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 : ÉPREUVE TECHNOLOGIQUE : 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 : Analyse fonctionnelle et exigences de rejet (4 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Étude technologique et calculs de dimensionnement (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Préparation de la production et conduite opératoire (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : Prévention et sécurité au poste (4 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1, DT 2, DT 3)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1, DR 2) : 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 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.
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 CAHIER DES CHARGES : PAPETERIES DES RIVES, UNITÉ DE PRODUCTION DE VAL-DE-REUIL (EURE)

Les Papeteries des Rives fabriquent des papiers d'emballage. Vous intervenez comme opérateur de procédés au poste de traitement des eaux industrielles. L'effluent de l'atelier de préparation des pâtes est traité par coagulation-floculation, décantation puis déshydratation des boues.

À la suite d'un contrôle de routine, le responsable de production vous demande de vérifier le fonctionnement de la ligne de clarification et de préparer le prochain poste de traitement. Le débit nominal à traiter est de 18 m³/h pendant 8 h par jour. La concentration en matières en suspension à l'entrée est de 420 mg/L. La valeur contractuelle maximale au point de rejet est de 30 mg/L. Le dossier de travail et les documents techniques DT 1 à DT 3 fournissent les données nécessaires.

Les réponses sont à rédiger sur les documents réponses DR 1 et DR 2 et, si nécessaire, sur la copie. Les résultats numériques seront accompagnés de leurs unités et d'un raisonnement lisible. Les arrondis sont précisés dans les questions.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exigences de rejet (4 points)

Comprendre la ligne de traitement et interpréter les résultats

À l'aide du schéma de la ligne de traitement du DT 1 et des données de contrôle du DT 2, analysez la fonction des principaux équipements et vérifiez la qualité de l'effluent clarifié.

Extrait du contrôle journalier de l'effluent

Paramètre	Résultat mesuré	Valeur contractuelle maximale
Matières en suspension	24 mg/L	30 mg/L
pH	7,2	6,0 à 9,0

Mesures réalisées au point de rejet après clarification.

1.1 (1,5 point) À partir du DT 1, indiquez la fonction du bac de coagulation-floculation et celle du décanteur. Précisez ce que devient la phase solide séparée dans le décanteur.

1.2 (1,5 point) La concentration en matières en suspension passe de 420 mg/L à l'entrée à 24 mg/L au point de rejet. Calculez le rendement d'abattement des matières en suspension, en pourcentage, arrondi à 0,1 %. Utilisez la relation $\eta = \frac{C_e - C_s}{C_e} \times 100$.

1.3 (1 point) À l'aide du tableau ci-dessus, concluez sur la conformité de l'effluent pour les deux paramètres contrôlés. Justifiez chaque conclusion par la comparaison entre le résultat mesuré et l'exigence correspondante.

PARTIE 2 : Étude technologique et calculs de dimensionnement (7 points)

Exploiter les données de débit, de dosage et de décantation

Le poste fonctionne au débit nominal indiqué dans la mise en situation. Pour les calculs, considérez que l'effluent est traité pendant 8 h par jour. Le dosage de coagulant indiqué au DT 2 est exprimé en masse de produit actif par volume d'effluent. Présentez les calculs et les unités sur le DR 1.

Données de calcul de la ligne

Grandeur	Valeur	Unité
Débit d'effluent	18	m³/h
Durée de fonctionnement	8	h/j
Dosage de coagulant actif	85	g/m³
Fraction massique de produit actif dans la solution commerciale	12	%
Masse volumique de la solution commerciale	1,10	kg/L
Charge hydraulique superficielle maximale retenue pour le décanteur	1,20	m³/(m²·h)
Diamètre intérieur du décanteur installé	4,50	m

Données issues des consignes d'exploitation et des fiches techniques du site.

2.1 (1 point) Calculez le volume d'effluent traité en une journée. Utilisez $V = Q \times t$. Exprimez le résultat en m³/j.

2.2 (2 points) Calculez la masse journalière de coagulant actif nécessaire, puis la masse et le volume de solution commerciale à préparer. La fraction massique en produit actif est de 12 % et la masse volumique de la solution est de 1,10 kg/L. Arrondissez le volume de solution au litre. Utilisez $m_{actif} = d \times V$, $m_{solution} = \frac{m_{actif}}{w}$ et $V_{solution} = \frac{m_{solution}}{\rho}$.

