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

INDUSTRIES DE PROCÉDÉS

SESSION **2014**

ÉPREUVE **E2** : ÉPREUVE TECHNOLOGIQUE

Sous épreuve A2 : ÉTUDE ET CONDUITE DES OPÉRATIONS UNITAIRES

Calculatrice autorisée, conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 Novembre 1999
Aucun document autorisé

*Le sujet se compose de **13** pages, numérotées de **1/13** à **13/13**.*
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

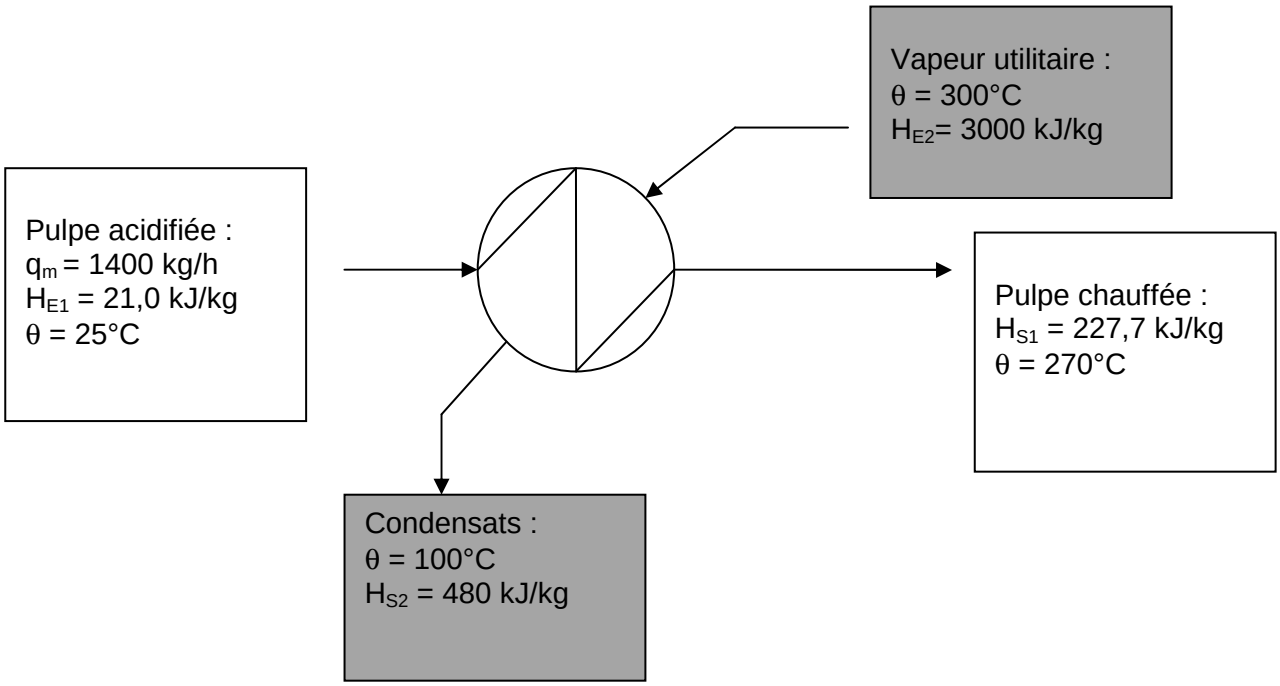
Ce dossier sera rendu dans sa totalité, agrafé dans une copie anonymée

DOSSIER TRAVAIL		
BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL **INDUSTRIES DE PROCÉDÉS**	**E2** : Épreuve technologique **Sous-épreuve A2 : Étude et conduite des opérations unitaires**	
Session : **2014**	Coef : **3**	Durée : **4** heures
Repère : 1406-IP T 21 DC	Ce dossier comporte **13** pages	Page **1**/13

1. BILAN THERMIQUE — 10,5 points

L'atelier de lixiviation a été rénové : vous êtes dans l'équipe qui réalise le démarrage de cet atelier et vous devez contrôler par bilan thermique l'économie de chaleur réalisée. On considère que les rendements des échangeurs sont de 100 %.

