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

BAC PRO PCEPC • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Procédés de la chimie, de l’eau et des papiers-cartons

Session 2026 • Code sujet : **26-BCP-PCEPC-E2** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Compréhension et analyse du procédé** (4 questions) — **Page 3**
2. **Préparation du traitement et calcul du dosage** (3 questions) — **Page 5**
3. **Conduite, surveillance et diagnostic** (4 questions) — **Page 7**
4. **Vérification de la conformité et prévention des risques** (3 questions) — **Page 9**
5. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://bacpropcepc.fr/assets/annales/bac-pro-pcepc/Analyse système des procédés/2026/Bac Pro PCEPC - Analyse système des procédés - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Compréhension et analyse du procédé

La Papeterie des Rives traite les eaux de lavage acides sur une ligne composée d'une cuve tampon, d'un réacteur agité avec injection de lait de chaux, d'un décanteur et d'un contrôle final. L'étude porte sur le schéma, les fonctions des équipements, le temps de séjour hydraulique et les principes de conduite en régime nominal.

Question 1.1. À l'aide du schéma DT 1, indiquer dans l'ordre les quatre principales étapes du traitement, depuis l'arrivée de l'effluent jusqu'au contrôle final.

Le trajet suit le sens de circulation indiqué sur le schéma DT 1. L'effluent arrive d'abord dans la cuve tampon, puis la pompe d'alimentation le transfère vers le réacteur. Le lait de chaux y est injecté pour neutraliser l'effluent. Le mélange rejoint ensuite le décanteur, puis le point de contrôle final avant le rejet autorisé.

1. Cuve tampon : réception de l'effluent.
2. Réacteur agité : neutralisation au lait de chaux.
3. Décanteur : clarification par séparation des matières décantables.
4. Point de contrôle final : vérification avant rejet.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Cuve tampon → réacteur et neutralisation → décanteur → contrôle final.

Question 1.2. Préciser une fonction de la cuve tampon, du réacteur agité et du décanteur.

Les trois équipements assurent des fonctions successives dans le traitement. La cuve tampon reçoit l'effluent et contribue à régulariser son alimentation vers le réacteur. Dans le réacteur agité, l'effluent acide est mis en contact avec le lait de chaux afin d'être neutralisé. Le décanteur sépare ensuite les matières décantables du liquide avant le contrôle final.

Équipement	Fonction
Cuve tampon	Recevoir et régulariser l'alimentation.
Réacteur agité	Neutraliser l'effluent avec le lait de chaux.
Décanteur	Séparer les matières décantables du liquide.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Cuve tampon : régularisation de l'alimentation. Réacteur : neutralisation. Décanteur : séparation des matières décantables.

Question 1.3. **Calculer le temps de séjour hydraulique nominal dans le réacteur à partir du volume utile de 18,0 m³ et du débit de 12,0 m³/h. Présenter la relation utilisée et donner le résultat en minutes.**

Le temps de séjour hydraulique nominal se calcule avec le volume utile du réacteur et le débit entrant, selon la relation donnée au DT 2 : $t = V/Q$. En remplaçant par les valeurs du sujet : $t = 18,0/12,0 = 1,5$ h. La conversion en minutes donne $1,5 \times 60 = 90$ min. Il s'agit du temps de séjour théorique dans le réacteur au débit nominal.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Temps de séjour hydraulique nominal : 90 min.

Question 1.4. **Expliquer pourquoi l'injection de lait de chaux doit être asservie au débit d'effluent et pourquoi l'agitation doit fonctionner pendant la neutralisation.**

Le dosage de lait de chaux doit suivre le débit d'effluent pour adapter la quantité de réactif à la charge acide entrante. Si le débit varie sans ajustement du dosage, la neutralisation peut être insuffisante ou entraîner un excès de réactif. L'agitation doit fonctionner pendant l'injection pour homogénéiser l'effluent et le lait de chaux, favoriser leur contact et éviter des zones de neutralisation inégale. Elle contribue aussi à obtenir une mesure de pH représentative.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Asservir le dosage au débit d'effluent et maintenir l'agitation pour homogénéiser le mélange et permettre une neutralisation régulière.

2. Préparation du traitement et calcul du dosage

Le dosage du lait de chaux est calculé à partir du débit nominal d'effluent, de son acidité titrable et de la réaction de neutralisation par $Ca(OH)_2$. Les données précisent l'excès de réactif, la teneur massique et la masse volumique du lait de chaux ; les résultats sont ensuite reportés sur la feuille de préparation DR 1.

