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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

SESSION 2014

Brevet de Technicien Supérieur

Conception et Réalisation de Systèmes Automatiques

SUJET

Sous épreuve U32 : Sciences Physiques et Chimiques Appliquées

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

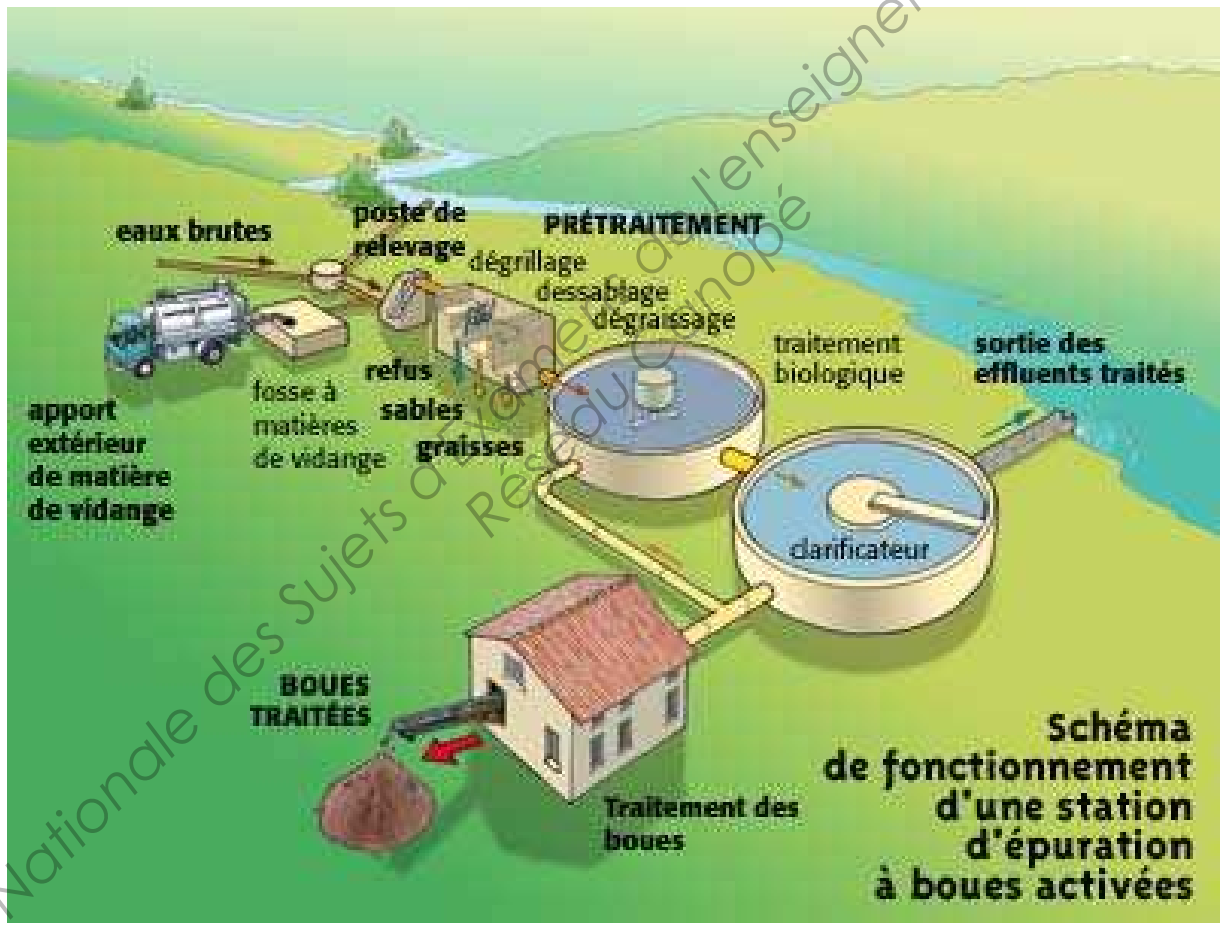
IMPORTANT
Ce sujet comporte 12 pages.
Le document réponse page 12 est à remettre avec la copie.

La station d'épuration

En France, en 2013, on dénombre plus de 19 000 stations d'épuration qui traitent plus de cinq milliards de mètres cubes d'eaux usées, avec un bénéfice considérable pour la santé humaine et la qualité des cours d'eau.

