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

ÉPREUVE **E2** : ÉPREUVE TECHNOLOGIQUE
ÉTUDE D'UN PROCÉDÉ

SESSION 2023

DOSSIER TRAVAIL

Durée : 4 heures
Coefficient : 4

*Le dossier se compose de **15** pages, numérotées de **1/15** à **15/15**.*
Dès que le dossier vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Compétences évaluées : **C14 -** utiliser le langage technique adapté
C15 - traiter les informations

Il est nécessaire de lire la totalité du dossier ressources avant de répondre aux questions du dossier travail.

BARÈME

SUIVI DU BON FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'ÉPURATION

1.	**COMPRÉHENSION DU PROCÉDÉ**	**26,5 points**
1.1.	**Schéma de principe**	13,5 points
1.2.	**Diagnostic et conséquences des non-conformités**	13 points
2.	**PRÉPARATION DU TRAITEMENT**	**38 points**
2.1.	**Diagnostic de la non-conformité en phosphore total**	1 point
2.2.	**Vérification de la pompe d'injection du chlorure ferrique**	21,5 points
2.3.	**Vérification de la pompe d'injection du polymère**	15,5 points
3.	**CONDUITE ET CONTRÔLE EN COURS DE TRAITEMENT**	**9,5 points**
4.	**COMPTE-RENDU AU RESPONSABLE D'EXPLOITATION**	**6 points**
	TOTAL	**80 points**

Problématique globale :

Vous travaillez pour une entreprise privée exploitant une station d'épuration pour une collectivité territoriale. En tant que technicien, vous participez à la gestion ainsi qu'à la maintenance du site.

Lors du bilan semestriel, votre responsable d'exploitation, M. TATYION, vous demande d'identifier le plus clairement possible les incidents, en ce jour du 20 juillet 2020.

Des non-conformités peuvent entraîner :

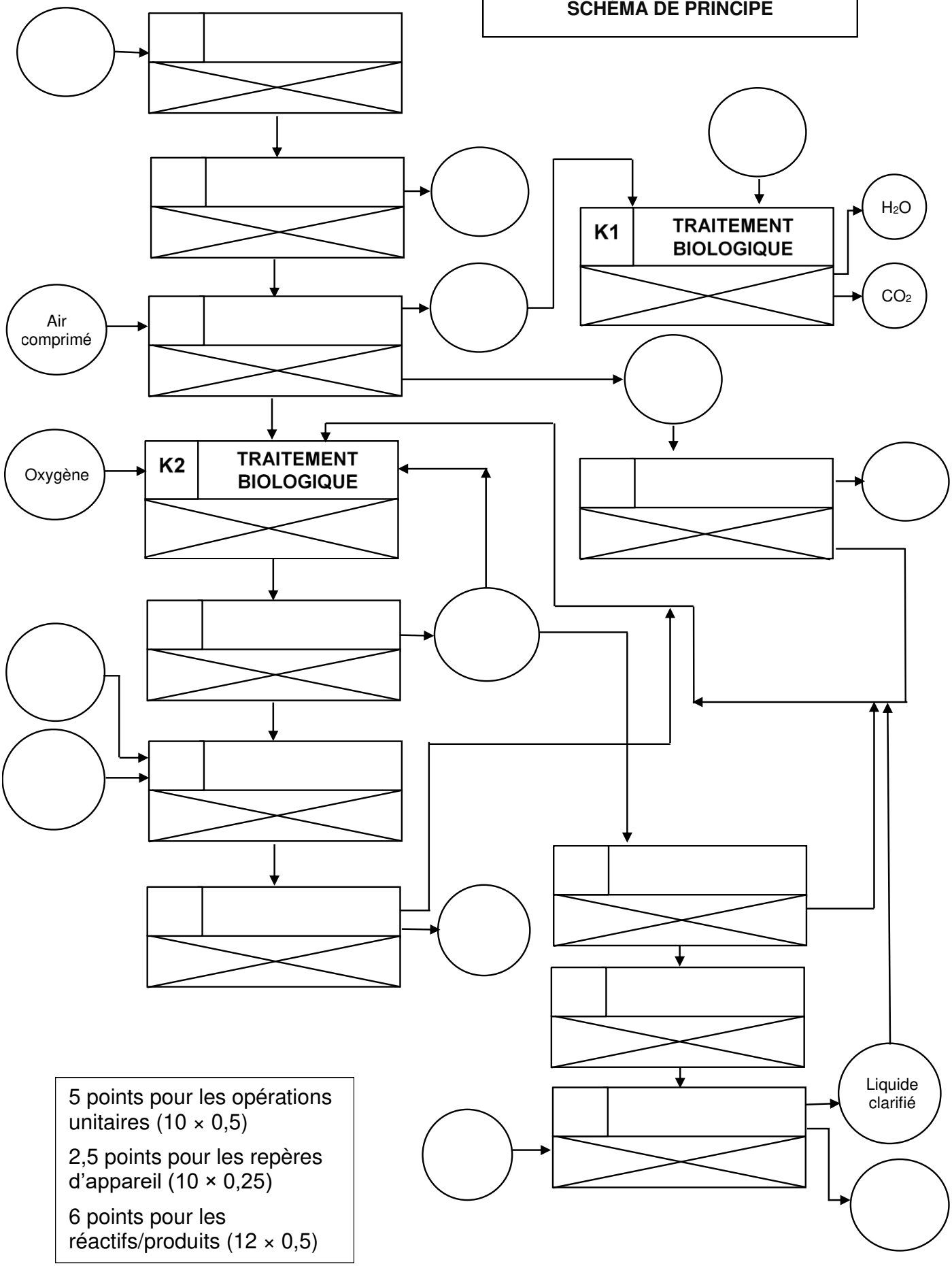
- des amendes ;
- des absences de primes ;
- une perte de marché.

