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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro PCEPC, veuillez visiter :
bacpropcepc.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS

SESSION 2026

ÉPREUVE E2 : ÉTUDE D'UN PROCÉDÉ

Coefficient : 4 Durée : 4 heures

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : Étude du procédé et bilan des débits (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Diagnostic et préparation d'une intervention (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Rinçage, contrôle et remise en production (6 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1, DT 2)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1) : À RENDRE AVEC LA COPIE	Fin de sujet

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

LES DOCUMENTS RÉPONSES SITUÉS EN FIN DE DOSSIER SONT À COMPLÉTER ET À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CONSIGNES GÉNÉRALES DE L'ÉPREUVE : SOCIÉTÉ DES EAUX DU VAL D'ORME, UNITÉ DE TRAITEMENT D'EAU INDUSTRIELLE, ALBI (TARN)

La Société des Eaux du Val d'Orme produit de l'eau déminéralisée destinée à une unité de fabrication de papier-carton. L'eau est prétraitée par filtration, puis envoyée vers une unité d'osmose inverse. À la suite du remplacement d'une cartouche filtrante, l'installation doit être contrôlée avant sa remise en production.

Vous étudiez le procédé, exploitez les mesures disponibles et proposez les vérifications nécessaires à une remise en service maîtrisée. Les questions portent sur l'étude du procédé et sur des opérations de diagnostic et de maintenance liées à son fonctionnement. Toutes les données nécessaires sont fournies dans le sujet et les documents techniques.

Les réponses doivent être justifiées par des calculs, des unités et des arguments techniques lorsque cela est demandé. Les résultats numériques seront arrondis à deux chiffres significatifs si nécessaire.

PARTIE 1 : Étude du procédé et bilan des débits (7 points)

Comprendre le fonctionnement de l'unité d'osmose inverse et exploiter les données de production

On étudie le traitement d'eau décrit dans le document DT 1. En régime nominal, le débit d'alimentation de l'osmoseur est de $20,0\ \mathrm{m^3 \cdot h^{-1}}$. L'installation fournit un perméat et un concentrat. Le taux de conversion est défini par $R = \frac{Q_p}{Q_a} \times 100$, où Q_p est le débit de perméat et Q_a le débit d'alimentation.

La conductivité est utilisée comme indicateur de la teneur en sels dissous. Le taux de réduction de conductivité est défini par $T = \frac{C_a - C_p}{C_a} \times 100$, où C_a est la conductivité de l'eau d'alimentation et C_p celle du perméat.

Données nominales de l'unité d'osmose inverse

Grandeur	Symbole	Valeur
Débit d'alimentation	Qa	20,0 m³·h⁻¹
Débit de perméat	Qp	15,0 m³·h⁻¹
Conductivité de l'eau d'alimentation	Ca	1 200 µS·cm⁻¹
Conductivité du perméat	Cp	35 µS·cm⁻¹

Valeurs de fonctionnement relevées sur l'installation

1.1 (1,5 point) À partir du DT 1, indiquer l'ordre des quatre opérations principales traversées par l'eau depuis son arrivée dans l'unité jusqu'à la production du perméat.

1.2 (2 points) Calculer le taux de conversion de l'osmoseur en régime nominal. Présenter la formule utilisée et le résultat en pourcentage.

1.3 (1,5 point) En régime nominal, le bilan volumique est $Q_a = Q_p + Q_c$, où Q_c est le débit de concentrat. Calculer Q_c en $\mathrm{m^3 \cdot h^{-1}}$.

1.4 (2 points) Calculer le taux de réduction de conductivité entre l'eau d'alimentation et le perméat. Indiquer si la valeur obtenue respecte le critère de production fixé à au moins $95\ \%$.

PARTIE 2 : Diagnostic et préparation d'une intervention (7 points)

Analyser les mesures et définir les vérifications de maintenance préalables à la remise en service

Après remplacement de la cartouche filtrante, l'installation est maintenue à l'arrêt pour contrôle. Le document DT 2 donne les mesures relevées avant l'intervention et les seuils de décision applicables. La perte de charge du filtre est définie par $\Delta P = P_{\mathrm{amont}} - P_{\mathrm{aval}}$. Une perte de charge supérieure au seuil indiqué nécessite un contrôle du filtre et de son montage.

Pour toute intervention sur le filtre, l'équipement doit être mis à l'arrêt, isolé des alimentations hydrauliques, dépressurisé et identifié avant ouverture. Les organes d'isolement doivent être vérifiés en position fermée.

Mesures avant intervention et seuils de contrôle

Point de mesure ou critère	Valeur relevée	Seuil ou condition attendue
Pression en amont du filtre	3,2 bar	À comparer à la pression aval
Pression en aval du filtre	2,6 bar	À comparer à la pression amont
Perte de charge maximale du filtre	Non applicable	0,50 bar
Débit nominal d'alimentation de l'osmoseur	20,0 m³·h⁻¹	Valeur de référence
État de l'installation avant ouverture du filtre	À l'arrêt	Isolée, dépressurisée et identifiée

Extrait des relevés de conduite et des consignes de l'installation

2.1 (1,5 point) Calculer la perte de charge du filtre à partir des pressions mesurées et comparer le résultat au seuil maximal indiqué dans le DT 2.

2.2 (1,5 point) À partir du résultat précédent, conclure sur la conformité de la perte de charge et indiquer si un contrôle du filtre et de son montage est nécessaire avant la remise en service.

2.3 (1,5 point) Donner deux causes possibles d'une perte de charge excessive au niveau d'un filtre à cartouche, en lien avec son état ou son montage.