Le traitement des eaux usées a pour but de les dépolluer suffisamment pour qu'elles n'altèrent pas la qualité du milieu naturel dans lequel elles seront finalement rejetées. De l'arrivée à la station d'épuration jusqu'au rejet naturel, le traitement comporte en général :

- le poste de relevage ;
- le prétraitement ;
- le traitement biologique ;
- la clarification et la sortie en rivière ;
- le traitement des boues ;
- la surveillance.



Base Nationale des Sujets d'examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Le sujet vous propose d'étudier quelques éléments d'une station d'épuration, à savoir le poste de relevage, le prétraitement et la surveillance.

A. Le poste de relevage *(9,5 points)*

I. La pompe de relevage

On se sert de pompe de relevage pour le transport des eaux usées vers la station d'épuration, lorsque ces dernières sont à un niveau plus bas que les installations de dépollutions.

La notice technique de la pompe utilisée se trouve en annexe 1 page 8.

L'installation nécessite un débit de 50 $m^3 \cdot h^{-1}$ pour une hauteur manométrique totale *(Hmt)* de 17,5 m.

Rappel : pour une pompe de relevage, la hauteur manométrique totale est égale à la hauteur de refoulement réelle à laquelle on ajoute les pertes de charges.

1. À l'aide de l'***annexe 1 page 8***, montrer que le modèle de pompe C3102 HT 252 peut convenir pour l'installation.
2. En utilisant le tableau de l'***annexe 1 page 8***, précisez s'il s'agit d'un moteur synchrone ou asynchrone, sachant que le réseau d'alimentation a une fréquence de 50 Hz. Justifier la réponse.
3. Déterminer le couplage du moteur de la pompe sur un réseau 230 / 400 V – 50 Hz.

   Représenter le couplage et la connexion au réseau sur le ***document réponse page 12***.
4. Conformément à la norme DIN VDE 0530, le sens de rotation des moteurs triphasés est à droite *(vu sur le bout d'arbre du moteur)* et le sens de rotation de la pompe est à gauche *(vu sur la bride d'aspiration).*

   Que faut-il changer dans le branchement d'un moteur triphasé si l'on s'aperçoit que le moteur triphasé ne tourne pas dans le bon sens ?
5. Calculer le facteur de puissance, sachant que la puissance indiquée sur la documentation constructeur correspond à une puissance électrique.
6. Quelle modification faut-il apporter à l'installation électrique afin de relever le facteur de puissance du moteur de la pompe si la valeur imposée par EDF est de 0,89 ?

II. L'eau dans les canalisations

Les canalisations, en sortie des pompes de relevage, sont constituées de tuyaux d'acier de diamètre intérieur d_1 = 100 mm (section S_1). Afin de réduire la vitesse du fluide en sortie, on augmente le diamètre intérieur à d_2 = 150 mm (section S_2) à l'aide de l'adaptateur de section utilisé et présenté en ***annexe 2 page 9***.

On considère que l'écoulement est permanent dans la suite de l'exercice.

1. Le débit nominal en sortie de pompe étant de $Q_V = 30\ m^3 \cdot h^{-1}$, calculer la vitesse v_1 du fluide à la sortie de la pompe.
2. Sachant que l'équation de conservation du débit s'écrit $v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2$, calculer la vitesse v_2 du fluide après le passage dans l'adaptateur de section.
3. Les différentes pertes de charge présentes dans les canalisations en acier sont fournies en ***annexe 4 page 10***. On s'intéresse aux différentes pertes de charge en sortie de l'adaptateur de diamètre intérieur d_2 = 150 mm.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

3.1. Relever les pertes de charges pour :

- 1 m de tuyau métallique,
- 1 coude à bride à 90°,
- 1 clapet de retenue *(clapet anti-retour).*

3.2. Calculer les pertes de charges pour une canalisation de 150 mm de diamètre, ayant une longueur de 20 m, 3 coudes à bride à 90° et 1 clapet de retenue.

On considèrera que 10,33 m de colonne d'eau exercent une pression de 1013 hPa.