1. COMPRÉHENSION DU PROCÉDÉ — 26,5 points

1.1. Schéma de principe — 13,5 points

À partir du descriptif de fonctionnement de la station d'épuration et du schéma de procédé pages 7 à 9/14 du dossier ressources, compléter le schéma de principe page suivante en indiquant les matières entrantes et sortantes, les opérations unitaires et leurs repères.

SCHÉMA DE PRINCIPE



5 points pour les opérations unitaires (10 × 0,5)

2,5 points pour les repères d'appareil (10 × 0,25)

6 points pour les réactifs/produits (12 × 0,5)

1.2. Diagnostic et conséquences des non-conformités 13 points

Vous devez réaliser un récapitulatif des tableaux de bord journaliers dans lequel sont consignés les paramètres de conformité ou de non-conformité des analyses de l'eau.

À l'aide du dossier ressources, pages 2 à 8/14, répondre aux questions suivantes :

<table>
<tr><td colspan="2">QUI ?
Nom du responsable
(avec l'aide du dossier travail page 2/15)</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">QUOI ?</td><td>Citer les paramètres présentant des non-conformités.</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">COMBIEN ?
Citer le nombre maximal de non-conformités autorisé par an pour les paramètres critiques précédemment identifiés.</td><td>MES :
P total :</td></tr>
<tr><td colspan="2">OÙ ?
Identifier les étapes du procédé où les paramètres critiques sont éliminés (à l'aide du descriptif pages 7 et 8/14).</td><td>MES :
P total :</td></tr>
<tr><td colspan="2">QUAND ?
Donner la date d'apparition de la première non-conformité pour les paramètres critiques précédemment identifiés.</td><td>MES :
P total :</td></tr>
<tr><td rowspan="2">POURQUOI ?</td><td>Citer les conséquences de rejets non-conformes dans le milieu récepteur.</td><td></td></tr>
<tr><td>Citer les conséquences économiques.</td><td></td></tr>
</table>

2. PRÉPARATION DU TRAITEMENT

38 points

2.1. Diagnostic de la non-conformité en phosphore total — 1 point

Le technicien s'aperçoit de non-conformités sur le paramètre Phosphore total (P total). À l'aide du dossier ressources, pages 7 et 8/14, nommer le réactif permettant l'élimination du phosphore lors du traitement tertiaire.

Le technicien doit s'assurer que l'ajout de chlorure ferrique dans le décanteur lamellaire se fait correctement. Pour cela, il doit vérifier la pompe doseuse délivrant le chlorure ferrique.