1.1. Calculer le débit de vapeur de chauffe utilitaire par un bilan enthalpique dans le cas où il n'y a pas de préchauffage. (4 pts)

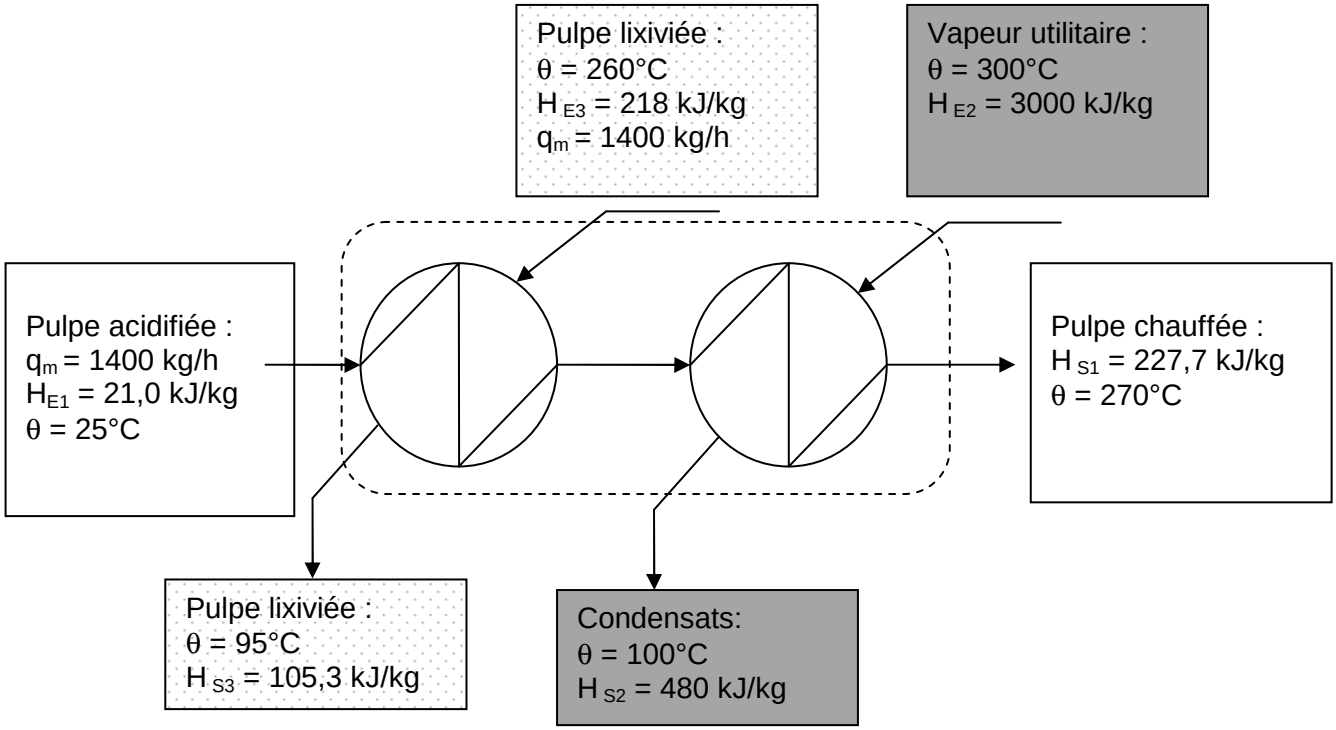


Détails des calculs :

1.2. À l'aide du diagramme enthalpique (Ressources page 6/11), déterminer dans quel état (liquide, liquide bouillant, vapeur saturante, vapeur surchauffée) se trouve l'eau aux points suivants : (1 pt)

	θ (°C)	P abs (bar)	État
Entrée préchauffeur	300	6,5	
Sortie préchauffeur	100	1	

1.3. Calculer le débit de vapeur de chauffe utilitaire par un bilan enthalpique avec préchauffage. Le chauffage est réalisé par deux échangeurs successifs. (3 pts)