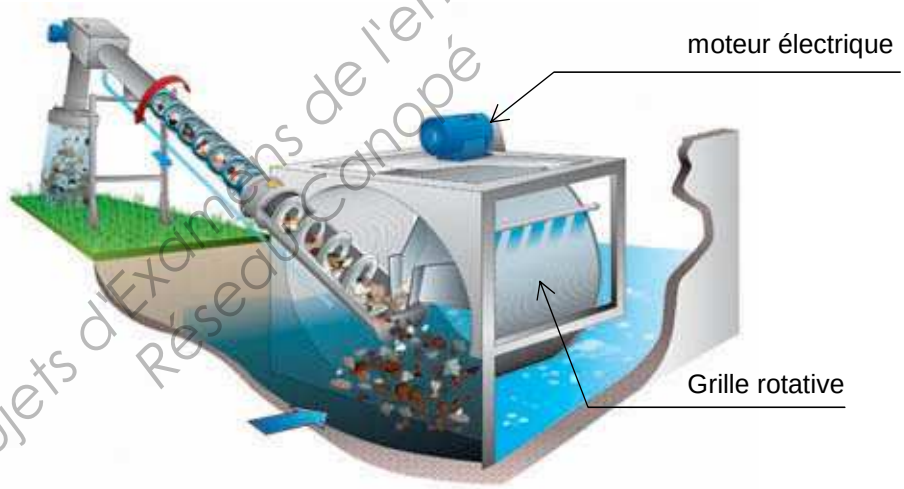
3.3. Commentez la valeur obtenue.

B. Le prétraitement *(4 points)*

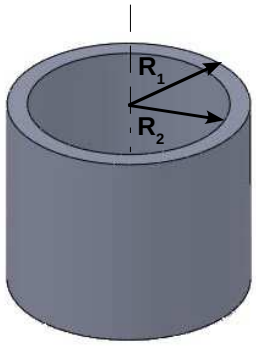
Le pré-traitement a pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et d'endommager les équipements.

I. Le dégrilleur

Description du système :
Le dégrilleur traite les déchets volumineux : les eaux usées passent au travers d'une grille rotative dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses.



Le dégrilleur est entraîné par un moteur électrique de couple moteur C_M . On assimilera la grille du dégrilleur à un cylindre creux de rayon extérieur R_1 = 65 cm, un rayon intérieur R_2 = 64 cm et une masse de m = 640 kg .



Des balais à l'intérieur du cylindre récupèrent les déchets, et engendrent un couple résistant C_R .

On néglige les autres sources de frottements.

On rappelle que le moment d'inertie de ce type de solide creux est donné par

$$J_{\Delta} = \frac{m}{2} \cdot \left(R_1^2 + R_2^2 \right)$$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

On considère pour la suite de l'exercice les données suivantes:

- couple moteur supposé constant (imposé par le moteur électrique) : $C_M = 100\ Nm$
- couple résistant supposé constant (frottements sur le dégrilleur) : $C_R = 30\ Nm$
- vitesse de rotation nominale du dégrilleur : $n_N = 10\ tr \cdot min^{-1}$

1. Calculer la valeur du moment d'inertie J_Δ du dégrilleur.
2. Vérifier que l'accélération angulaire γ du dégrilleur est égale à $0{,}26\ rad \cdot s^{-2}$.

   On donne le principe fondamental de la dynamique relatif à un solide en rotation autour d'un axe fixe s'écrit $\sum M \underset{F_{ext}}{\longrightarrow} = J_\Delta \cdot \gamma$

   avec $\sum M \underset{F_{ext}}{\longrightarrow}$: somme des moments des forces extérieures agissant sur le dégrilleur
   et γ: accélération angulaire du dégrilleur

3. En considérant une accélération angulaire constante et égale à 0,26 $rad \cdot s^{-2}$, calculer la durée nécessaire pour que le dégrilleur atteigne sa vitesse de rotation nominale n_N si il est à l'arrêt à t=0s.

II. La désodorisation

L'air vicié collecté dans les installations de la station est envoyé vers l'unité de traitement des boues.

Pour cela l'air barbotte dans une solution maintenue à un pH de 2,9 à 3,1.

1. Déterminer la nature acido-basique de la solution utilisée. Justifier la réponse.
2. À l'entrée de l'unité de traitement, on peut lire le pictogramme ci-dessous.



   Préciser sa signification et les moyens appropriés de protection élémentaire.