2.2. Vérification de la pompe d'injection du chlorure ferrique — 21,5 points

À partir du dossier ressources, page 10/14, répondre aux questions suivantes :

2.2.1. Quel est le risque principal du chlorure ferrique ? / 1point

2.2.2. Cocher les pictogrammes correspondant aux EPI nécessaires pour la manipulation du chlorure ferrique. /2 points



2.2.3. En cas de déversement de chlorure ferrique sur le sol, quelle mesure doit-on prendre ? / 1,5 point

2.2.4. Quels équipements de sécurité faut-il avoir à proximité du stockage du chlorure ferrique ? / 1,5 point

L'opérateur vérifie par empotage le débit de la pompe.
Les résultats obtenus sont les suivants :

- Temps de prélèvement : t = 36 s
- Volume prélevé : V = 825 mL

2.2.5. Calculer le débit volumique de la pompe en L/h. Formulaire en annexe 5 du dossier ressources, page 14/14. / 1,5 point

Le débit de chlorure ferrique doit être normalement compris entre 155 L/h et 160 L/h.
Après vérification, l'opérateur s'aperçoit que le débit de la pompe est de 85 L/h.

2.2.6. Indiquer si le débit de la pompe doseuse de chlorure ferrique est conforme ou non. / 1 point

L'opérateur décide de démonter la pompe et trouve un morceau de plastique au niveau de l'aspiration. Après nettoyage et vérification, la pompe fonctionne correctement.

2.2.7. Des analyses sur le paramètre P total sont effectuées après intervention sur la pompe doseuse de chlorure ferrique dont les résultats sont présentés ci-dessous.

Date	CONTRÔLE DE CONFORMITÉ DE L'EAU				
	CONCENTRATION			RENDEMENT	
	ENTRÉE	SORTIE			
	Phosphore total	Phosphore total		Phosphore total	
	mg/L	mg/L	NC	%	NC
31/03/2020	10,6	0,681			

2.2.7.1. À l'aide du formulaire en annexe 5 du dossier ressources, page 14/14, calculer le rendement d'élimination pour le paramètre P total (détailler le calcul ci-dessous, arrondir à l'unité) et le reporter dans le tableau de contrôle de conformité page 6/15. / 1,5 point

2.2.7.2. Puis, en vous aidant du dossier ressources page 4/14, indiquer dans le tableau de contrôle de conformité page 6/15 s'il y a non-conformité (NC = 1) ou s'il y a conformité (NC = 0) pour la concentration en sortie de station et pour le rendement pour le paramètre P total. / 1 point

2.2.8. Donner une conclusion sur l'origine des non-conformités sur le paramètre P total du mois de mars 2020 et indiquer si le dysfonctionnement a été réglé. / 1,5 point

Suite à l'intervention sur la pompe d'injection du chlorure ferrique, la station a fonctionné en mode dégradé durant 2 jours.
Il est décidé d'ajouter une 2e pompe pour éviter l'arrêt du traitement en cas de dysfonctionnement de la 1re pompe.

