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

Étude et conduite des opérations unitaires

Session 2014 • Code sujet : **1406-IP T 21 DC** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Bilan thermique de l'atelier de lixiviation** (5 questions) — **Page 3**
2. **Extractions et purifications** (3 questions) — **Page 6**
3. **Conduite de l'extraction dans la colonne C1** (1 question) — **Page 9**
4. **Étude de la régulation de la colonne C4** (2 questions) — **Page 10**
5. **Étude de la pompe et du décanteur florentin** (12 questions) — **Page 12**
6. **Environnement et conformité des rejets liquides** (2 questions) — **Page 16**
7. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 18**

Sujet officiel (PDF) : https://bacpropcepc.fr/assets/annales/bac-pro-pcepc/E2 - Étude d'un procédé/2014/Bac Pro PCEPC - E2 - Étude d'un procédé - Session 2014 - 1-Sujet.pdf

1. Bilan thermique de l'atelier de lixiviation

Dans un atelier de lixiviation rénové, l'équipe de démarrage vérifie l'économie de chaleur par bilan thermique. Les consignes s'appuient sur les débits et enthalpies de la pulpe, de la vapeur et des condensats, avec un rendement des échangeurs supposé égal à 100 %.

Question 1.1. Calculer, par bilan enthalpique, le débit de vapeur de chauffe utilitaire nécessaire en l'absence de préchauffage, à partir des données du schéma.

Le bilan impose que la chaleur reçue par la pulpe soit égale à celle cédée par la vapeur. La pulpe reçoit 1400 × (227,7 - 21,0) kJ/h. Chaque kilogramme de vapeur cède 3000 - 480 kJ en se condensant. Ainsi, le débit de vapeur vaut 1400 × (227,7 - 21,0) / (3000 - 480), en kg/h.

Bilan enthalpique sans préchauffage

Détails des calculs :

Débit vapeur : 114,83 kg/h

1400 × (227,7 - 21) = q × (3000 - 480)

✓ RÉPONSE À RETENIR

Débit de vapeur sans préchauffage : 114,83 kg/h.

Question 1.2. À l'aide du diagramme enthalpique indiqué dans le dossier ressources, déterminer l'état de l'eau à l'entrée et à la sortie du préchauffeur pour les températures et pressions absolues données.

On compare la température donnée à celle de saturation de l’eau à la pression indiquée. À 6,5 bar absolus, la température de saturation est inférieure à 300 °C : l’eau est donc surchauffée. À 1 bar absolu, 100 °C correspond à la saturation. Au préchauffeur, l’eau condensée à cette température est à l’état de liquide bouillant.

États de l’eau complétés

(1 pt)

	θ (°C)	P abs (bar)	Vapeur surchauffée
Entrée préchauffeur	300	6,5	
Sortie préchauffeur	100	1	Liquide bouillant

✓ RÉPONSE À RETENIR

Entrée : vapeur surchauffée. Sortie : liquide bouillant.

Question 1.3. Calculer, par bilan enthalpique, le débit de vapeur de chauffe utilitaire nécessaire avec préchauffage par deux échangeurs successifs, à partir des données du schéma.

Le premier échangeur récupère 1400 × (218 - 105,3) = 157 780 kJ/h de la pulpe lixiviée. La chaleur nécessaire à la pulpe acidifiée jusqu'à 227,7 kJ/kg est 1400 × (227,7 - 21). La vapeur fournit le complément, chaque kilogramme cédant 3000 - 480 kJ. Le débit requis est donc [1400 × (227,7 - 21) - 1400 × (218 - 105,3)] / (3000 - 480).

Bilan avec préchauffage complété

Chaleur récupérée : 157 780 kJ/h

Débit vapeur : 52,22 kg/h

✓ RÉPONSE À RETENIR

Débit de vapeur avec préchauffage : 52,22 kg/h.

Question 1.4. Calculer le débit de vapeur économisé grâce au préchauffage, puis en déduire le pourcentage de gain énergétique.

La vapeur économisée correspond à la différence entre les débits sans et avec préchauffage : 1400 × (218 - 105,3) / (3000 - 480) = 62,61 kg/h. Le gain se rapporte au débit initial sans préchauffage. Il vaut la chaleur récupérée divisée par la chaleur totale demandée à la pulpe, puis multipliée par 100.