C. La surveillance *(6 ,5 points)*

La surveillance consiste en une série de mesures pratiquées par l'exploitant de la station d'épuration. Une des mesures porte sur la turbidité.

La turbidité désigne la teneur d'un fluide en matières en suspension qui le troublent.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Un extrait de la notice technique du système de mesure de turbidité est présenté en ***annexe 5 page 11***.

La mesure s'effectue à l'aide du capteur utilisant une photodiode polarisée en inverse.

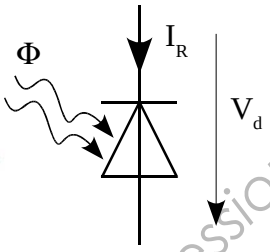
L'expression de l'intensité du courant est $I_R = S \cdot \Phi$,

où S représente la sensibilité de la photodiode,

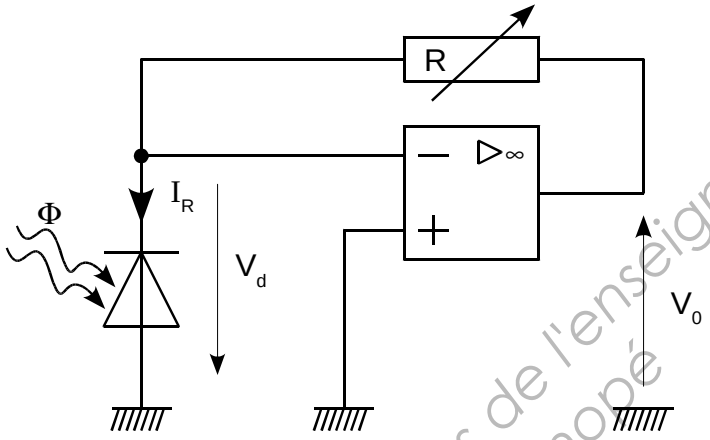
Φ le flux lumineux.

On donne $S = 0{,}30\ A \cdot W^{-1}$ et $V_d = 0\ V$.





I. Montage photovoltaïque du capteur



1. Par la méthode de votre choix, montrer que $V_0 = R \cdot I_R$.

   En déduire que la tension V_0 est proportionnelle au flux lumineux Φ.

2. On note S_c la sensibilité du capteur défini par $S_c = \frac{V_0}{\Phi}$.

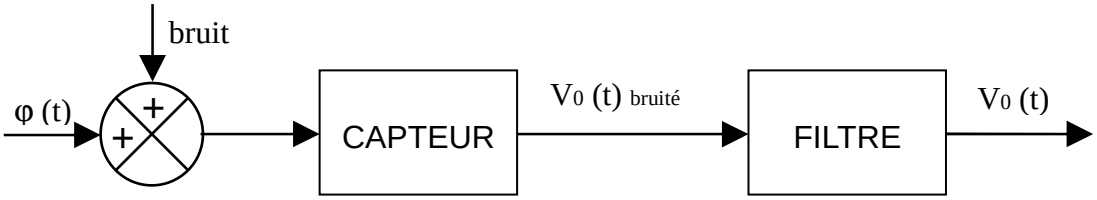
   Vérifier que S_c a comme valeur $2{,}0 \times 10^{6}\ V \cdot W^{-1}$ pour une valeur de résistance R = 6,7 MΩ.

   Exprimer cette valeur en $mV \cdot nW^{-1}$ (unité utilisée dans la documentation du constructeur).

3. Proposer une méthode pour améliorer la sensibilité du capteur.

II. Traitement du signal

Dans la chaîne de mesure du turbidimètre, le signal sortant du capteur est fortement bruité. La source lumineuse émet un flux lumineux φ(t) sinusoïdal de fréquence f_0 = 1,25 kHz. Il est donc nécessaire de filtrer ce signal bruité.

