son exploitant de s'intéresser à la problématique suivante : la régulation de l'aération en fonction du potentiel redox permet-elle d'améliorer les deux critères de performances « consommation énergétique » et « coût de fonctionnement de la station » tout en restant conforme au niveau des rejets ? Si oui, quel objectif d'économies annuelles peut-on en espérer ?

Q.2.6. À partir du synoptique du bassin biologique, **identifier** les équipements électriques servant à produire de l'air pour le bassin biologique

La fiche technique des surpresseurs employés, pour deux régimes de fonctionnement différents est présentée **document 11**. Entre ces deux régimes de fonctionnement, la puissance électrique absorbée par un surpresseur (notée « Electric. unit power ») en fonction de la fréquence électrique en Hz suit une loi affine. Les surpresseurs sont alimentés par un variateur de vitesse fournissant une fréquence électrique moyenne de 33 Hz.

Q.2.7. **Montrer** par le calcul que la puissance électrique absorbée par un surpresseur pour une fréquence électrique de 33 Hz, est de 30,5 kW.

Le **document 12** présente le bilan d'exploitation des principaux équipements électriques du bassin biologique pour le mois de janvier 2019.

Q.2.8. **Relever** le temps de fonctionnement des surpresseurs au cours de ce mois.

Q.2.9. **Calculer** alors l'énergie consommée par les deux surpresseurs.

La STEU a souscrit à un contrat de fourniture énergétique de type « tarif jaune option base Moyenne Utilisation » comprenant quatre prix différents du kWh :

Tarifs		Prix du kWh en Euros
été	heures pleines	0.057
	heures creuses	0.043
hiver	heures pleines	0.078
	heures creuses	0.055

La saison d'été s'étend d'avril à octobre, et la saison d'hiver de novembre à mars.

Toute l'année, les heures creuses s'étendent de minuit à 8h, soit 8h par jour. Sur une journée, les surpresseurs seront donc supposés fonctionner 1/3 du temps en heures creuses.

Le temps de fonctionnement moyen mensuel sera supposé être identique à celui du mois de janvier 2019.

Q.2.10. **Montrer** que le coût de la consommation électrique des surpresseurs pour le mois de janvier 2019, est de 403,85 euros.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 – Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	EC Page 6/9

Le coût de la consommation électrique annuelle des surpresseurs est de 4050 euros.