Économie de vapeur calculée

Économie : 62,61 kg/h

Gain théorique : 54,52 %

✓ RÉPONSE À RETENIR

Économie : 62,61 kg/h de vapeur, soit un gain théorique de 54,52 %.

Question 1.5. Justifier pourquoi l'économie d'énergie réellement constatée, égale à 50 %, diffère du résultat théorique.

Le résultat théorique suppose des échangeurs à 100 % de rendement et un fonctionnement stable. En atelier, les pertes thermiques vers l'ambiance, l'encrassement des surfaces d'échange et les variations de débit ou de température limitent la chaleur effectivement récupérée. L'économie mesurée peut donc être inférieure au gain théorique de 54,52 % et atteindre 50 %.

Justification de l'écart réel

1.5. L'économie d'énergie réellement constatée est de 50 %. Justifier cet écart. (1 pt)

Pertes thermiques et rendement réel des échangeurs

Encrassement et variations de fonctionnement

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'écart s'explique par les pertes thermiques, l'encrassement des échangeurs et les variations de fonctionnement.

2. Extractions et purifications

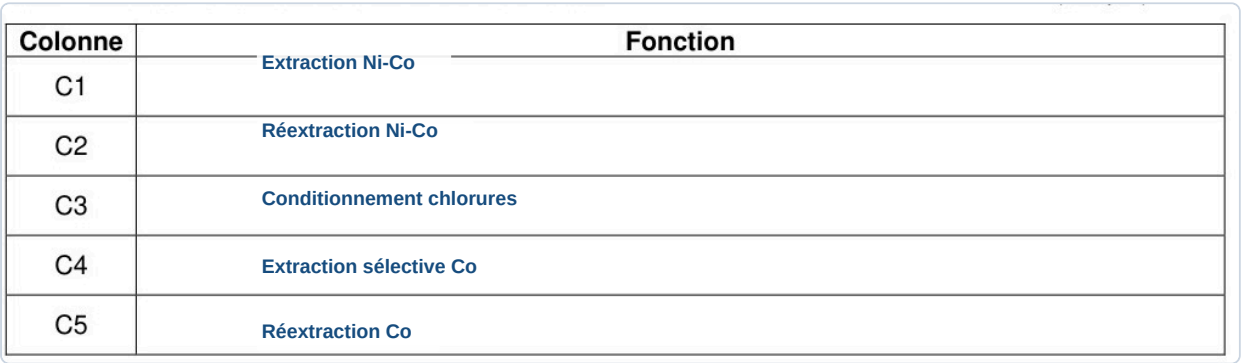
Le schéma présente le circuit de cinq colonnes d'extraction et de purification, depuis le lixiviat traité jusqu'aux produits de nickel et de cobalt. Un tableau de compositions et de débits massiques sert à compléter les bilans de la colonne C1 et à calculer le rendement sur le zinc.

Question 2.1. À partir du schéma de circulation des flux, indiquer la fonction de chacune des colonnes C1, C2, C3, C4 et C5.

Le schéma montre d'abord l'extraction du nickel et du cobalt du lixiviat par le Ketrul®, puis leur passage dans une solution acidulée. La solution chlorurée est ensuite conditionnée avant la séparation sélective du cobalt. Le nickel reste dans le raffinat et le cobalt est réextrait pour former le chlorure de cobalt.

Colonne	Fonction
C1	Extraction du nickel et du cobalt du lixiviat par le Ketrul®.
C2	Réextraction du nickel et du cobalt par l'eau acidulée.
C3	Conditionnement de la solution chlorurée avant séparation.
C4	Extraction sélective du cobalt ; le nickel reste dans le raffinat.
C5	Réextraction du cobalt pour produire le chlorure de cobalt.

Fonctions des colonnes



✓ RÉPONSE À RETENIR

C1 : extraction Ni-Co ; C2 : réextraction ; C3 : conditionnement ; C4 : extraction sélective du cobalt ; C5 : réextraction du cobalt.

Question 2.2. Compléter les bilans massiques du lixiviat traité, du Ketrul® riche, du lixiviat épuisé et du Ketrul® recyclé, en arrondissant les résultats à 0,001 près. Détailler notamment le calcul du débit de Ketrul® recyclé et des débits de zinc.