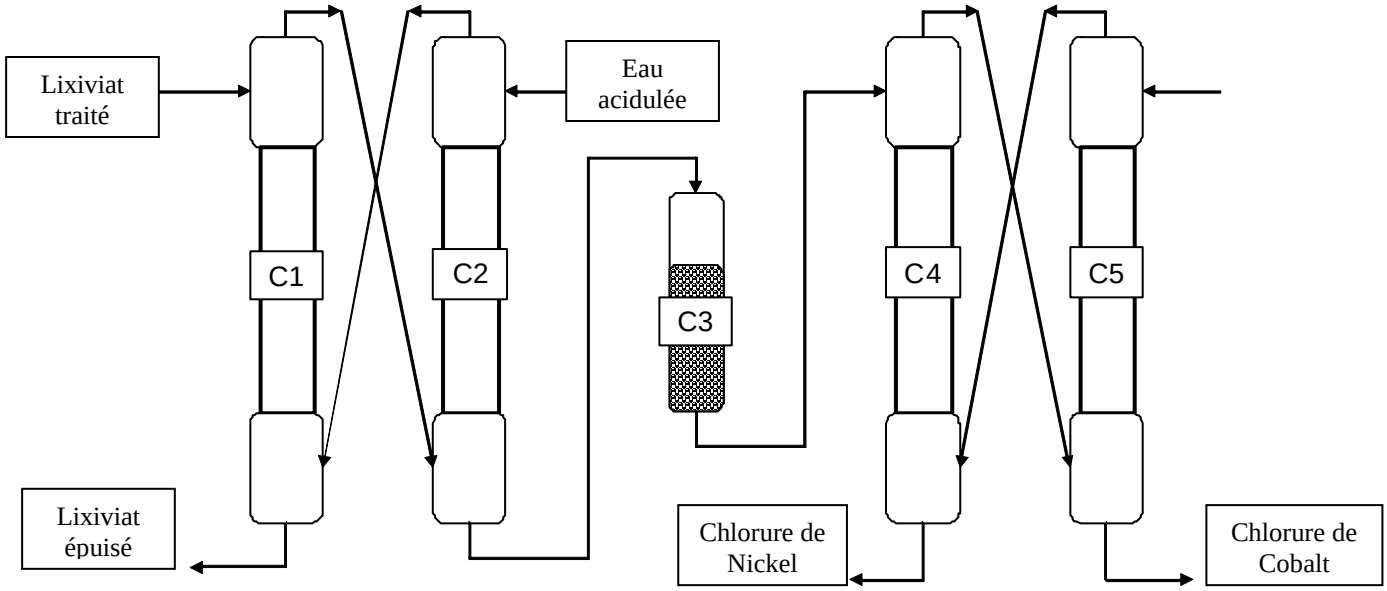
Détails des calculs :

1.4. Calculer le débit de vapeur économisé. En déduire le pourcentage de gain énergétique (1,5 pt)

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

2. EXTRACTIONS - PURIFICATIONS 12,5 points

Vous voici dans les ateliers d'extraction. Vous avez en dessous le schéma de circulation des flux. (Dossier ressources page 3/11)



2.1. Donner la fonction de chacune des colonnes (2,5 pts)

Colonne	Fonction
C1	
C2	
C3	
C4	
C5	

2.2. Compléter les bilans massiques de la page 6/13. Arrondir les résultats à 0,001 près. (8 pts)

Détails des calculs :

Préciser le calcul pour le débit de Ketrul® recyclé et pour les débits de zinc.

Détails des calculs :

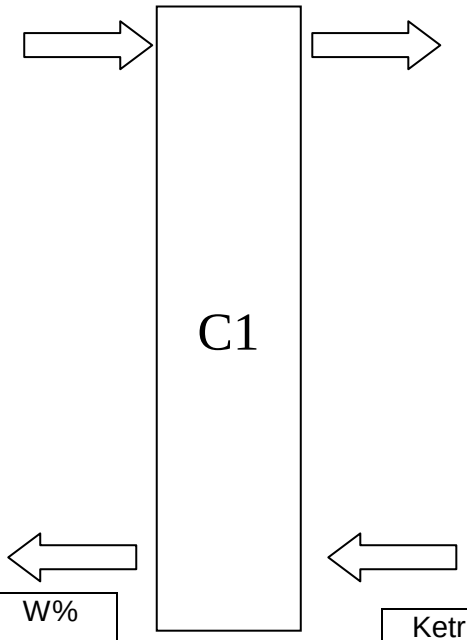
2.3. Calculer le rendement sur le zinc de la colonne C1. (2 pts)

Colonne	Rendement	Calcul
C1		

Extraction au Ketrul® : Nickel + Cobalt

Lixiviat traité	Débit en kg/h	W%
Solvant : eau	676,200	56.35
Nickel		1,50
Cobalt	3,000	
Zinc		1,25
Magnésium	480,000	
Manganèse		0,50
Calcium	1,800	
TOTAL	1200,000	100