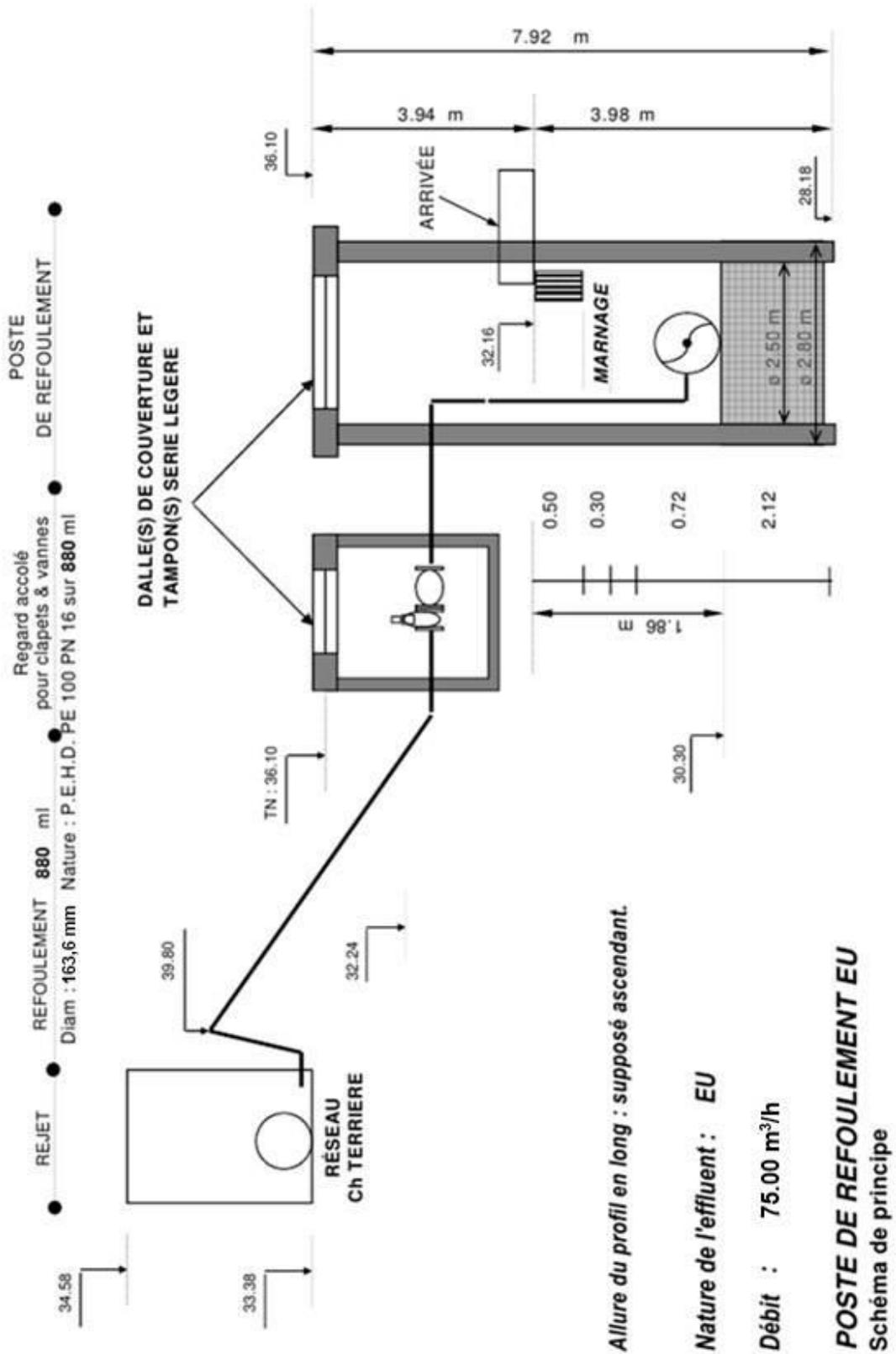
Après les essais d'amélioration de la régulation de l'aération, les paramètres finalement retenus conduisent à un temps moyen de fonctionnement de chaque surpresseur de 2,5 heures par jour.

Q.2.11. **Calculer**, en euros, le nouveau coût de la consommation électrique des surpresseurs. **En déduire** l'objectif d'économies annuelles que la station peut escompter en validant ce mode de régulation de l'aération.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 – Pilotage d’opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	EC Page 7/9

Document-réponse N°1 (à rendre avec la copie et à agraffer) - Schéma du poste de refoulement ⑤

Source : Suez Eau France®



BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 – Pilotage d’opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	EC Page 8/9

Document-réponse N°2 (à rendre avec la copie et à agraffer) - Analyse des fonctions sensibles du système d'assainissement (par ordre de criticité des fonctions)

Équipement	Poste de refoulement	Bassin tampon	Canalisation siphon vers puits à boues	Bassin d'aération
Nature de la panne		Défaut dégrilleur	Bouchages	isolement d'un bassin lors d'une opération de maintenance
Équipement Nombre installé		1	2	2
Équipement secours installé		0	0	0
Moyen de détection	Télesurveillance	Télesurveillance	Télesurveillance	Aucun
Impact		Plus de dégrillage, risque de bouchage de pompes et de déversements dans le milieu naturel	Plus de recirculation des boues	Manipulation dangereuse pour l'isolement d'un bassin et risque de rupture des rails de maintien des batardeaux
Conséquences impact	Rejet vers le milieu naturel, risque formation H ₂ S	Impact sur la qualité de traitement avec risque de non-conformité	Impact sur la qualité du traitement avec risque de non-conformité	Impact sur la maîtrise du processus sans risque de non-conformité
Fréquence F		4	2	3
Gravité G		3	5	5
Maîtrise M	3	2	3	3
Cotation		24	27	45