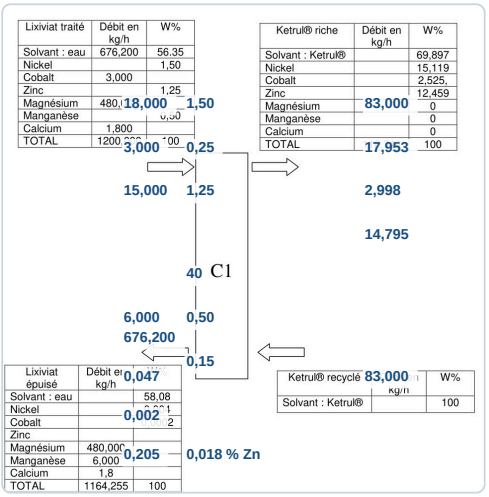
Pour chaque constituant, le débit massique vaut débit total × titre massique / 100. Le Ketrul® recyclé est la fraction de solvant du Ketrul® riche. Le zinc extrait se calcule à partir de son titre dans cet extrait ; le zinc du lixiviat épuisé est le zinc alimenté moins le zinc extrait. Les titres sont exprimés en pourcentage massique.

Les valeurs du tableau sont arrondies au 0,001 près. Les très faibles titres indiqués dans le sujet sont conservés à leur précision utile.

Constituant	Lixiviat traité kg/h ; W %	Ketrul® riche kg/h ; W %	Lixiviat épuisé kg/h ; W %	Ketrul® recyclé kg/h ; W %
Eau / Ketrul®	676,200 ; 56,35	83,000 ; 69,897	676,200 ; 58,08	83,000 ; 100
Nickel	18,000 ; 1,50	17,953 ; 15,119	0,047 ; 0,004	0 ; 0
Cobalt	3,000 ; 0,25	2,998 ; 2,525	0,002 ; 0,0002	0 ; 0
Zinc	15,000 ; 1,25	14,795 ; 12,459	0,205 ; 0,018	0 ; 0
Magnésium	480,000 ; 40	0 ; 0	480,000 ; 41,228	0 ; 0
Manganèse	6,000 ; 0,50	0 ; 0	6,000 ; 0,515	0 ; 0
Calcium	1,800 ; 0,15	0 ; 0	1,800 ; 0,155	0 ; 0
Total	1200,000 ; 100	118,746 ; 100	1164,255 ; 100	83,000 ; 100

Calculs : Ketrul® recyclé = 118,746 × 69,897 / 100 = 83,000 kg/h ; zinc extrait = 118,746 × 12,459 / 100 = 14,795 kg/h ; zinc résiduel = 15,000 − 14,795 = 0,205 kg/h.

Bilans massiques complétés de C1



✓ RÉPONSE À RETENIR

Ketrul® recyclé : 83,000 kg/h. Zinc : 15,000 kg/h à l'entrée, 14,795 kg/h extrait et 0,205 kg/h dans le lixiviat épuisé.

Question 2.3. Calculer le rendement sur le zinc de la colonne C1 et présenter le calcul.

Le rendement en zinc de C1 est le débit de zinc transféré dans le Ketrul® riche rapporté au débit de zinc alimenté. Avec les débits arrondis du bilan : $\eta_{Zn} = \frac{14{,}795}{15{,}000} \times 100 = 98{,}63\,\%$.

Calcul du rendement en zinc de C1

2.3. Calculer le rendement sur le zinc de la colonne C1. (2 pts)

Colonne	Rendement	Calcul
C1		ηZn = (14,795 / 15,000) × 100 = 98,63 %

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement en zinc de C1 : 98,63 %.

3. Conduite de l'extraction dans la colonne C1

La colonne C1 est conduite manuellement, sans automatisation. Le tableau demande de prévoir l'évolution des grandeurs de sortie lorsque le débit d'alimentation, son titre en soluté ou le débit de solvant Ketrul® varie séparément.

Question 3. Compléter le tableau avec les symboles de variation demandés pour le débit d'extrait Ketrul® riche, le titre en soluté de cet extrait et le débit de raffinat, selon les changements indiqués sur les grandeurs d'entrée.

On fait varier une seule entrée à la fois, les autres restant constantes. Une hausse du débit d'alimentation augmente le débit des deux sorties. Une hausse du titre en soluté augmente le soluté transféré vers l'extrait et son titre, sans modifier le débit aqueux du raffinat. Une hausse du débit de Ketrul® augmente le débit d'extrait et dilue le soluté qu'il contient ; le débit de raffinat reste inchangé.