Question 2.1. Calculer la masse de $Ca(OH)_2$ pur nécessaire par m³ d'effluent en tenant compte de l'excès de 35 %. Montrer le calcul à partir de la stœchiométrie de la réaction de neutralisation.

La réaction indique que 2 équivalents H^+ sont neutralisés par 1 mol de $Ca(OH)_2$. Pour 1 m³ d'effluent, la quantité de base nécessaire est donc 0,080 ÷ 2 = 0,040 kmol. Sa masse stœchiométrique vaut 0,040 × 74,1 = 2,964 kg. Avec l'excès de 35 %, on multiplie cette masse par 1,35 : 2,964 × 1,35 = 4,0014 kg par m³. La valeur à retenir, arrondie à trois chiffres significatifs, est 4,00 kg/m³.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse de $Ca(OH)_2$ pur avec l'excès : 4,00 kg par m³ d'effluent.

Question 2.2. Déduire le débit massique de lait de chaux à 20,0 % à préparer en régime nominal, puis son débit volumique en L/h à partir de la masse volumique fournie. Arrondir le débit volumique au L/h le plus proche.

Au débit d'effluent nominal, la masse de $Ca(OH)_2$ pur nécessaire est 0,080 ÷ 2 × 74,1 × 1,35 × 12,0 = 48,0168 kg/h. Le lait contenant 20,0 % de réactif actif, son débit massique vaut 48,0168 ÷ 0,20 = 240,084 kg/h.

On divise ensuite ce débit massique par la masse volumique de 1,15 kg/L : 240,084 ÷ 1,15 = 208,77 L/h. L'arrondi demandé au litre par heure le plus proche donne 209 L/h. Le débit massique est donné à l'unité de kg/h, conformément à la précision des valeurs attendues sur le document réponse.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Débit nominal : 240 kg/h de lait de chaux, soit 209 L/h après arrondi au litre par heure.

Question 2.3. Compléter la ligne « Préparation nominale » du DR 1 en reportant la masse de $Ca(OH)_2$ pur nécessaire par m³, le débit massique de lait de chaux et son débit volumique, avec les unités.

Rubrique DR 1	Valeur à reporter	Unité
$Ca(OH)_2$ pur par m³ d'effluent	4,00	kg/m³
Débit massique nominal de lait de chaux	240	kg/h
Débit volumique nominal de lait de chaux	209	L/h

Reporter ces valeurs dans les trois premières rubriques de préparation nominale du DR 1, en conservant les unités déjà indiquées sur la feuille. La masse de réactif actif tient compte de l'excès prévu. Le débit massique correspond au lait à 20,0 % ; le débit volumique est calculé avec la masse volumique fournie et arrondi au litre par heure le plus proche.

DR 1 complété : préparation nominale

Rubrique	Valeur à reporter	Unité ou précision
Masse de $Ca(OH)_2$ pur nécessaire par m³ d'effluent	4,00	kg/m³
Débit massique nominal de lait de chaux	240	kg/h
Débit volumique nominal de lait de chaux	209	L/h
pH mesuré à 10 h 00		sans unité
Plage cible de pH		sans unité
Première action de conduite proposée		Action concise

✓ RÉPONSE À RETENIR

DR 1, préparation nominale : 4,00 kg/m³ ; 240 kg/h ; 209 L/h.

3. Conduite, surveillance et diagnostic

L'installation fonctionne à un débit d'effluent stable de 12,0 m³/h et les relevés de 10 h 00 indiquent le débit de lait de chaux, le pH de sortie et l'état de l'agitation. Les consignes DT 3 encadrent le démarrage, l'analyse des écarts et les actions de conduite à reporter dans DR 1.

Question 3.1. À partir du DT 3, ordonner les contrôles et actions essentiels à réaliser avant l'introduction de l'effluent dans le réacteur. Citer au moins trois actions dans un ordre cohérent.

1. Vérifier l'identification des conduites et la disponibilité du lait de chaux.
2. Contrôler l'état de la pompe doseuse, l'absence de fuite et la disponibilité de la cuve.
3. Vérifier que la sonde pH est propre, raccordée et opérationnelle.
4. Mettre l'agitation en service avant toute injection. Établir ensuite le débit d'effluent, puis régler progressivement le dosage en surveillant le pH.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Conduites et réactif vérifiés, pompe et cuve contrôlées, sonde pH opérationnelle, puis agitation mise en service avant l'arrivée de l'effluent.

