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 personnel n'est autorisé. Les dossiers techniques et documents réponses fournis avec le sujet sont à utiliser et à rendre avec la copie.

| Composition de l'épreuve | Support |
|---|---|
| **PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exigences de conformité** (5 points) | Dossier Questionnement |
| **PARTIE 2 : Étude des paramètres opératoires et calculs** (5 points) | Dossier Questionnement |
| **PARTIE 3 : Préparation de la production et protocole opératoire** (5 points) | Dossier Questionnement |
| **PARTIE 4 : Prévention, sécurité et maîtrise de la conformité** (5 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 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.
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 : PAPETERIE DES RIVES, SAINT-ÉTIENNE-DU-ROUVRAY (SEINE-MARITIME)

La Papeterie des Rives fabrique du papier recyclé destiné à l'emballage. Vous êtes affecté au secteur de traitement des eaux de procédé. L'eau issue de la fabrication est traitée par coagulation-floculation, puis séparée des matières en suspension avant son rejet dans le réseau autorisé. Une partie de l'eau clarifiée est réutilisée sur le site.

Vous devez analyser le fonctionnement de la ligne, vérifier les résultats au regard des exigences du site, exploiter les données de dosage et préparer une intervention programmée. Le site fonctionne 16 heures par jour. Les données nécessaires figurent dans les documents DT 1 à DT 3. Les réponses sont à inscrire sur les documents réponses DR 1 et DR 2, à rendre avec la copie.

Le barème total est de 20 points. Les résultats numériques seront accompagnés de leur unité et les calculs seront présentés.

## PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et exigences de conformité (5 points)

***Compréhension du procédé, des flux et des critères de conformité***

À l'aide du schéma de procédé DT 1 et des données de contrôle DT 2, étudiez le traitement de l'eau de procédé depuis son arrivée dans la cuve tampon jusqu'à son rejet ou sa réutilisation.

**1.1** (1,5 point) Sur le DR 1, associez à chaque repère de l'installation le nom de l'équipement correspondant et indiquez sa fonction principale dans la ligne de traitement.

**1.2** (1,5 point) Reconstituez sur le DR 1 l'ordre de circulation de l'eau et des boues. Distinguez le flux d'eau clarifiée du flux de boues extraites.

**1.3** (1 point) Expliquez le rôle de la coagulation-floculation dans la séparation des matières en suspension. Citez l'équipement dans lequel s'effectue la séparation finale des flocs.

**1.4** (1 point) À partir des valeurs limites internes indiquées dans le DT 2, déterminez si l'échantillon de sortie est conforme pour le pH, les matières en suspension et la demande chimique en oxygène. Justifiez chaque conclusion par la comparaison de la mesure à la limite correspondante.

## PARTIE 2 : Étude des paramètres opératoires et calculs (5 points)

***Exploitation des données de débit, de dosage, de qualité et d'isolation***

Les données de production et les caractéristiques des produits sont fournies dans le DT 2. Pour chaque résultat, indiquez la relation utilisée, le calcul et l'unité.

**2.1** (1 point) La ligne traite un débit moyen de 42 m³/h pendant 16 h par jour. Calculez le volume quotidien d'eau traité.

**2.2** (1,5 point) La dose de coagulant requise est de 75 g de matière active par m³ d'eau. Calculez la masse quotidienne de matière active nécessaire. Le produit commercial contient 30 % de matière active en masse : déterminez la masse quotidienne de produit commercial à préparer, puis son volume quotidien en utilisant la masse volumique donnée dans le DT 2.

**2.3** (1 point) La DCO passe de 620 mg/L à l'entrée à 95 mg/L à la sortie. Calculez le taux d'abattement de la DCO à l'aide de la relation $\eta = \frac{C_{entrée} - C_{sortie}}{C_{entrée}} \times 100$. Donnez le résultat en pourcentage, arrondi au dixième.

**2.4** (0,75 point) Une conduite cylindrique de diamètre extérieur 0,20 m et de longueur 18 m doit recevoir une isolation d'épaisseur 0,050 m. Pour le métré, assimilez la surface à isoler à la surface latérale du cylindre non isolé et utilisez $A = \pi D L$. Calculez cette surface. La conductivité thermique de l'isolant est $\lambda = 0,040\ \mathrm{W\,m^{-1}\,K^{-1}}$. Calculez également sa résistance thermique surfacique avec $R = \frac{e}{\lambda}$.