2.2.9. Indiquer le montage des pompes : parallèle ou série.
Justifier la réponse donnée. /1 point

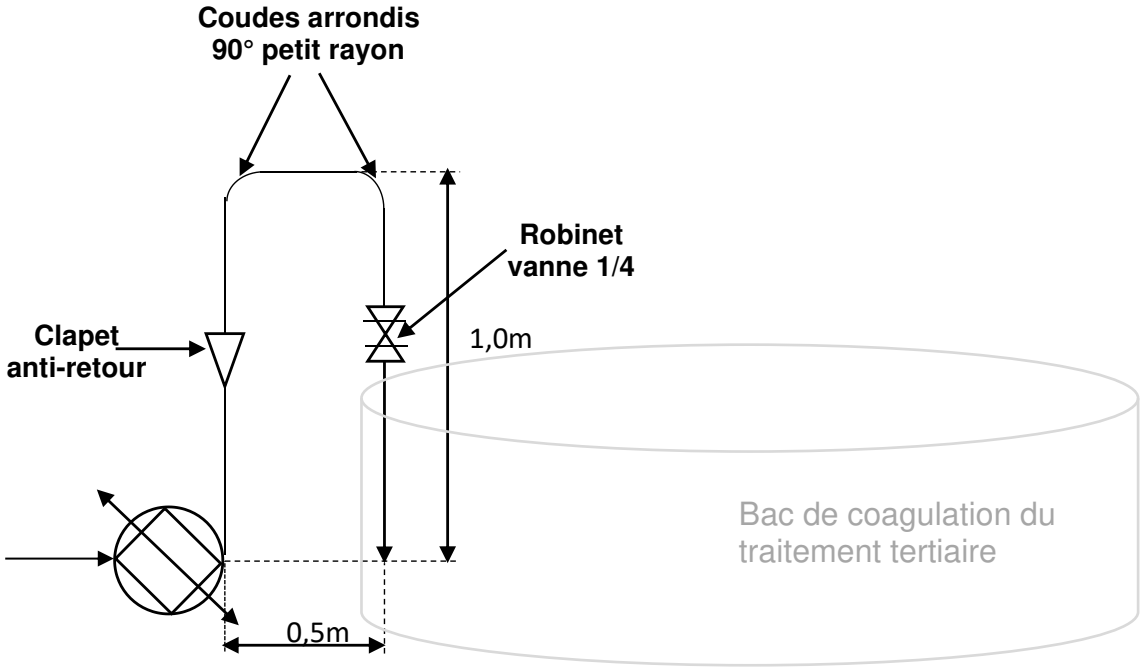
Après renseignement auprès du fournisseur, il s'avère que la pompe doseuse à membrane n'est plus fabriquée. Il faut donc commander 2 pompes équivalentes au modèle actuel, car l'installation ne peut être modifiée.

2.2.10. Indiquer la famille de pompe. / 1 point

☐ Pompe volumétrique ☐ Pompe centrifuge

Le fournisseur demande au technicien de lui donner les pertes de charge totales de l'installation pour proposer une pompe équivalente à la pompe actuelle.

Le débit volumique de la pompe doseuse du chlorure ferrique a un débit de 0,04 L/s.
Le schéma ci-dessous représente le réseau en aval de la pompe.



2.2.11. À l'aide de l'abaque page 10/15 du dossier travail, déterminer la longueur équivalente totale de l'ensemble des accidents présents sur la tuyauterie de diamètre 25 mm.
Faire figurer les tracés sur l'abaque. / 2 points

2.2.12. Calculer la somme des longueurs droites et des longueurs équivalentes sur l'ensemble du réseau. / 1 point

2.2.13. Sachant que les pertes de charge totales de tuyauterie sont de 0,0125 mCL/m, déterminer les pertes de charge totales sur l'ensemble du réseau. / 1 point

Après avoir transmis les caractéristiques de notre installation, le fournisseur nous propose 2 pompes doseuses : la série GA et la série GM.

Caractéristiques de l'installation :
Débit : 144 L/h
Température du chlorure ferrique pompé : 15 °C à 30 °C
Hauteur d'aspiration maxi :1,5 mCE
Pression à l'aspiration : Pression atmosphérique

2.2.14. Indiquer la série de pompes qui convient le mieux à notre installation à partir des principales caractéristiques techniques (annexe 3 page 12/14 du dossier ressources). Justifier la réponse donnée.

/1,5 point

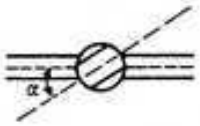
2.2.15. Choisir dans la série la version de la pompe la plus adaptée.
Justifier la réponse donnée. / 1,5 point

Abaque des longueurs équivalentes des accidents exprimées en longueur droite de tuyauterie

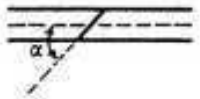
Robinet-vanne
- — ouverture 1/4 : A
- — ouverture 1/2 : C
- — ouverture 3/4 : H
- — ouverture 1 : O

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

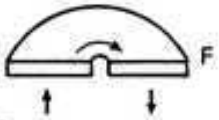
Robinet à tournant
- α = 10 degrés : H
- α = 20 degrés : D
- α = 40 degrés : A



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



Coude à 180 degrés :