Question 3.2. Analyser les mesures relevées à 10 h 00. Identifier les paramètres conformes et l'écart constaté, puis proposer et justifier une première action de conduite compatible avec le DT 3, sans modifier le débit d'effluent.

Le débit d'effluent est conforme à la consigne de fonctionnement et l'agitation est en service. Le pH mesuré, 6,1, est inférieur à la plage cible de 6,5 à 8,5. Le débit de lait de chaux est inférieur à la référence nominale calculée, soit 209 L/h.

- Vérifier la mesure de pH, puis contrôler la pompe doseuse et le circuit de réactif.
- Si la mesure est fiable, ajuster progressivement le dosage, laisser le procédé se stabiliser et contrôler à nouveau le pH. Prévenir le responsable si l'écart persiste.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Débit d'effluent et agitation conformes, mais pH trop bas et dosage sous le nominal. Vérifier la mesure et le circuit, puis ajuster progressivement le dosage.

Question 3.3. En prenant comme référence le débit nominal calculé en partie 2, calculer l'écart absolu en L/h entre le débit mesuré et le débit nominal, puis l'écart relatif en pourcentage par rapport au débit nominal. Indiquer si le débit mesuré est supérieur ou inférieur à la référence.

La référence nominale arrondie de la partie 2 est 209 L/h. L'écart absolu est $|209 - 175| = 34$ L/h. L'écart relatif, rapporté au débit nominal, vaut $(34 / 209) \times 100 = 16{,}3$ %. Le débit mesuré de lait de chaux est donc inférieur à la référence. Le débit d'effluent reste inchangé pour cette comparaison.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Écart absolu : 34 L/h. Écart relatif : 16,3 %. Débit mesuré inférieur au nominal.

Question 3.4. Reporter dans le DR 1 le pH mesuré, la plage cible et la première action de conduite proposée.

Dans le DR 1, reporter le pH relevé à 10 h 00 et la plage de conduite donnée par le sujet. Pour l'action initiale, reprendre la consigne DT 3 : vérifier la mesure de pH et le dosage, puis ajuster progressivement le débit de lait de chaux si la mesure est fiable. Après réglage, laisser le procédé se stabiliser et contrôler à nouveau.

Les trois champs correspondants sont annotés directement sur le document réponse.

DR 1 complété, question 3.4

Rubrique	Valeur à reporter	Unité ou précision
Masse de $Ca(OH)_2$ pur nécessaire par m³ d'effluent	.....	kg/m³
Débit massique nominal de lait de chaux	.....	kg/h
Débit volumique nominal de lait de chaux	.....	L/h
pH mesuré à 10 h 00	6,1	sans unité
Plage cible de pH	6,5 à 8,5	sans unité
Première action de conduite proposée	Vérifier pH/dosage, ajuster dose	

Document à compléter par le candidat.

✓ RÉPONSE À RETENIR

pH mesuré : 6,1. Plage cible : 6,5 à 8,5. Action : vérifier la mesure et le dosage, puis ajuster progressivement le débit de lait de chaux.

4. Vérification de la conformité et prévention des risques

Après stabilisation du traitement, un échantillon est contrôlé au point final pour son pH et sa concentration en matières en suspension, selon les exigences internes du site. La partie porte aussi sur la conduite à tenir en cas de rejet non conforme et sur la prévention des risques lors de la préparation ou du transfert du lait de chaux.

Question 4.1. Vérifier séparément la conformité du pH et des matières en suspension au regard du cahier des charges. Conclure sur la conformité de l'échantillon selon les deux critères fournis.

Paramètre	Vérification	Conclusion
pH	6,5 ≤ 7,2 ≤ 8,5	Conforme
Matières en suspension	28 mg/L ≤ 35 mg/L	Conforme

Les bornes de la plage de pH sont incluses et la limite en matières en suspension est un maximum. Chaque résultat respecte donc son exigence respective. Les deux critères devant être satisfaits simultanément, l'échantillon peut être déclaré conforme au contrôle final.

DR 2 complété : conformité du rejet

Paramètre	Résultat mesuré	Exigence du site	Conclusion	Justification
pH	7,2	6,5 à 8,5	Dans la plage	
Matières en suspension	28 mg/L	≤ 35 mg/L	28 ≤ 35	
Conclusion globale de l'échantillon		Les deux critères doivent être respectés	2 critères	

✓ RÉPONSE À RETENIR

pH conforme ; matières en suspension conformes ; échantillon conforme aux deux critères.