2.3 (2 points) Déterminez la surface minimale de décantation nécessaire au débit nominal avec la charge hydraulique superficielle maximale retenue. Calculez ensuite la surface disponible du décanteur de diamètre intérieur 4,50 m, puis concluez sur son adéquation. Utilisez $S_{min} = \frac{Q}{q_s}$ et $S_{disponible} = \frac{\pi D^2}{4}$. Arrondissez les surfaces à 0,1 m².

2.4 (2 points) À partir des concentrations d'entrée et de sortie et du volume journalier calculé en 2.1, calculez la masse journalière de matières en suspension retirée de l'effluent. Exprimez le résultat en kg/j. Utilisez $m = (C_e - C_s) \times V$, en tenant compte de la conversion des unités entre mg/L et kg/m³.

PARTIE 3 : Préparation de la production et conduite opératoire (5 points)

Préparer la déshydratation des boues et formaliser les contrôles

Les boues séparées sont envoyées vers un filtre-presse. Pour l'estimation journalière, la masse de matières en suspension retirée calculée en 2.4 est la seule contribution prise en compte dans la matière sèche des boues. Le DT 3 indique le taux de capture, la siccité du gâteau et les caractéristiques du filtre-presse. Complétez le DR 2.

Données de préparation du filtre-presse

Donnée	Valeur
Taux de capture des matières en suspension	90 %
Siccité du gâteau de filtration	25 %
Nombre de chambres	8
Volume utile par chambre	0,080 m³
Nombre de cycles disponibles par jour	3
Masse volumique apparente du gâteau	1 050 kg/m³

Valeurs utilisées pour le calcul de capacité journalière.

3.1 (2 points) Calculez la masse journalière de matière sèche capturée, puis la masse de gâteau humide produite pour une siccité de 25 %. Utilisez $m_{MS,capturée} = 0,90 \times m_{MS,retirée}$ et $m_{gâteau} = \frac{m_{MS,capturée}}{0,25}$. Arrondissez à 0,1 kg/j.

3.2 (1,5 point) Calculez le volume journalier de gâteau humide à partir de sa masse volumique apparente. Calculez la capacité volumique journalière du filtre-presse, puis indiquez si elle est suffisante. Utilisez $V_{gâteau} = \frac{m_{gâteau}}{\rho_{gâteau}}$ et $V_{capacité} = N_{chambres} \times V_{chambre} \times N_{cycles}$.

3.3 (1,5 point) Complétez sur le DR 2 les contrôles à réaliser avant le démarrage et les consignes de conduite associées. Pour chaque étape, indiquez un contrôle observable et la conséquence attendue en cas d'anomalie.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité au poste (4 points)

Repérer les risques et appliquer les mesures de prévention

La préparation de la solution de coagulant et la conduite du filtre-presse exposent les opérateurs à des risques chimiques, mécaniques et liés aux sols humides. Les consignes de prévention applicables sur le site sont regroupées dans le DT 3. Complétez le tableau de prévention du DR 2 en vous appuyant sur ces consignes.

Situations de travail à analyser

Situation	Danger principal
Préparation et transfert de la solution de coagulant	Projection de produit et contact avec la peau ou les yeux
Ouverture ou intervention sur le filtre-presse	Mouvement mécanique et énergie résiduelle
Circulation autour des équipements	Sol humide et risque de glissade

Consignes de prévention et caractéristiques des produits : voir DT 3.

4.1 (2 points) Pour chacune des trois situations du tableau, proposez une mesure de prévention collective ou organisationnelle et un équipement de protection individuelle adapté. Reportez vos réponses sur le DR 2.

4.2 (1 point) Un flexible de transfert fuit pendant la préparation de la solution. Indiquez les premières actions à réaliser dans l'ordre, depuis la sécurisation de la zone jusqu'à l'alerte et au traitement de l'incident, en vous référant aux consignes du DT 3.