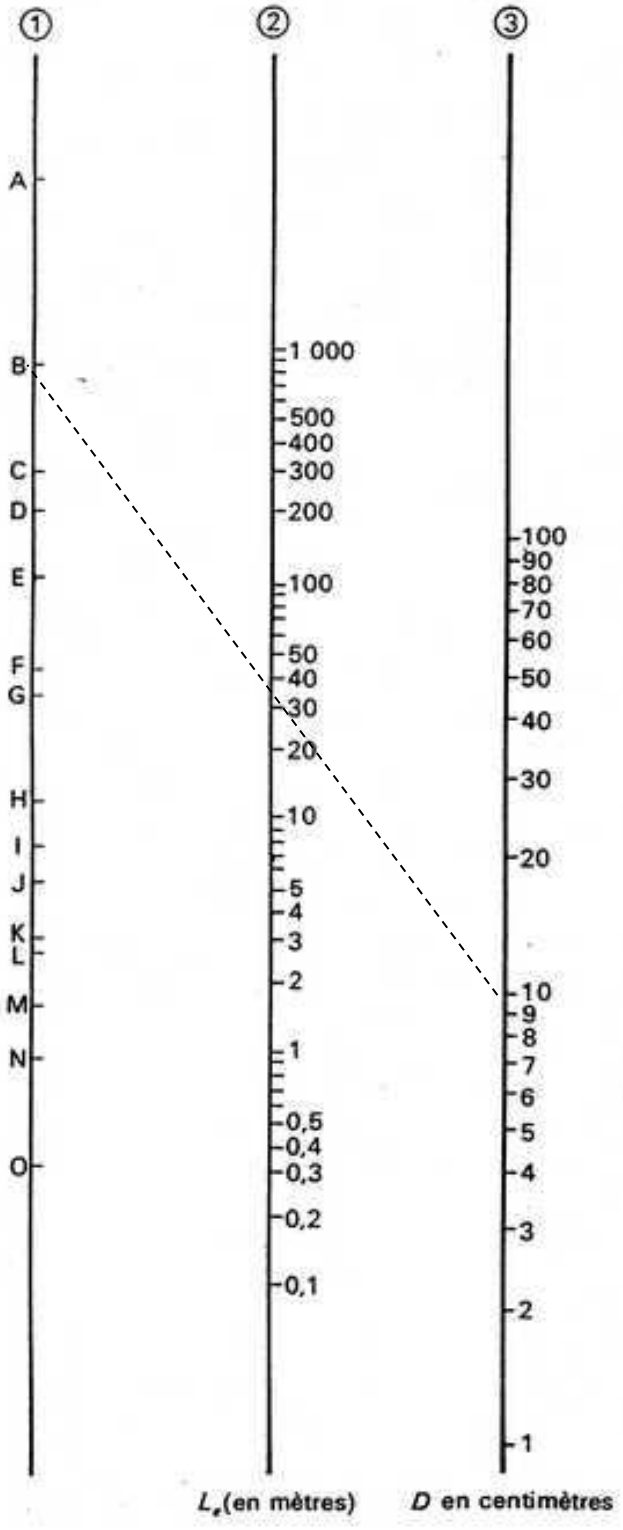
Coude brusque à 90 degrés : G
Coude arrondi à 90 degrés :
- de petit rayon : I
- de rayon moyen : J
- de grand rayon : K

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.