**2.5** (0,75 point) Le produit commercial coûte 0,82 € par kilogramme. À partir de la masse quotidienne de produit commercial calculée à la question 2.2, déterminez le coût quotidien de coagulant. Arrondissez au centime.

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

***Bilan matière, préparation d'intervention et paramètres de coupe***

Les opérations de préparation portent sur l'évaluation des boues produites et sur la préparation d'un réglage de coupe de bobines de papier recyclé. Les données utiles figurent dans le DT 2.

**3.1** (1,5 point) La concentration en matières en suspension est de 210 mg/L à l'entrée et de 28 mg/L à la sortie. En supposant que l'écart mesuré est dû à la capture des matières en suspension et en négligeant les autres apports de solides, calculez la masse de matières sèches captées en une journée. Utilisez le volume quotidien de la question 2.1. Rappel : $1\ \mathrm{mg/L} = 1\ \mathrm{g/m^3}$.

**3.2** (1 point) La lame rotative de la coupeuse a un diamètre de 0,30 m et tourne à 480 tr/min. Calculez sa vitesse périphérique en m/s avec $v = \frac{\pi D N}{60}$, où $N$ est exprimé en tr/min. Arrondissez au centième.

**3.3** (1 point) Une bobine de 2,50 m de largeur utile doit être refendue en cinq bandes de 0,48 m. Calculez la largeur résiduelle non valorisée, puis le taux de chute en largeur avec $t = \frac{\text{largeur résiduelle}}{\text{largeur initiale}} \times 100$. Inscrivez les résultats sur le DR 2.

**3.4** (1,5 point) Complétez sur le DR 2 le protocole de préparation du dosage quotidien : quantité à préparer, vérification préalable de la cuve de préparation, ordre général de mise en œuvre et contrôle à effectuer avant l'alimentation de la ligne. Les consignes de sécurité et les données du DT 2 et du DT 3 doivent être prises en compte.

## PARTIE 4 : Prévention, sécurité et maîtrise de la conformité (5 points)

***Analyse des risques, mesures de prévention et réaction à une anomalie***

La préparation du coagulant et l'exploitation de la ligne exposent les opérateurs à des risques chimiques, mécaniques et liés aux sols humides. Les consignes applicables au site sont précisées dans le DT 3.

**4.1** (2 points) Repérez deux risques distincts associés à la préparation du coagulant ou à l'exploitation de la ligne. Pour chacun, indiquez une conséquence possible et au moins une mesure de prévention adaptée, en vous appuyant sur le DT 3.

**4.2** (1,5 point) Un opérateur constate une fuite de produit au niveau du flexible de transfert. Décrivez les actions immédiates à réaliser dans l'ordre, depuis la mise en sécurité de la zone jusqu'au signalement de l'événement. N'indiquez aucune intervention de réparation sur un équipement qui n'a pas été mis en sécurité.