Variation d'entrée	Débit d'extrait	Titre de l'extrait	Débit de raffinat
Débit d'alimentation ↑	↑	=	↑
Titre en soluté ↑	↑	↑	=
Débit de solvant ↑	↑	↓	=

Tableau de variation complété

Grandeurs d'entrée			Grandeurs de sortie		
Débit d'alimentation lixiviat traité	Titre en soluté de l'alimentation lixiviat traité	Débit de solvant Ketrul®	Débit d'extrait Ketrul® riche	Titre en soluté de l'extrait dans le Ketrul® riche	Débit raffinat Lixiviat épuisé
↑	=	=	↑	=	↑
=	↑	=	↑	↑	=
=	=	↑	↑	↓	=

✓ RÉPONSE À RETENIR

Par ligne : ↑ ; = ; ↑ / ↑ ; ↑ ; = / ↑ ; ↓ ; =.

4. Étude de la régulation de la colonne C4

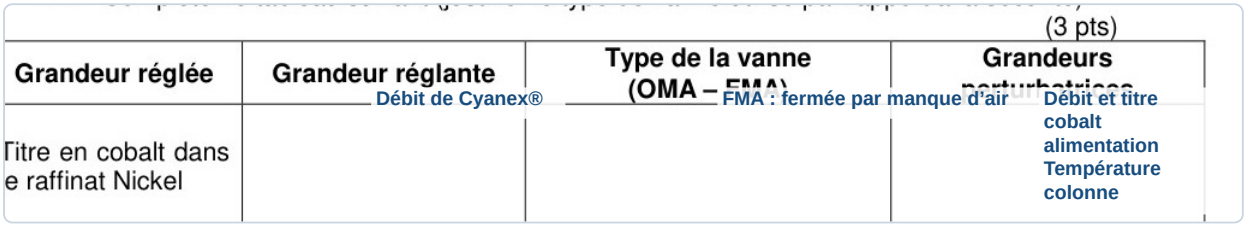
Le schéma de la colonne C4 montre l'alimentation, le raffinat nickel, l'extrait cobalt et une arrivée de Cyanex® commandée par une vanne et un régulateur AIC. Les tâches portent sur le choix des variables de régulation, la sécurité de la vanne et le sens d'action du régulateur face à une baisse de température.

Question 4.1. Compléter le tableau en indiquant la grandeur réglante, le type de vanne OMA ou FMA, avec justification liée à la sécurité, et les grandeurs perturbatrices pour la régulation du titre en cobalt dans le raffinat nickel.

Le titre en cobalt du raffinat Nickel est la grandeur réglée : l'AIC compare sa mesure à la consigne. Il agit sur le débit de Cyanex®, grandeur réglante, car ce réactif commande l'extraction du cobalt. La vanne est FMA : en cas de perte d'air, elle se ferme et évite une injection non maîtrisée. Les principales perturbations sont le débit et le titre en cobalt de l'alimentation, ainsi que la température de la colonne.

Grandeur réglante	Type de vanne	Grandeurs perturbatrices
Débit de Cyanex®	FMA, fermée par manque d'air	Débit et titre en cobalt de l'alimentation, température de la colonne

Tableau 4.1 complété



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Débit réglant : Cyanex®. Vanne FMA, fermée par manque d'air. Perturbations : alimentation et température de la colonne.

Question 4.2. Pour le dysfonctionnement décrit, où l'extraction devient moins efficace parce que la température de la colonne a baissé, compléter les évolutions de la grandeur réglée, de la grandeur réglante, de la position de la vanne et du signal de sortie du régulateur, puis en déduire son sens d'action.

La baisse de température réduit l'efficacité d'extraction : davantage de cobalt reste dans le raffinat, donc son titre augmente. Le titre constitue la grandeur mesurée. Pour corriger cet écart, le régulateur augmente le débit de Cyanex®, action corrective attendue. La vanne s'ouvre et le signal de sortie augmente. Le signal évolue ainsi dans le même sens que la grandeur réglée : le régulateur est à action directe.

Tableau 4.2 complété

Dysfonctionnement	Évolution de la grandeur réglée	Évolution de la grandeur réglante	La vanne s'ouvre ou se ferme	Évolution du signal de sortie du régulateur	Sens d'action du régulateur (Inverse ou Direct)
L'extraction devient moins efficace car la T° de la colonne a baissé	↑	↑	S'ouvre	↑	Directe

✓ RÉPONSE À RETENIR

Titre en cobalt du raffinat ↑ ; débit de Cyanex® ↑ ; vanne ouverte ; signal de sortie ↑ ; action directe.