Question 4.2. Indiquer la conduite à tenir si un contrôle final ne respecte pas l'un des critères du cahier des charges. Préciser le devenir de l'effluent non conforme et les informations à transmettre ou à enregistrer.

Ne pas envoyer au rejet autorisé un effluent dont la conformité n'est pas démontrée. Le maintenir dans la capacité de rétention prévue ou l'orienter vers la filière de reprise de l'exploitation. Prévenir le responsable et appliquer la procédure du site. Consigner l'heure, le point de contrôle, les résultats mesurés, le critère non respecté et les actions engagées. Après correction, stabiliser le traitement et contrôler à nouveau avant toute décision de rejet.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Retenir ou reprendre l'effluent, prévenir le responsable, tracer l'écart et ne rejeter qu'après conformité vérifiée.

Question 4.3. Citer trois mesures de prévention adaptées à la préparation ou au transfert du lait de chaux. Parmi elles, préciser une mesure de protection individuelle et une mesure à appliquer en cas de projection dans les yeux.

Consulter les consignes et la fiche de données de sécurité avant la préparation. Porter les EPI prescrits, notamment des lunettes étanches, des gants compatibles et des vêtements de protection. Utiliser les dispositifs de transfert prévus et éviter poussières et projections. En cas de projection dans les yeux, rincer immédiatement et abondamment au poste prévu, paupières maintenues ouvertes, puis alerter le responsable ou les secours selon la procédure du site.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consignes et EPI adaptés, transfert sécurisé ; projection oculaire : rinçage immédiat et abondant, paupières ouvertes, puis alerte.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2026)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve E2 du Bac professionnel Procédés de la chimie, de l'eau et des papiers-cartons, session 2026, porte le code 26-BCP-PCEPC-E2 et dure 4 heures, coefficient 4. Elle étudie la neutralisation et la clarification des eaux acides de la Papeterie des Rives. Les compétences évaluées couvrent l'analyse du procédé, le calcul du dosage, la conduite, le contrôle de conformité et la prévention des risques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le temps de séjour hydraulique se calcule par t = V/Q, avec des unités cohérentes avant conversion en minutes.
- La réaction indique qu'une mole de $Ca(OH)_2$ neutralise deux moles d'équivalents H^+.
- Un excès de 35 % s'applique à la quantité stœchiométrique : quantité préparée = quantité stœchiométrique × 1,35.
- La conformité finale exige simultanément un pH de 6,5 à 8,5 et des matières en suspension ≤ 35 mg/L.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités des débits, masses et volumes avant chaque calcul et inscrire les unités dans les résultats.
- Pour le lait de chaux, tenir compte successivement de l'excès, de la teneur massique et de la masse volumique.
- Ne pas modifier le débit d'effluent dans l'action corrective demandée ; vérifier la mesure et le dosage puis laisser stabiliser.
- Un effluent dont la conformité n'est pas démontrée ne doit pas être rejeté ; appliquer la capacité de rétention ou la filière de reprise.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la quantité de chaux nécessaire à la neutralisation ?

La réaction consomme une mole de $Ca(OH)_2$ pour deux moles d'équivalents H^+. Déterminez d'abord la quantité stœchiométrique par m^3, convertissez-la en masse avec la masse molaire, puis appliquez l'excès de 35 %.

Q : Comment passer du débit massique de lait de chaux au débit volumique ?

Calculez d'abord le débit massique de solution en divisant le débit de $Ca(OH)_2$ actif par la fraction massique 0,200. Divisez ensuite ce débit massique par la masse volumique de 1,15 kg/L pour obtenir des L/h.

Q : Comment répartir son temps et traiter le barème de l'épreuve ?

L'épreuve dure 4 heures et comporte quatre parties de 5 points, soit 20 points au total. Réservez du temps aux calculs et aux reports dans DR 1 et DR 2, puis relisez les unités, les conclusions et les documents à rendre.

Q : Quels critères de conformité et de présentation faut-il respecter ?

Les seuils applicables dans ce sujet sont les spécifications internes du site : pH de 6,5 à 8,5 et matières en suspension au plus égales à 35 mg/L. Comparez séparément chaque résultat et justifiez la conclusion globale.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacpropcepc.fr/assets/annales/bac-pro-pcepc/Analyse système des procédés/2026/Bac Pro PCEPC - Analyse système des procédés - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

Ressources Bac Pro PCEPC : 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.