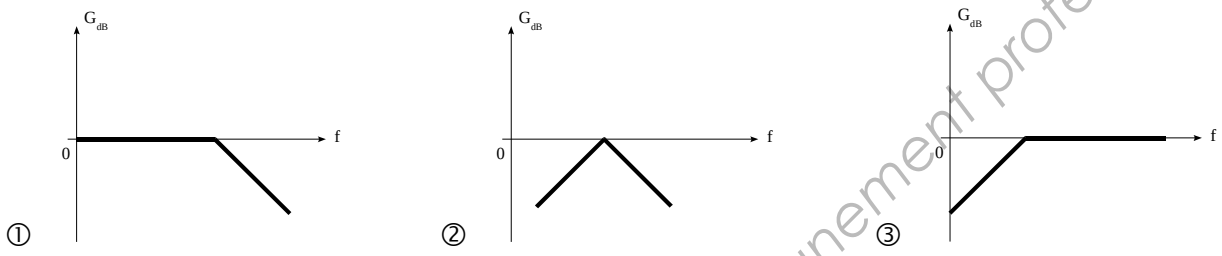


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

1. Le spectre en amplitude de la tension bruitée de sortie du capteur est donné en ***annexe 3 page 9***.

Quel type de filtre (passe-bas, passe-bande ou passe-haut) faut-il utiliser afin d'obtenir l'information issue de la photodiode en sortie du montage ? Justifier la réponse.

2. Parmi les trois gabarits de filtres ci-dessous, lequel correspond au filtre choisi :



3. Sur le spectre donné en ***annexe 3 page 9***, à quoi correspond la raie à fréquence nulle ?

4. Donner la valeur de l'amplitude du mode fondamental.

5. Indiquer la fréquence et l'amplitude de l'harmonique de rang 3.

6. Sachant que l'amplification du filtre utilisé est A = 1,0 dans la bande passante, représenter sur le ***document réponse page 12***, le spectre en amplitude du signal $V_0(t)$ de sortie du filtre.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Annexe 1 : La pompe de relevage

Pompes submersibles d'assainissement

Moteur 400 V / 690 V ; 50 Hz

SERIE 3000



Nouvelle série 3000

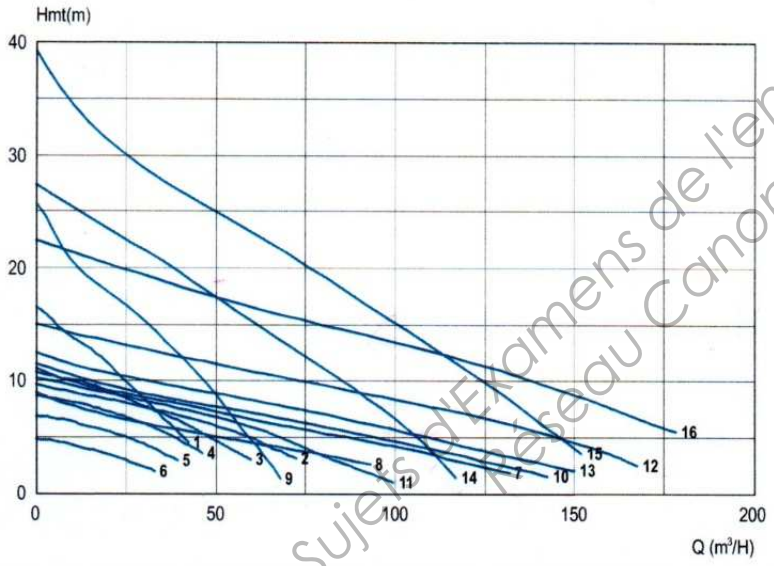
APPLICATIONS

> Pompage d'eaux brutes, d'eaux pluviales, d'eaux chargées des réseaux publics d'assainissement et d'industries.

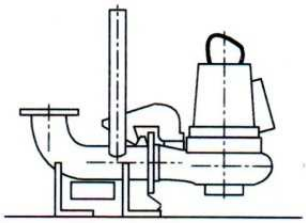
CONCEPTION

> Corps de pompe, volute et roue : fonte.
> Etanchéité assurée par 2 garnitures mécaniques.
> Roue monocanale Neva Clog C ou roue ouverte N incolmatables (3085 - 3102 - 3127).
> Roue Vortex D (3068 - 3085).