5. Étude de la pompe et du décanteur florentin

Une nouvelle pompe centrifuge achemine le solvant Ketrul® vers l'atelier d'extraction, mais elle fait du bruit et fonctionne mal. L'étude porte sur l'écoulement et les pertes de charge à l'aspiration, la pression et le NPSH, puis sur le réglage de l'interface du décanteur florentin.

Question 5.1. Calculer le nombre de Reynolds à partir des données du dossier ressources.

Le nombre de Reynolds se calcule par $Re = \frac{\rho v D}{\mu}$, ou $Re = \frac{v D}{\nu}$. Si le débit volumique est connu, calculer d'abord la vitesse moyenne avec $v = \frac{4Q}{\pi D^2}$, puis remplacer par les valeurs de l'écoulement du Ketrul® et le diamètre intérieur de la conduite. Utiliser des unités cohérentes : D en mètres et ν en $\mathrm{m^2\,s^{-1}}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$Re = \frac{v D}{\nu}$, avec $v = \frac{4Q}{\pi D^2}$.

Question 5.2. Déduire le régime d'écoulement à partir du nombre de Reynolds calculé et des seuils fournis.

Comparer le résultat de 5.1 aux seuils fournis : jusqu'à 2000 inclus, l'écoulement est laminaire ; entre 2000 et 10000, il est intermédiaire ; au-dessus de 10000, il est turbulent. Le nombre de Reynolds permet ainsi de choisir directement le régime avant le calcul du coefficient de frottement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Régime laminaire si $Re \leq 2000$, intermédiaire si $2000 < Re < 10000$, turbulent si $Re > 10000$.

Question 5.3. Calculer le coefficient de frottement f lié à cet écoulement.

Le coefficient dépend du régime et de la convention de frottement adoptée. En régime laminaire, pour le coefficient de Darcy-Weisbach, $f = 64/Re$. En régime turbulent, utiliser la corrélation ou l'abaque correspondant aux caractéristiques de la conduite. Reporter le Reynolds obtenu en 5.1 et conserver les chiffres non arrondis pendant le calcul.

✓ RÉPONSE À RETENIR

En laminaire : $f = 64/Re$. En turbulent : appliquer la corrélation ou l'abaque prescrit.

Question 5.4. Déterminer la longueur équivalente des accidents à l'aspiration à l'aide du document d'équivalence des pertes de charge en longueurs droites.

Sur le nomogramme, chaque accident est repéré par une lettre. Tracer une droite entre le diamètre de la conduite, sur l'échelle de droite, et la lettre de l'accident, sur l'échelle de gauche ; lire sa longueur équivalente sur l'échelle centrale. Additionner les lectures correspondant aux accidents de l'aspiration. Le nomogramme donne, à titre de contrôle, 7 m pour un clapet anti-retour sur une conduite de 5 cm.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$L_{eq,asp} = \sum L_{eq}$ des accidents présents sur la conduite d'aspiration.

Question 5.5. Calculer les pertes de charge totales à l'aspiration, notées J asp.

La perte de charge totale comprend les longueurs droite et équivalente : $L_{tot} = L_{droite} + L_{eq,asp}$. Appliquer Darcy-Weisbach avec le coefficient de frottement déterminé en 5.3 : $J_{asp} = f \frac{L_{tot}}{D} \frac{v^2}{2g}$. Le résultat est une hauteur de liquide, à utiliser dans le bilan de Bernoulli en 5.7.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$J_{asp} = f \frac{L_{droite}+L_{eq,asp}}{D} \frac{v^2}{2g}$, en mètres de liquide.

Question 5.6. Appliquer la loi de la statique des fluides pour vérifier que la pression absolue P1 au point 1 est de 109192 Pa, en utilisant la pression atmosphérique donnée.

La loi hydrostatique donne $P_1 = P_{atm} + \rho g h$. La surpression correspondant à la valeur demandée est $109192 - 101325 = 7867$ Pa. Il faut donc vérifier que $\rho g h = 7867$ Pa avec la masse volumique du Ketrul® et la hauteur de liquide du schéma ; l'addition à la pression atmosphérique restitue alors la pression absolue attendue.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$P_1 = 101325 + 7867 = 109192$ Pa absolus.

Question 5.7. À l'aide du théorème de Bernoulli, calculer la pression à l'aspiration Pasp, en tenant compte du fait que le diamètre de la canalisation est constant et que la vitesse d'écoulement ne varie donc pas.