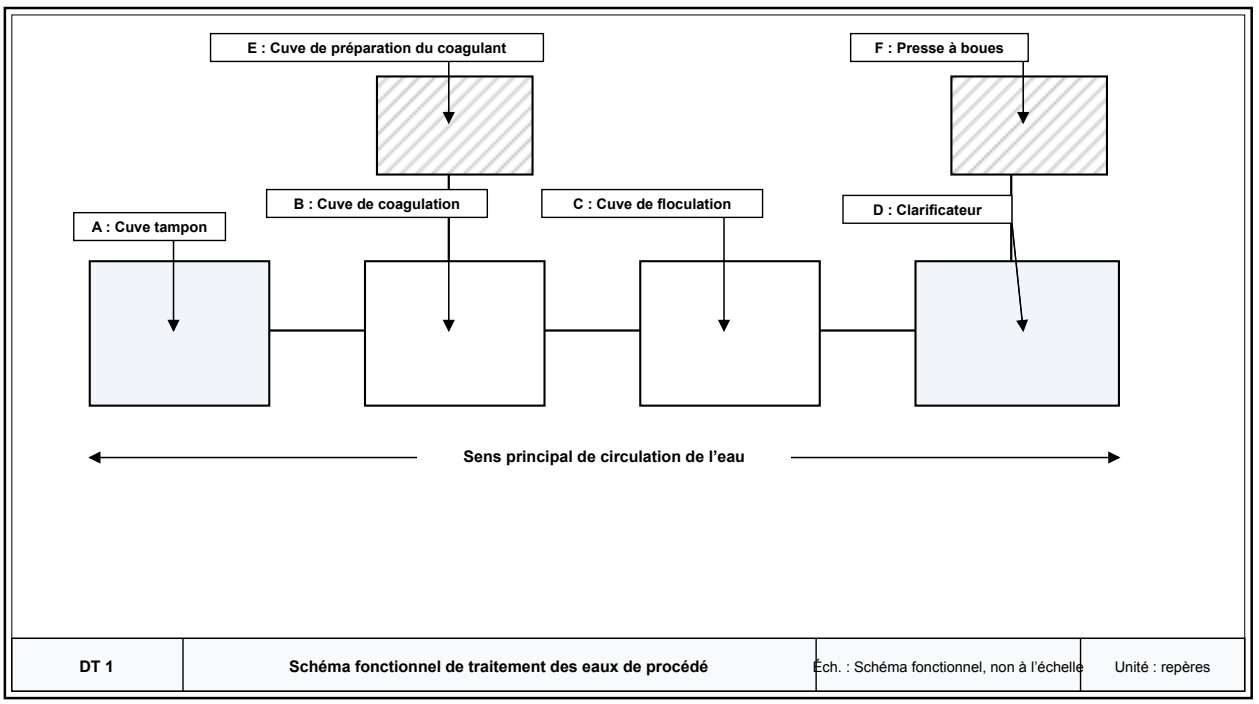
**4.3** (1,5 point) Un résultat de sortie présente une concentration en matières en suspension de 41 mg/L alors que la limite interne est de 35 mg/L. Indiquez les décisions à prendre concernant le rejet, les vérifications de procédé à effectuer et la traçabilité de l'écart. Justifiez votre réponse à l'aide du DT 2 et du DT 3.

# DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

## **DT 1** : SCHÉMA DE LA LIGNE DE TRAITEMENT DES EAUX DE PROCÉDÉ

La ligne reçoit l'eau de procédé dans une cuve tampon. Une pompe l'envoie vers une cuve de coagulation, où le coagulant est introduit et mélangé. L'eau passe ensuite dans une cuve de floculation, puis dans un clarificateur. L'eau clarifiée est contrôlée avant rejet ou réutilisation. Les boues décantées sont envoyées vers une presse à boues. Le schéma est fonctionnel et n'est pas à l'échelle.




## **DT 2** : DONNÉES DE CONDUITE, EXIGENCES INTERNES ET CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS

Les valeurs limites ci-dessous sont les exigences internes de contrôle du site pour l'exercice proposé. Elles sont fournies pour les calculs et la décision de conformité. Elles ne remplacent pas les prescriptions de l'autorisation de rejet applicable au site.

**Données de fonctionnement et de contrôle**

| Paramètre | Entrée de ligne | Sortie de ligne | Exigence interne à la sortie |
|---|---|---|---|
| Débit moyen | 42 m³/h | À mesurer selon le suivi de ligne | Valeur de conduite indicative |
| Temps de fonctionnement | 16 h/j | 16 h/j | Donnée de calcul |
| pH | 7,2 | 7,4 | De 6,0 à 9,0 |
| Matières en suspension (MES) | 210 mg/L | 28 mg/L | 35 mg/L maximum |
| Demande chimique en oxygène (DCO) | 620 mg/L | 95 mg/L | 125 mg/L maximum |

**Dosage du coagulant et données économiques**

| Donnée | Valeur |
|---|---|
| Dose prescrite de matière active | 75 g/m³ d'eau traitée |
| Fraction massique de matière active dans le produit commercial | 30 % |
| Masse volumique du produit commercial | 1,18 kg/L |
| Prix du produit commercial | 0,82 €/kg |

**Données de l'intervention et de la coupe**

| Équipement ou matériau | Donnée |
|---|---|
| Conduite à isoler | Diamètre extérieur : 0,20 m ; longueur : 18 m |
| Isolant | Épaisseur : 0,050 m ; conductivité thermique : 0,040 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ |
| Coupeuse de bobines | Diamètre de lame : 0,30 m ; vitesse de rotation : 480 tr/min |
| Bobine de papier | Largeur utile : 2,50 m |
| Format de refente demandé | Cinq bandes de 0,48 m |

## **DT 3** : CONSIGNES DE PRÉVENTION ET DE MAÎTRISE DES ÉCARTS

Les consignes suivantes s'appliquent aux opérations décrites dans le sujet. L'opérateur consulte la fiche de données de sécurité du produit réellement utilisé et respecte les consignes affichées sur le site. Les équipements de protection individuelle sont choisis selon cette fiche et l'évaluation des risques de l'établissement.