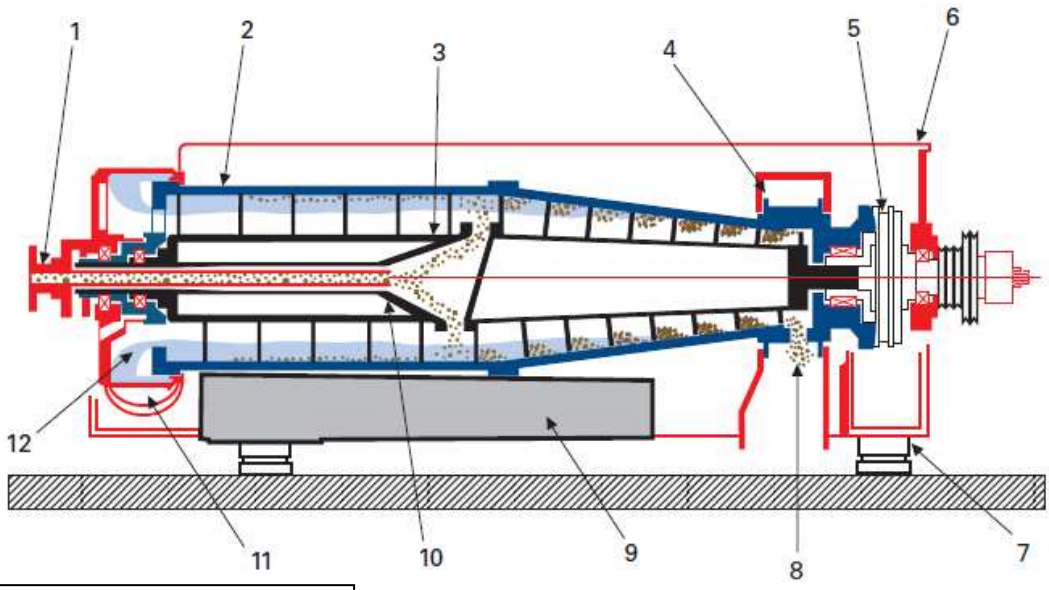


2.3. Vérification de la pompe d'injection du polymère 15,5 points

Le technicien en profite pour vérifier la pompe doseuse de polymère de la centrifugeuse pour le traitement des boues. La pompe semble fonctionner correctement, mais il procède à des vérifications en effectuant un bilan matière sur la centrifugeuse et en surveillant la siccité des boues déshydratées.

2.3.1. Compléter la nomenclature ci-dessous en précisant le repère correspondant à chaque élément de la centrifugeuse.

/ 2 points



(Memento Degrémont)

0,25 point par réponse exacte

Repères	Désignation		Repères	Désignation
	Canne d'alimentation			Vis sans fin
10	Distributeur tournant		5	Réducteur
	Boue déshydratée			Carter sédiment
	Carter effluent		12	Eau clarifiée
9	Bâti lesté			Capot de protection
	Amortisseurs			Bol

La quantité de boue humide arrivant à la centrifugeuse est de 88 m^3/j, avec une concentration en MS (matière sèche) avant déshydratation égale à 43,13 gMS/L.

2.3.2. Calculer la masse de boue sèche, arrivant à la centrifugeuse, en kg MS/j. / 1 point

La boue humide arrivant à la centrifugeuse est encore riche en microbulles d'air suite à la flottation. Sa masse volumique est égale à celle de l'eau, $\rho_{\text{boue humide}} = 1\,000$ kg/m^3.

2.3.3. Calculer la masse de boue humide arrivant à la centrifugeuse en kg/j (formulaire annexe 5 page 14/14 du dossier ressources).
Calculer la teneur massique en matière sèche de la boue humide arrivant à la centrifugeuse avant déshydratation. / 2 points

2.3.4. Le temps de fonctionnement moyen de la centrifugeuse est de 6 h/j. La quantité d'eau clarifiée sortant de la centrifugeuse est de 11,55 m^3/h. Calculer la quantité d'eau clarifiée sortant de la centrifugeuse en m^3/j. /1 point

2.3.5. On admet que 88 000 kg de boues humides de teneur massique en matières sèches égale à 4,3 % doivent être déshydratées par la centrifugeuse. On prévoit aussi que 69 320 kg d'eau clarifiée de teneur massique égale à 0,2 % sortiront de la centrifugeuse. Le technicien veut savoir si la siccité des boues déshydratées obtenues par centrifugation, correspondra à la siccité souhaitée.

Effectuer le bilan matière de la centrifugeuse, en détaillant les calculs sur les sédiments ci-dessous.
Reporter et compléter le tableau page 13/15. / 8,5 points

Boue humide	m (en kg)	w (%)
Sédiment		4,3
Eau		
Total	88 000	

CENTRIFUGATION

Boue déshydratée	m (en kg)	w (%)
Sédiment		
Eau		
Total		

Eau clarifiée	m (en kg)	w (%)
Sédiment		0,2
Eau		
Total	69 320	

2.3.6. Après vérification de la siccité sur un échantillon de boue déshydratée au laboratoire sur balance séchante, le technicien obtient une siccité de 19,4 %. En vous aidant du dossier ressources page 8/14, indiquer si la boue déshydratée a atteint la siccité désirée avant transfert vers le centre de compostage. Justifier la réponse donnée. /1 point