Entre le point 1 et l'aspiration, Bernoulli s'écrit $\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_{asp}}{\rho g} + z_{asp} + \frac{v_{asp}^2}{2g} + J_{asp}$. La conduite ayant le même diamètre, les vitesses sont égales et les termes cinétiques s'annulent. On obtient $P_{asp} = P_1 + \rho g (z_1 - z_{asp} - J_{asp})$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$P_{asp} = P_1 + \rho g (z_1 - z_{asp} - J_{asp})$.

Question 5.8. Déduire le NPSH disponible et déterminer si la pompe cavite, en justifiant la conclusion.

À l'aspiration, le NPSH disponible s'évalue avec la pression absolue : $NPSH_d = \frac{P_{asp} - P_v}{\rho g} + \frac{v_{asp}^2}{2g}$, où P_v est la pression de vapeur du Ketrul® à sa température de fonctionnement. Comparer ce résultat au NPSH requis de la pompe. Si le disponible est inférieur au requis, la pression locale peut atteindre la pression de vapeur et provoquer la cavitation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Cavitation si $NPSH_d < NPSH_{requis}$.

Question 5.8.1. Déduire des résultats obtenus si le choix de la nouvelle pompe centrifuge est adapté par rapport à l'ancienne.

Le choix de la pompe se juge en comparant son NPSH requis au NPSH disponible de l'installation. Si le disponible est inférieur au requis, la nouvelle pompe est inadaptée aux conditions d'aspiration ; la cavitation explique alors le bruit et le fonctionnement anormal signalés. Il faut choisir une pompe dont le NPSH requis est inférieur au disponible, avec une marge de sécurité.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La pompe est inadaptée si son NPSH requis dépasse le NPSH disponible de l'installation.

Question 5.9. Pour maintenir l'interface à 0,50 m sous le débordement, appliquer la loi de la statique des fluides au point A et calculer la hauteur de garde h3 du décanteur florentin.

Au point A, égaler les pressions hydrostatiques des deux phases : $\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$. Prendre l'interface à 0,50 m sous le débordement pour établir la hauteur de la phase correspondante sur le schéma, puis isoler h_3. Le facteur g se simplifie dans l'égalité ; les hauteurs se calculent avec le rapport des masses volumiques des deux phases.

✓ RÉPONSE À RETENIR

h_3 se détermine par $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$, avec l'interface à 0,50 m sous le débordement.

Question 5.10. Indiquer les conséquences possibles sur l'opération d'extraction lorsque le niveau de l'interface dans la colonne monte.

La montée de l'interface peut entraîner l'émulsion au débordement et provoquer le passage d'une phase dans l'autre. L'extrait et le raffinat risquent alors d'être contaminés, tandis que la séparation et le rendement de l'extraction diminuent.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Entraînement et contamination des phases, avec baisse de l'efficacité de séparation.

Question 5.11. Indiquer l'action à réaliser pour rétablir le bon fonctionnement de la colonne lorsque le niveau de l'interface monte.

Régler la hauteur de garde du décanteur florentin, h_3, pour abaisser l'interface et la maintenir à la consigne, soit 0,50 m sous le débordement. Surveiller le niveau après réglage et vérifier que l'émulsion ne déborde plus.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ajuster h_3 pour stabiliser l'interface à 0,50 m sous le débordement.

6. Environnement et conformité des rejets liquides

Un tableau fournit les concentrations de paramètres chimiques et de pollution mesurés dans un effluent liquide. Il faut distinguer les types de pollution associés aux MES, à la DBO5 et à la DCO, puis confronter les résultats d'analyse aux normes autorisées du dossier ressources.

Question 6.1. Relier chacun des paramètres MES, DBO5 et DCO au type de pollution correspondant parmi pollution biodégradable, non biodégradable et non dissoute.

Les MES sont des matières en suspension : elles caractérisent une pollution non dissoute. La DBO5 mesure l'oxygène consommé par les micro-organismes pour dégrader la matière organique : elle caractérise une pollution biodégradable. La DCO mesure l'oxygène nécessaire à l'oxydation chimique des matières : dans cette classification, elle caractérise une pollution non biodégradable. Il faut donc relier chaque paramètre à son type de pollution.

Correspondances des paramètres de pollution

6.1. On exprime la pollution à partir de ces trois paramètres MES, DBO5 et DCO. (1,5 pt)
À quel type de pollution appartiennent chacun de ces paramètres ?
(Relier par des flèches le paramètre au type de pollution correspondant).