**Risques et mesures de prévention du secteur**

| Situation | Risques principaux | Mesures de prévention et conduite à tenir |
|---|---|---|
| Préparation et transfert du coagulant | Projection, contact avec la peau ou les yeux, déversement | Consulter la fiche de données de sécurité ; porter les EPI prescrits ; utiliser un flexible et des raccords en bon état ; maintenir la zone balisée ; appliquer la procédure de déversement du site. |
| Intervention sur une pompe ou une coupeuse | Entraînement, coincement, démarrage intempestif | Ne pas retirer un protecteur lorsque l'équipement fonctionne ; appliquer la procédure de consignation avant intervention ; vérifier l'absence d'énergie avant travaux. |
| Sol humide ou présence d'un écoulement | Glissade et chute de plain-pied | Balisage de la zone ; signalement immédiat ; nettoyage selon la procédure du site lorsque la zone est sécurisée. |
| Résultat de rejet hors exigence interne | Rejet non maîtrisé et perte de traçabilité | Alerter le responsable ; appliquer la consigne de dérivation ou de rétention prévue sur le site ; vérifier le procédé et enregistrer l'écart et les actions engagées. |

**Ordre d'action en cas de fuite de produit**

| Étape | Consigne |
|---|---|
| 1 | Éloigner les personnes exposées et baliser la zone. |
| 2 | Alerter le responsable et appliquer les consignes d'urgence adaptées au produit. |
| 3 | Arrêter le transfert uniquement si cela peut être fait sans exposition au danger. |
| 4 | Confiner et traiter le déversement uniquement selon la procédure du site et avec les moyens adaptés. |
| 5 | Enregistrer l'événement, les mesures prises et les suites à donner. |

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

**DR 1** : Document réponse à rendre avec la copie : Partie 1 et questions 2.1 à 2.5 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les tableaux ci-dessous. Pour les calculs, indiquez la relation utilisée, les étapes utiles, le résultat et son unité. Pour la question 1.2, indiquez les flux dans leur ordre de circulation.

**Repérage et fonction des équipements, question 1.1**

| Repère | Équipement | Fonction principale |
|---|---|---|
| A | ..... | ..... |
| B | ..... | ..... |
| C | ..... | ..... |
| D | ..... | ..... |
| E | ..... | ..... |
| F | ..... | ..... |

**Ordre des flux, question 1.2**

| Flux | Ordre des équipements traversés |
|---|---|
| Eau à traiter puis eau clarifiée | ..... |
| Boues séparées | ..... |

**Calculs de procédé et de métré, questions 2.1 à 2.5**

| Question | Relation et calcul | Résultat | Unité |
|---|---|---|---|
| 2.1 Volume quotidien | ..... | ..... | ..... |
| 2.2 Masse de matière active | ..... | ..... | ..... |
| 2.2 Masse de produit commercial | ..... | ..... | ..... |
| 2.2 Volume de produit commercial | ..... | ..... | ..... |
| 2.3 Taux d'abattement de la DCO | ..... | ..... | % |
| 2.4 Surface latérale à isoler | ..... | ..... | m² |
| 2.4 Résistance thermique surfacique | ..... | ..... | m²·K/W |
| 2.5 Coût quotidien du coagulant | ..... | ..... | € |

**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 : Partie 3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez les cases signalées par « ... ». Pour le protocole, rédigez des consignes courtes, ordonnées et applicables en situation professionnelle.

**Bilan des matières en suspension et préparation de la coupe**

| Élément à déterminer | Calcul ou justification | Résultat |
|---|---|---|
| Masse de MES captée par jour, question 3.1 | ..... | ... kg/j |
| Vitesse périphérique de la lame, question 3.2 | ..... | ... m/s |
| Largeur totale des cinq bandes, question 3.3 | ..... | ... m |
| Largeur résiduelle, question 3.3 | ..... | ... m |
| Taux de chute en largeur, question 3.3 | ..... | ... % |

**Protocole de préparation du dosage quotidien, question 3.4**

| Étape | Opération ou contrôle à réaliser |
|---|---|
| Quantité de produit commercial à préparer | ..... |
| Vérification de la cuve et du matériel | ..... |
| Préparation et transfert du produit | ..... |
| Contrôle avant alimentation de la ligne | ..... |

**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.