Ketrul® riche	Débit en kg/h	W%
Solvant : Ketrul®		69,897
Nickel		15,119
Cobalt		2,525,
Zinc		12,459
Magnésium		0
Manganèse		0
Calcium		0
TOTAL	118,746	100



Lixiviat épuisé	Débit en kg/h	W%
Solvant : eau		58,08
Nickel		0,004
Cobalt		0,0002
Zinc		
Magnésium	480,000	
Manganèse	6,000	
Calcium	1,8	
TOTAL	1164,255	100

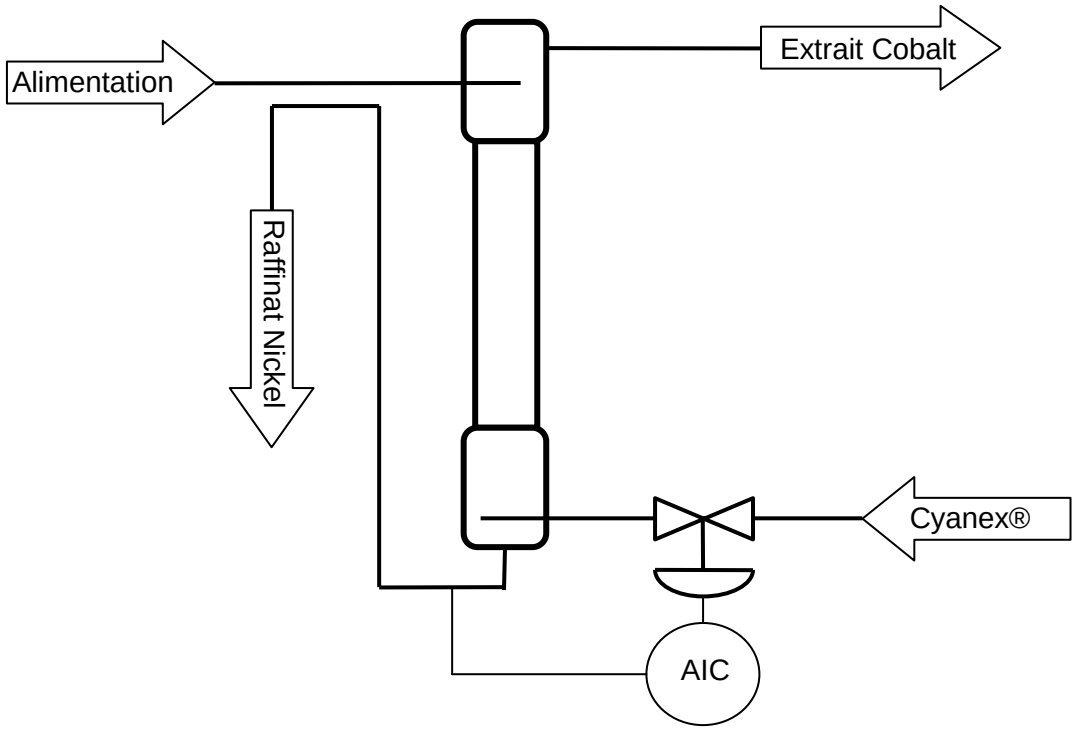
Ketrul® recyclé	Débit en kg/h	W%
Solvant : Ketrul®		100

3. CONDUITE DE L'EXTRACTION — 3 points

On considèrera la conduite de la colonne C1 en manuel (non automatisée).
Déterminer le sens de variation des grandeurs de sortie à partir des changements de régime sur les grandeurs d'entrée.
Compléter le tableau de variation suivant avec les symboles (↑ ; ↓ ; =).

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
↑	=	=			
=	↑	=			
=	=	↑			

4. ÉTUDE DE LA RÉGULATION DE LA COLONNE C4 — 5,5 points



4.1. Compléter le tableau suivant (justifier le type de vanne utilisé par rapport à la sécurité)
(3 pts)

Grandeur réglée	**Grandeur réglante**	**Type de la vanne (OMA – FMA)**	**Grandeurs perturbatrices**
Titre en cobalt dans le raffinat Nickel			

4.2. Compléter le tableau de variation suivant avec les symboles (↑ ; ↓ ; =) et en déduire le sens de réponse du régulateur. (2,5 pts)