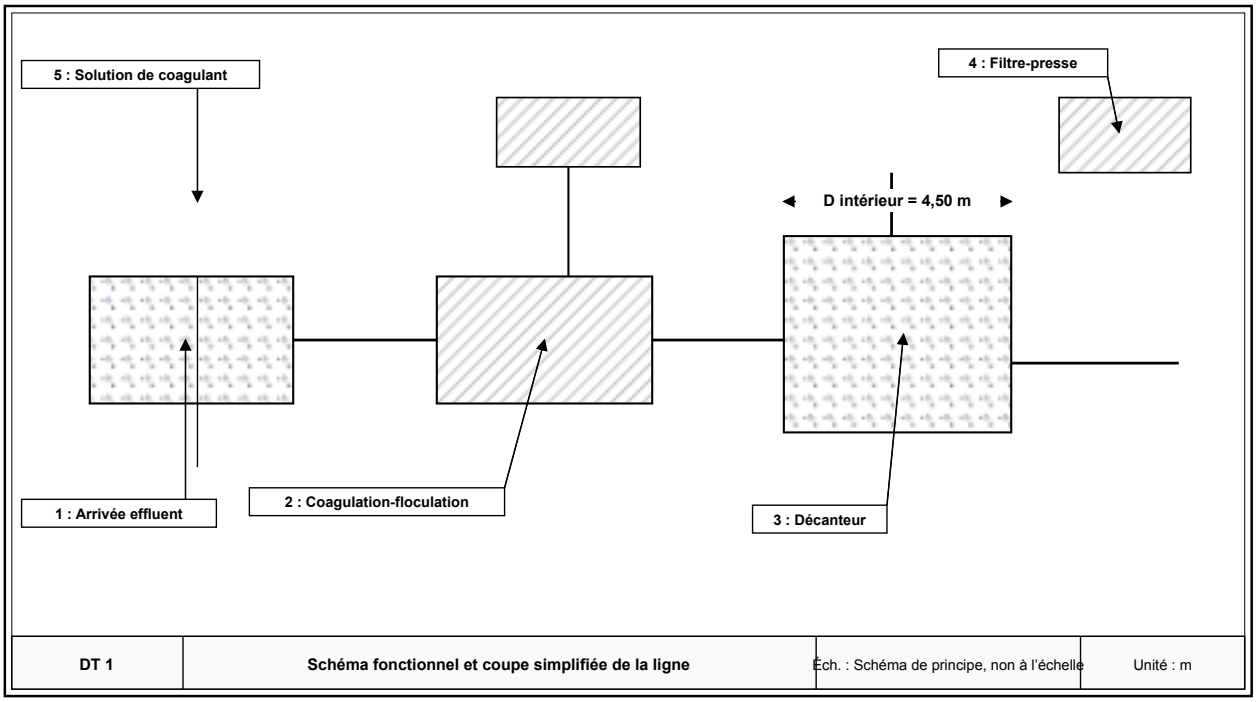
4.3 (1 point) Avant toute intervention nécessitant l'ouverture du filtre-presse, indiquez la vérification indispensable concernant les énergies et l'état de l'équipement, ainsi que la personne ou la fonction à prévenir selon les consignes du site.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA LIGNE DE CLARIFICATION

Le schéma représente le sens de circulation de l'effluent et des boues. Le bac de coagulation-floculation assure le mélange du réactif et la formation de flocs. Le décanteur sépare les flocs de l'eau clarifiée sous l'effet de la gravité. Les boues décantées sont dirigées vers le filtre-presse. Le diamètre intérieur indiqué correspond à la zone utile de décantation.



DT 1	Schéma fonctionnel et coupe simplifiée de la ligne	Éch. : Schéma de principe, non à l'échelle	Unité : m

DT 2 : DONNÉES DE PROCÉDÉ ET EXIGENCES D'EXPLOITATION

Les valeurs ci-dessous sont les données retenues pour cette étude. La limite de rejet est une exigence contractuelle du site, applicable au point de prélèvement indiqué dans le schéma d'exploitation. Elle ne constitue pas une valeur générale applicable à toute installation.

Données d'exploitation, spécifications et exigences

Élément	Donnée ou exigence	Commentaire
Débit nominal	18 m³/h	Débit constant pendant le traitement
Temps journalier de fonctionnement	8 h/j	Un poste de traitement par jour
Matières en suspension à l'entrée	420 mg/L	Moyenne de l'effluent brut pour la période étudiée
Dosage de coagulant actif	85 g/m³	Masse de produit actif par m³ d'effluent
Charge hydraulique superficielle maximale	1,20 m³/(m²·h)	Valeur de dimensionnement retenue par le site
Décanteur	Diamètre intérieur 4,50 m	Zone circulaire utile
Matières en suspension au rejet	30 mg/L maximum	Valeur contractuelle au point de rejet
pH au rejet	De 6,0 à 9,0	Plage contractuelle au point de rejet
Contrôle journalier fourni	MES : 24 mg/L ; pH : 7,2	Prélèvement après clarification

Valeurs communiquées par le responsable de l'unité.