PARAMÈTRE	TYPE
MES	Pollution non dissoute.
DBO5	Pollution biodégradable.
DCO	Pollution non biodégradable.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

MES : pollution non dissoute ; DBO5 : pollution biodégradable ; DCO : pollution non biodégradable.

Question 6.2. Comparer les résultats d'analyse aux normes autorisées indiquées dans le dossier ressources, identifier les polluants responsables de la non-conformité et compléter la déclaration d'émission polluante avec les valeurs maximales autorisées et les valeurs mesurées.

On compare, pour chaque paramètre, la concentration mesurée au plafond réglementaire correspondant ; seule une valeur supérieure au plafond constitue un dépassement. La confrontation avec les seuils du dossier ressources fait ressortir les quatre dépassements ci-dessous. Les unités sont identiques (mg/L), donc aucune conversion n'est nécessaire. La déclaration ne recense que les paramètres non conformes.

Polluant	Valeur maximale autorisée (mg/L)	Valeur mesurée (mg/L)
DCO	200	245
Sulfate	5 000	5 480
Manganèse	10	102
MES	100	250

Les autres paramètres mesurés ne dépassent pas les seuils applicables.

Déclaration d'émission polluante complétée

DCO	**200**	**245**
Sulfate	**5000**	**5480**
Manganèse	**10**	**102**
MES	**100**	**250**

✓ RÉPONSE À RETENIR

Non-conformités : DCO, sulfate, manganèse et MES.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2014)

Bilan de l'épreuve : Épreuve technologique E2, sous-épreuve A2 du baccalauréat professionnel Industries de procédés, session 2014, repère 1406-IP T 21 DC, d'une durée de quatre heures et coefficient 3. Le sujet étudie la lixiviation, l'extraction et la purification du nickel et du cobalt, la pompe centrifuge et le décanteur florentin. Il évalue les bilans thermiques et massiques, la conduite, la régulation et l'analyse environnementale.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Un bilan enthalpique compare les flux d'enthalpie entrants et sortants, en tenant compte du débit massique et des enthalpies spécifiques.
- Un bilan massique conserve la masse totale et la masse de chaque constituant entre les flux entrants et sortants.
- Le nombre de Reynolds caractérise le régime d'écoulement et permet de choisir la relation adaptée au calcul des pertes de charge.
- Le risque de cavitation s'évalue en comparant le NPSH disponible à l'aspiration avec le NPSH requis par la pompe.

Points de vigilance & attentes du jury

- Présenter les bilans avec des unités cohérentes et distinguer les débits massiques des fractions massiques en pourcentage.
- Respecter l'arrondi demandé à 0,001 près pour les bilans massiques et conserver les valeurs intermédiaires utiles.
- Pour les pertes de charge, relever correctement les longueurs équivalentes des accidents et additionner les contributions à l'aspiration.
- Justifier les choix de régulation et de pompe à partir de la sécurité, du sens de variation et des critères de cavitation.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment établir un bilan enthalpique pour calculer le débit de vapeur ?

Écrire l'égalité entre les puissances thermiques échangées, soit la somme des débits massiques multipliés par leurs enthalpies entrantes égale à celle des flux sortants. Isoler ensuite le débit de vapeur inconnu et vérifier les unités.

Q : Comment déterminer si une pompe risque de caviter avec le NPSH ?

Calculer le NPSH disponible à l'aspiration à partir des pressions, de la hauteur et des pertes de charge. Le comparer au NPSH requis de la pompe : une disponibilité insuffisante indique un risque de cavitation.

Q : Comment organiser son temps dans cette épreuve de quatre heures ?

Répartir le temps entre les six exercices en fonction de leur poids, de 3 à 21 points. Commencer par les questions accessibles, réserver du temps aux calculs de pompe et vérifier les unités, les arrondis et les réponses laissées incomplètes.

Q : Qu'attend le jury pour les calculs et les choix techniques ?

Le jury attend une méthode visible, les formules adaptées, des substitutions numériques lisibles et des unités. Pour les choix techniques, relier la conclusion aux données du sujet et justifier la sécurité ou le fonctionnement.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacpropcepc.fr/assets/annales/bac-pro-pcepc/E2 - Étude d'un procédé/2014/Bac Pro PCEPC - E2 - Étude d'un procédé - Session 2014 - 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.