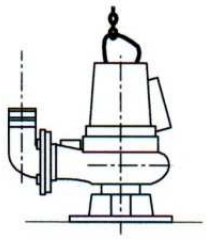
Courbes de performances



Installation fixe



Installation mobile

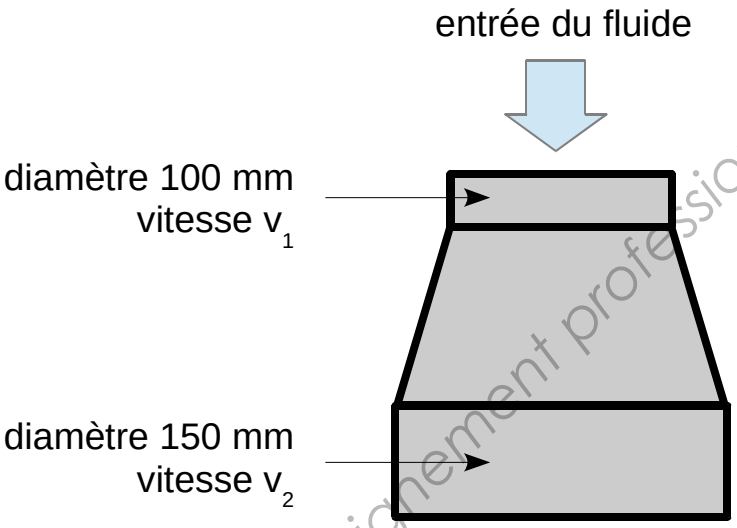


Courbe N°	Type	Puissance (kW)	Vitesse (Tr/min)	Intensité (A) Tri.400 V	Section de passage (mm)	Poids (kg) Version fixe	Poids (kg) Version mobile
1	D3068 HT 214	2,4	2705	5,3	Ø 55	42	52
2	D3068 MT 470	2	1355	4,9	Ø 80	42	52
3	D3068 MT 470	2	1355	4,9	Ø 65	42	52
4	D3068 MT 471	1,5	1355	3,7	Ø 65	42	52
5	D3068 MT 472	1,5	1355	3,7	Ø 65	42	52
6	D3068 MT 473	1,5	1355	3,7	Ø 65	42	52
7	C3085 MT 432	2	1395	4,6	Ø 76	66	71
8	C3085 MT 434	1,3	1435	3,3	Ø 76	66	71
9	C3085 HT 250	2,4	2830	4,7	Ø 40	62	63
10	N3085 MT 460	2	1395	4,6	Ø 39	66	71
11	D3085 MT 470	2	1395	4,6	Ø 76	72	71
12	C3102 MT 430	3,1	1450	6,9	Ø 76	112	121
13	C3102 MT 435	3,1	1450	6,9	Ø 76	112	121
14	C3102 HT 252	4,4	2870	8,6	Ø 52	105	114
15	C3127 HT 250	7,4	2920	15	Ø 58	147	155
16	C3127 HT 481	5,9	1450	12	Ø 76	147	155