DT 3 : FICHES D'EXPLOITATION, FILTRE-PRESSE ET PRÉVENTION

La solution commerciale de coagulant utilisée sur le site contient 12 % en masse de produit actif. Sa masse volumique est de 1,10 kg/L. Le dosage de 85 g/m³ est exprimé en masse de produit actif.

Le filtre-presse comprend 8 chambres de volume utile unitaire 0,080 m³. Trois cycles de filtration sont disponibles par jour. La masse volumique apparente du gâteau déshydraté est estimée à 1 050 kg/m³. La capture des matières en suspension est évaluée à 90 % et la siccité du gâteau est de 25 %.

Consignes de prévention du site : porter les équipements de protection indiqués sur la fiche de poste lors de la manipulation du coagulant ; utiliser la zone de préparation équipée d'une rétention et d'un dispositif de rinçage oculaire ; vérifier l'intégrité des flexibles et des raccords avant transfert ; baliser immédiatement toute zone souillée ou humide ; ne jamais neutraliser ni nettoyer un déversement sans appliquer la procédure locale et prévenir le responsable de poste. Toute intervention sur le filtre-presse impose l'arrêt de l'équipement, l'isolement des alimentations en énergie et la vérification de l'absence d'énergie résiduelle par une personne habilitée. En cas de fuite, arrêter le transfert si cela peut être fait sans exposition, éloigner les personnes, baliser la zone, prévenir le responsable de poste et appliquer la procédure de déversement du site.

La préparation et les interventions sont réalisées conformément aux consignes de sécurité de l'établissement et aux obligations générales de prévention du Code du travail. Les fiches de données de sécurité et les procédures du site sont consultées avant toute manipulation ou intervention.

Caractéristiques du produit et des équipements

Élément	Caractéristique
Solution commerciale de coagulant	Fraction massique active : 12 %
Masse volumique de la solution	1,10 kg/L
Taux de capture des matières en suspension	90 %
Siccité du gâteau de filtration	25 %
Filtre-presse	8 chambres de 0,080 m³ chacune
Cycles disponibles	3 cycles par jour
Masse volumique apparente du gâteau	1 050 kg/m³
Prévention chimique	Rétention, rinçage oculaire, contrôle des flexibles, équipements de protection adaptés
Intervention sur filtre-presse	Arrêt, isolement des énergies, vérification de l'absence d'énergie résiduelle par une personne habilitée

Données à utiliser pour les calculs et la préparation du poste.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : calculs des parties 2 et 3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les cases prévues. Indiquez les relations utilisées, les applications numériques, les unités et les conclusions demandées. Les résultats sans unité ne sont pas considérés comme pleinement justifiés.

Feuille de calcul de procédé

Question	Grandeur recherchée	Relation et application numérique	Résultat avec unité
2.1	Volume journalier traité	.....	.....
2.2	Masse journalière de produit actif	.....	.....
2.2	Masse et volume de solution commerciale	.....	.....
2.3	Surface minimale de décantation	.....	.....
2.3	Surface disponible et conclusion	.....	.....
2.4	Masse journalière de MES retirée	.....	.....
3.1	Masse de matière sèche capturée	.....	.....
3.1	Masse journalière de gâteau humide	.....	.....
3.2	Volume de gâteau et capacité du filtre-presse	.....	.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : préparation opératoire et prévention | **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les tableaux. Pour les contrôles de démarrage, indiquez une vérification observable et la conduite à tenir en cas d'anomalie. Pour la prévention, distinguez la mesure de prévention et l'équipement de protection individuelle.

Contrôles de préparation et de conduite du poste

Étape	Contrôle observable avant ou pendant l'opération	Conduite à tenir en cas d'anomalie
Préparation de la solution de coagulant	.....	.....
Vérification de la ligne de transfert	.....	.....
Démarrage de la coagulation-floculation	.....	.....
Surveillance du décanteur et de l'eau clarifiée	.....	.....
Préparation et lancement du filtre-presse	.....	.....

Tableau d'analyse des risques et des mesures de prévention

Situation de travail	Mesure collective ou organisationnelle	Équipement de protection individuelle adapté
Préparation et transfert de la solution de coagulant	.....	.....
Ouverture ou intervention sur le filtre-presse	.....	.....
Circulation sur un sol humide	.....	.....
Fuite de flexible pendant un transfert : premières actions dans l'ordre	.....	.....

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.