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					

5. ÉTUDE DE LA POMPE ET DU DÉCANTEUR FLORENTIN — 21 points

La pompe centrifuge qui était utilisée jusqu'alors pour acheminer le solvant Ketrul® D70 D70 au niveau de l'atelier extraction a été changée car elle présentait des signes de vétusté.
Une nouvelle pompe a été mise en remplacement de la précédente, avec des caractéristiques différentes.
Vous participez à l'équipe de maintenance du site et vous remarquez que la nouvelle pompe fait du bruit et ne fonctionne pas correctement.
Vous devez expliquer à votre supérieur la cause de ce dysfonctionnement. (Se reporter au dossier ressources pages 8/11, 9/11, 10/11 et 11/11)

5.1. Calculer le nombre de Reynolds. (2,5 pts)

Caractéristiques des écoulements :

Nombre de Reynolds ≤ 2000	Régime laminaire
2000 < Nombre Reynolds < 10000	Régime intermédiaire
Nombre de Reynolds > 10000	Régime turbulent

ÉQUIVALENCES DES PERTES DE CHARGES EN LONGUEURS DROITES DE TUYAUTERIES

Exemple :

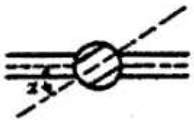
Calculer la longueur équivalente d'un clapet anti-retour placé sur une canalisation de 5 cm de diamètre.

On joint le point D = 5 cm (sur la droite numéro ③) au point E qui représente le clapet anti-retour (sur la droite numéro ①) ; on lit L_e = 7 m (sur la droite numéro ②).

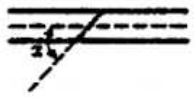
Robinet-vanne
- ouverture 1/4 : A
- ouverture 1/2 : C
- ouverture 3/4 : H
- ouverture 1 : O

Robinet droit à soupape, ouverture 1 : B
Robinet d'équerre à soupape, ouverture 1 : D

Robinet à tournant
- α = 10 degrés : H
- α = 20 degrés : D
- α = 40 degrés : A



Robinet à papillon
- α = 10 degrés : G
- α = 20 degrés : D
- α = 40 degrés : A



Coude à 180 degrés :



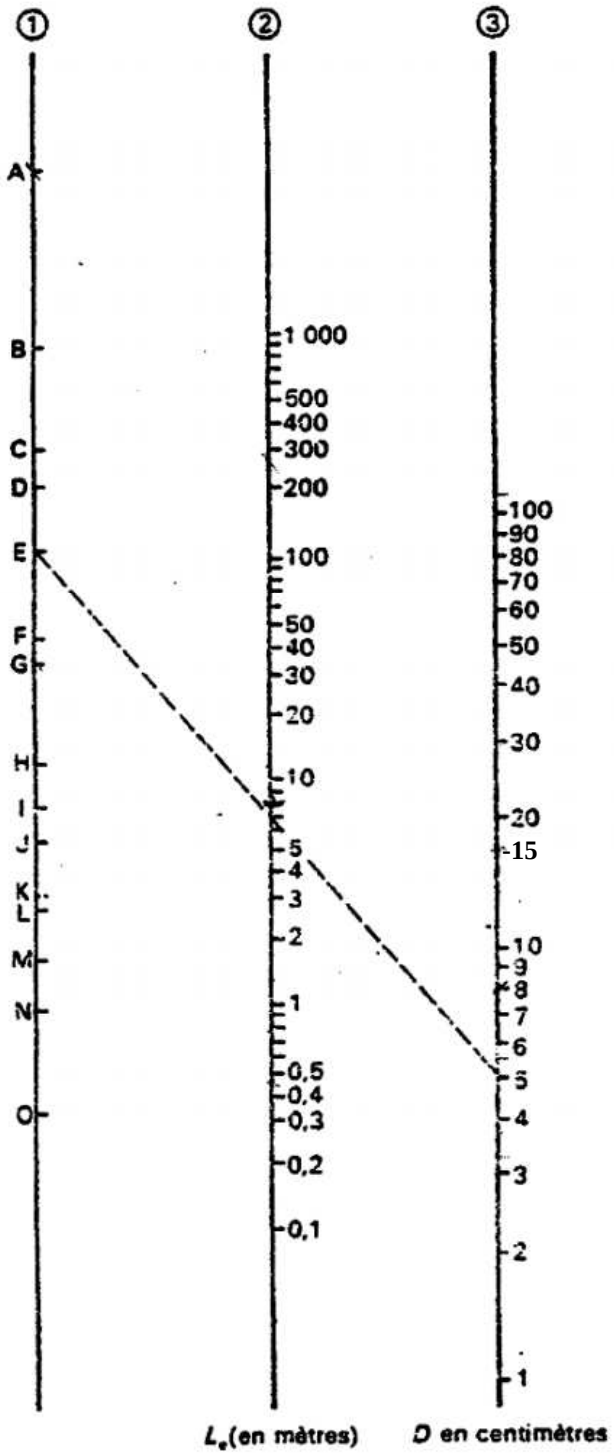
Coude brusque à 90 degrés : G
Coude arrondi à 90 degrés :
- de petit rayon : I
- de rayon moyen : J
- de grand rayon : K