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

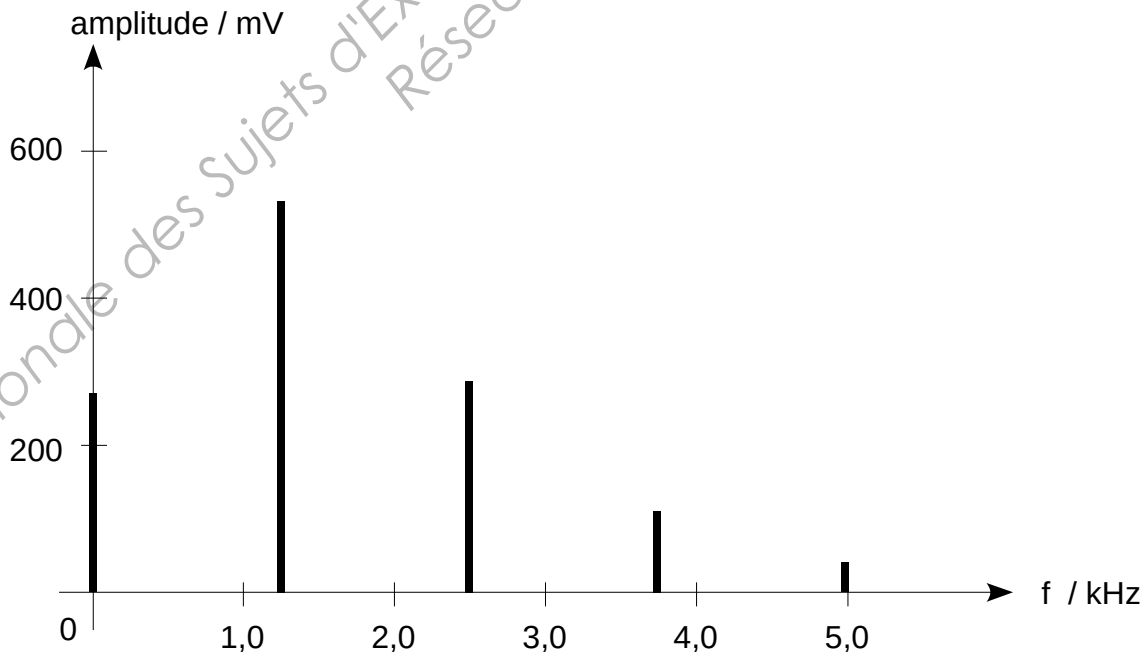
Annexe 2 : L'adaptateur de section





Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Annexe 3 : Le spectre en amplitude du signal bruité



Annexe 4 : Les pertes de charge

Pertes de charge dans les tuyaux neufs

Exprimées en m de colonne d'eau par m de tuyau métallique.
Pour des tuyauteries en PVC, prendre 80 % des valeurs ci-dessous.

Diamètre de la tuyauterie en mm	DÉBIT en m^3 / h																			
	0,2	0,5	0,7	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30	40
1/2	0,015	0,100	0,200	0,400																
3/4	0,003	0,020	0,040	0,080	0,170	0,330														
1		0,005	0,010	0,024	0,050	0,090	0,210	0,320												
1 1/4		0,001	0,002	0,005	0,010	0,020	0,045	0,076	0,130	0,170	0,250	0,330								
1 1/2				0,002	0,005	0,009	0,022	0,035	0,060	0,080	0,120	0,140	0,190	0,230	0,330					
2					0,001	0,003	0,006	0,010	0,018	0,025	0,036	0,045	0,057	0,070	0,100	0,150	0,260			
65							0,002	0,005	0,007	0,010	0,013	0,017	0,021	0,025	0,035	0,053	0,088		0,186	0,325
80									0,002	0,003	0,003	0,005	0,006	0,007	0,010	0,016	0,028	0,044	0,063	0,112
100												0,001	0,002	0,002	0,003	0,005	0,008	0,013	0,019	0,033
125															0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,011
150																	0,001	0,002	0,002	0,004

Nota : les valeurs soulignées correspondent à une vitesse d'écoulement comprise entre 1 et 1,5 m/s.

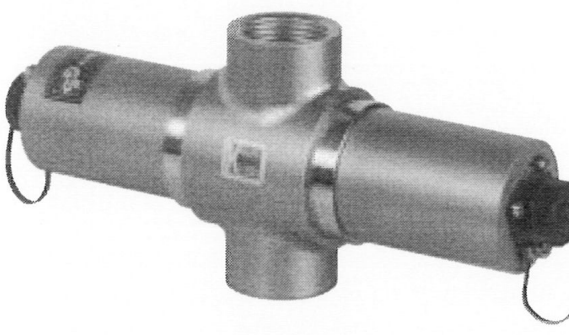
Pertes de charge dans les accessoires

Exprimées en longueur (m) droite de tuyau équivalent.
Exemple : 1 coude à visser de 90°, ∅100, a la même perte de charge que 4 m de tuyau droit de même diamètre.

	DIAMÈTRE NOMINAL DE LA TUYAUTERIE en mm									
ACCESSOIRES	**25**	**32**	**40**	**50**	**65**	**80**	**100**	**125**	**150**	**200**
Clapet de pied crépine	4	5	7	9	11	15	20	26	34	46
Coude (90°) à visser	1	1,3	1,6	2	2,6	3,2	4			
Coude (90°) à bride				0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,1	2,6
Robinet à soupape	10	13	16	20	26	34	45			
Vanne à passage direct				0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8
Clapet de retenue	6	7	8	10	10	10	12	15	18	24

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Annexe 5 : le système de mesure de turbidité



Description du capteur de turbidité:

Le capteur de turbidité monorayon haute précision du type ATA-K mesure la diminution de lumière (dans le proche infrarouge, NIR) lorsque celle-ci traverse le fluide à mesurer. Le capteur ATA-K a été conçu tout en acier inox pour être directement et facilement raccordé au procédé. Le fluide est pénétré par un faisceau lumineux adéquat, concentré et constant. Une diode photo-électrique en silicium mesure l'intensité lumineuse à son arrivée pour ensuite la diriger comme courant photo-électrique vers le transformateur de mesure. Les modifications de cette intensité lumineuse provoquées par absorption et/ou dispersion sur les substances contenues (dissoutes ou non dissoutes) dans le fluide sont mesurées et extraites par le transmetteur de mesure. De cette manière, il est possible d'effectuer des mesures de concentration aussi bien dans la plage ppm que dans la plage %.