3. CONDUITE ET CONTRÔLE EN COURS DE TRAITEMENT.

9,5 points

Le technicien n'ayant toujours pas trouvé l'origine de l'augmentation des MES avant rejet dans la Seine, il doit effectuer une ultime vérification : le bon fonctionnement de la régulation de la hauteur de boue, garant de la bonne séparation entre l'eau traitée et la boue.
La hauteur de boue est mesurée par un capteur ultrason. Elle doit être maintenue à une hauteur comprise entre 80 et 120 cm. Pour cela, on agit sur le débit de soutirage de la boue présente au fond du clarificateur.

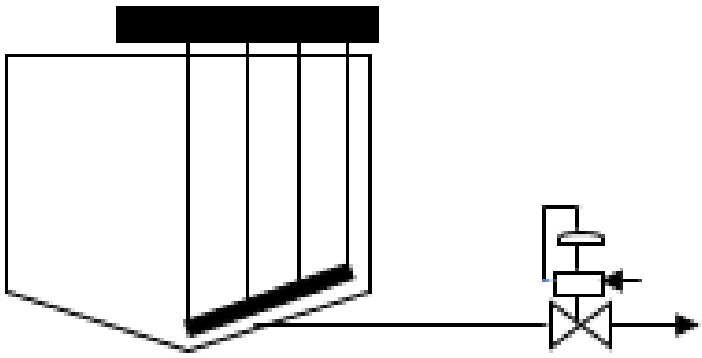
3.1. Expliquer Le principe de fonctionnement du capteur ultrason en vous aidant du dossier ressources (annexe 2, page 11/14). /1point

3.2. Quelle est la grandeur réglée ? Quelle est la grandeur réglante ? /1,5 point

Grandeur réglée :

Grandeur réglante :

3.3. Représenter sur le schéma suivant la boucle de régulation, en vous aidant du dossier ressources (annexe 4, page 13/14). /2 points



Cette boucle est constituée de :
- un capteur avec une gamme de mesure de 60 à 150 cm ;
- un transmetteur électronique avec un signal de sortie 4-20 mA.

3.4. Remplir le tableau de fonctionnement suivant : /1,5 point

Boucle de régulation	Variation de la grandeur réglée	Variation de la grandeur réglante (↑ou↓)	Type de vanne (FMA ou OMA)	Variation du signal de sortie (↑ou↓)	Sens d'action du régulateur (INV ou DIR)
Hauteur du voile de boue	↑				**INV**

Le technicien souhaite vérifier le fonctionnement du capteur. L'afficheur ne fonctionnant plus, il est obligé de calculer la hauteur de boue à partir du signal de sortie mesuré.
La hauteur de boue obtenue par calcul est de 105 cm.
Le technicien décide de mesurer manuellement la hauteur de boue. Il obtient alors une hauteur de boue 130 cm.

3.5. Comparer la valeur calculée avec la valeur mesurée. /1 point

3.6. Indiquer un dysfonctionnement possible du capteur ultrason en vous aidant du dossier ressources (annexe 2 page 11/14). /1 point

Le technicien procède au nettoyage du capteur pour régler le dysfonctionnement.
Après mesure du signal de sortie, il obtient 16,5 mA.

3.7. Calculer la hauteur de boue (voir formulaire annexe 5, page 14/14 du dossier ressources). /1,5 points

Calcul :

Les valeurs obtenues, par mesure manuelle du technicien et par le capteur, sont identiques : le dysfonctionnement semble résolu.
Il surveille la qualité des rejets et observe qu'il n'y a plus de non-conformités pour le paramètre MES.

4. COMPTE-RENDU AU RESPONSABLE D'EXPLOITATION

6 points

Dans le cadre d'une démarche qualité, le technicien est dans l'obligation de rendre compte auprès de son responsable de ses interventions et vérifications en complétant la fiche suivante :

FICHE DE SUIVI				
INCIDENTS	**DATE INTERVENTION**	**MESURES PRISES**	**OPÉRATION DE MAINTENANCE**	**RÉSOLUTION DU DYSFONCTIONNEMENT**
MES				☐ OUI ☐ NON
Phosphore total				☐ OUI ☐ NON

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.