2.4 (2,5 points) Indiquer, dans l'ordre, cinq actions de mise en sécurité à réaliser avant d'ouvrir le porte-filtre. La réponse doit notamment préciser l'arrêt, l'isolement hydraulique, la dépressurisation et l'identification de l'équipement.

PARTIE 3 : Rinçage, contrôle et remise en production (6 points)

Exploiter les résultats après intervention et décider de la conduite à tenir

Le filtre a été contrôlé et remis en place. Avant la reprise de la production, l'installation est rincée. Le volume d'eau de rinçage prévu est de $2,4\ \mathrm{m^3}$ et le débit de rinçage est maintenu à $12,0\ \mathrm{m^3 \cdot h^{-1}}$. La durée de rinçage est calculée avec $t = \frac{V}{Q}$.

Après rinçage, la remise en production est autorisée si le débit de perméat est compris entre $14,5$ et $15,5\ \mathrm{m^3 \cdot h^{-1}}$, si sa conductivité est inférieure ou égale à $50\ \mu\mathrm{S \cdot cm^{-1}}$, et si la perte de charge du filtre est inférieure ou égale à $0,25\ \mathrm{bar}$.

Résultats des contrôles après intervention

Grandeur contrôlée	Résultat mesuré	Critère de remise en production
Débit de perméat	15,0 m³·h⁻¹	14,5 à 15,5 m³·h⁻¹
Conductivité du perméat	42 µS·cm⁻¹	≤ 50 µS·cm⁻¹
Perte de charge du filtre	0,18 bar	≤ 0,25 bar

Mesures obtenues à l'issue du rinçage

3.1 (1,5 point) Calculer la durée nécessaire pour réaliser le rinçage prévu. Donner le résultat en heures puis en minutes.

3.2 (2,5 points) Comparer les trois résultats de contrôle après intervention aux critères de remise en production. Présenter une conclusion argumentée sur l'autorisation de reprendre la production.

3.3 (2 points) Lors d'un contrôle ultérieur, la conductivité du perméat atteint $68\ \mu\mathrm{S \cdot cm^{-1}}$, alors que les deux autres critères restent conformes. Indiquer la conduite immédiate à tenir concernant le perméat et proposer deux vérifications techniques à effectuer avant d'autoriser de nouveau la production.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA FONCTIONNEL ET DONNÉES DE PRODUCTION DE L'UNITÉ D'OSMOSE INVERSE

L'eau brute est acheminée vers un filtre à cartouche, puis vers une pompe haute pression qui alimente les membranes d'osmose inverse. Les membranes séparent l'alimentation en perméat et en concentrat. En régime nominal, les débits et conductivités indiqués dans le tableau de la partie 1 sont les valeurs de référence.

Le bilan volumique de l'osmoseur s'écrit $Q_a = Q_p + Q_c$. Le taux de conversion s'écrit $R = \frac{Q_p}{Q_a} \times 100$. Le taux de réduction de conductivité s'écrit $T = \frac{C_a - C_p}{C_a} \times 100$.

Repérage des équipements et des flux

Repère	Équipement ou flux	Fonction
E1	Filtre à cartouche	Retenir les particules en suspension en amont de la pompe
E2	Pompe haute pression	Fournir la pression nécessaire à l'alimentation des membranes
E3	Membranes d'osmose inverse	Séparer l'eau traitée sous forme de perméat et le concentrat
Qa	Alimentation de l'osmoseur	Débit entrant dans les membranes
Qp	Perméat	Débit d'eau traitée produit
Qc	Concentrat	Débit rejeté par les membranes

Schéma fonctionnel simplifié de l'installation

DT 2 : CONSIGNES DE CONTRÔLE DU FILTRE ET DE REMISE EN SERVICE

La perte de charge du filtre est calculée par différence entre la pression mesurée en amont et celle mesurée en aval : $\Delta P = P_{\text{amont}} - P_{\text{aval}}$. En fonctionnement, la perte de charge maximale avant contrôle est de $0,50\ \text{bar}$. Après intervention et rinçage, elle doit être inférieure ou égale à $0,25\ \text{bar}$.

Avant toute ouverture du porte-filtre : arrêter l'installation, fermer et vérifier les organes d'isolement hydrauliques, dépressuriser le tronçon, vérifier l'absence de pression et identifier l'équipement pour signaler l'intervention. Ne pas ouvrir un équipement sous pression.

La reprise de production exige simultanément un débit de perméat compris entre $14,5$ et $15,5\ \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, une conductivité du perméat inférieure ou égale à $50\ \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ et une perte de charge du filtre inférieure ou égale à $0,25\ \text{bar}$. Si la conductivité dépasse le critère, le perméat ne doit pas être envoyé vers l'utilisation industrielle ; poursuivre le contrôle et rechercher la cause avant autorisation de reprise.

Critères de décision

Contrôle	Valeur ou condition de décision
Perte de charge maximale avant contrôle du filtre	0,50 bar
Perte de charge maximale après intervention	0,25 bar
Débit de perméat autorisé	14,5 à 15,5 $m^3 \cdot h^{-1}$
Conductivité maximale du perméat	50 $\mu S \cdot cm^{-1}$
Conduite si la conductivité est supérieure au critère	Ne pas envoyer le perméat vers l'utilisation industrielle

Valeurs à appliquer pour le diagnostic et la remise en service

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Questions 1.2, 1.3, 1.4 et 3.2 | **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases indiquées par « ... ». Les calculs détaillés et les justifications doivent également apparaître sur la copie.

Tableau de résultats

Question	Grandeur recherchée	Calcul ou résultat	Conclusion
1.2	Taux de conversion R	.....	.....
1.3	Débit de concentrat Qc	.....	.....
1.4	Taux de réduction de conductivité T	.....	.....
3.2	Conformité des contrôles après intervention	.....	.....

À compléter par le candidat

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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.