Elargissement brusque :
- rapport des diamètres d/D = 1/4 : H
- rapport des diamètres d/D = 1/2 : K
- rapport des diamètres d/D = 3/4 : L

Rétrécissement brusque :
- rapport des diamètres d/D = 1/4 : M
- rapport des diamètres d/D = 1/2 : N
- rapport des diamètres d/D = 3/4 : O

Clapet anti-retour : E
Té : G

Lorsqu'il y a des variations de section (élargissement brusque ou rétrécissement brusque), la longueur équivalente est à rajouter à la portion de plus petit diamètre.



5.2. En déduire le régime d'écoulement. (0,5 pt)

5.3. Calculer le coefficient de frottement f lié à cet écoulement. (1 pt)

5.4. Déterminer la longueur équivalente des **accidents à l'aspiration**. (Dossier travail page 9/13) (2 pts)

5.5. Calculer les pertes de charges totales à l'aspiration J_{asp} . (2 pts)

5.6. Vérifier par le calcul, en appliquant la loi de la statique des fluides, que la pression absolue P1 au point 1 (dossier ressources page 8/11) est de 109192 Pa : (1 pt)

Pression atmosphérique est égale à 101325 Pascal.

5.7. D'après le théorème de Bernoulli, calculer la pression Pasp à l'aspiration : (4 pts)

Remarque : La canalisation étant de même diamètre, la vitesse d'écoulement est constante.

5.8. En déduire le NPSH disponible. La pompe cavite-t-elle et pourquoi ? (2 pts)

5.8.1. Qu'en déduisez-vous sur le choix de cette nouvelle pompe centrifuge par rapport à l'ancienne ? (0,5 pt)

Vous êtes appelé sur l'atelier extraction où il y un problème avec l'interface de la colonne : de l'émulsion sort au niveau du débordement. (Dossier ressources page 11/11).

5.9. Vous devez procéder au réglage de l'interface afin de maintenir son niveau à **0,50 m** en dessous du débordement. En appliquant la loi de la statique des fluides au point A, calculer la hauteur de garde du florentin h_3. (4 pts)

Vous observez en tant qu'opérateur que le niveau de l'interface dans la colonne monte.

5.10. Quelles conséquences ce dysfonctionnement peut-il avoir sur l'opération d'extraction ? (0,5 pt)

5.11. Quelle action devez-vous réaliser pour rétablir le bon fonctionnement de la colonne ? (1 pt)

6. ENVIRONNEMENT — 7,5 points

Résultats d'analyse sur un effluent liquide.

Paramètres	*mg/L*
Aluminium	0,15
Calcium	652
Cobalt	1,1
Chrome	0,48
Cuivre	0,02
Fer	2,1
Magnésium	4825
Manganèse	102

Paramètres	*mg/L*
Nickel	1,98
Phosphore total	8,4
Sulfate	5480
Silicium	0,5
Zinc	2,3
Chrome hexavalent	0,08
Aluminium+fer	4,2
Cadmium	0,005
Plomb	0,003

Paramètres	*mg/L*
Cyanures	0,0001
DCO	245
DBO5	3
Hydrocarbures totaux	2
MES	250
Arsenic	0,07
Mercure	0,0004
Azote total	0,05
Étain	0,09

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 biodégradable.
DBO5	Pollution non biodégradable.
DCO	Pollution non dissoute.

6.2. En comparant les résultats d'analyse des rejets et les normes autorisées (dossier ressources page 5/11), identifier les polluants responsables de la non-conformité et compléter le tableau. (6 pts)

DÉCLARATION D'ÉMISSION POLLUANTE :		
Noms des Polluants	*Valeur maximale autorisée en mg/L*	*Valeur mesurée en mg/L*

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.