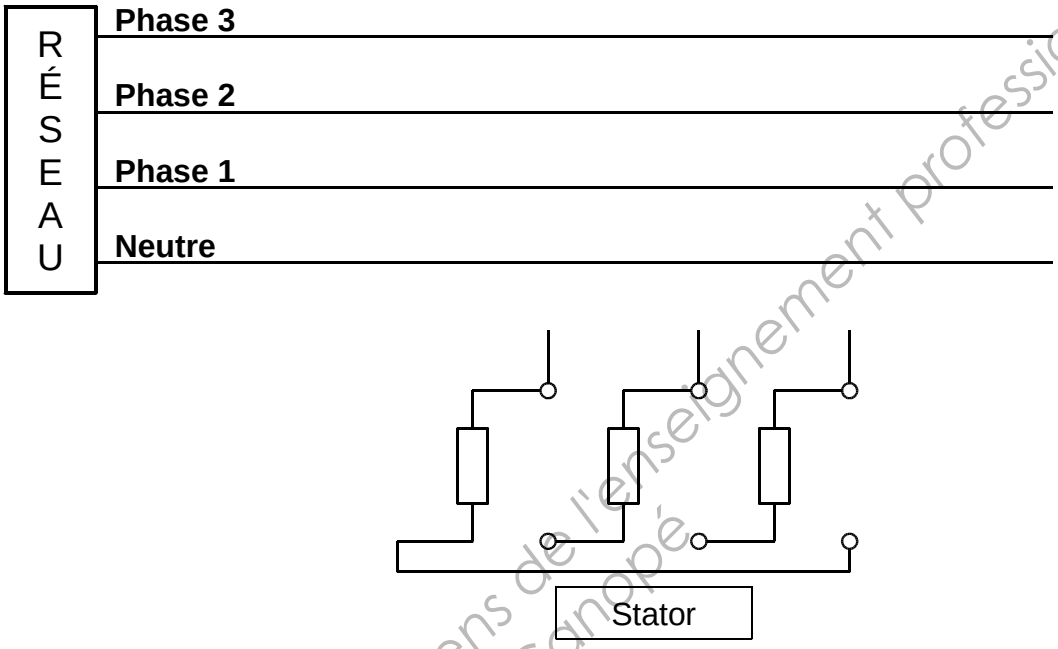
Caractéristiques techniques:

Principe de mesure:	principe d'absorption
Plage de mesure:	0 à 0,5...4 CU (Concentration Unit)
Précision de mesure:	±2 % de l'EM réglée
Température du processus:	0...100 °C (temporairement120 °C)
Température ambiante:	0...40 °C
Pression du processus:	10 mbar...16 bar
Matière:	1.4571/316 Ti, en option TFMC (PTFE/carbone composite)
Joint:	Silicone/FPM/EPDM/Kalrez®
Fenêtre de mesure:	verre de borosilicate, en option saphir
OPL (longueur du chemin optique):	5...40 mm
Raccords:	bride DIN-/ANSI/NPT/filetage de tube/filetage de tube laticifère (autres raccords sur demande)
Diamètres nominaux:	DN 25, DN 50, 1", 2"
Source lumineuse:	env. 3 à 5 ans durée de vie
Longueur d'onde:	NIR, 730 à 970 nm
Indice de protection:	IP 65 (boîtier de l'optique complet V4A)
Certification:	CE, GS
Poids:	
Filetage G, NPT, alimentaire DN 25:	env 2,8 kg
Raccord alimentaire DN 50:	env 3,7 kg
bride ANSI 1", bride DIN DN 25:	env. 4,8 kg
bride ANSI 2", bride DIN DN 50:	env. 8,1 kg

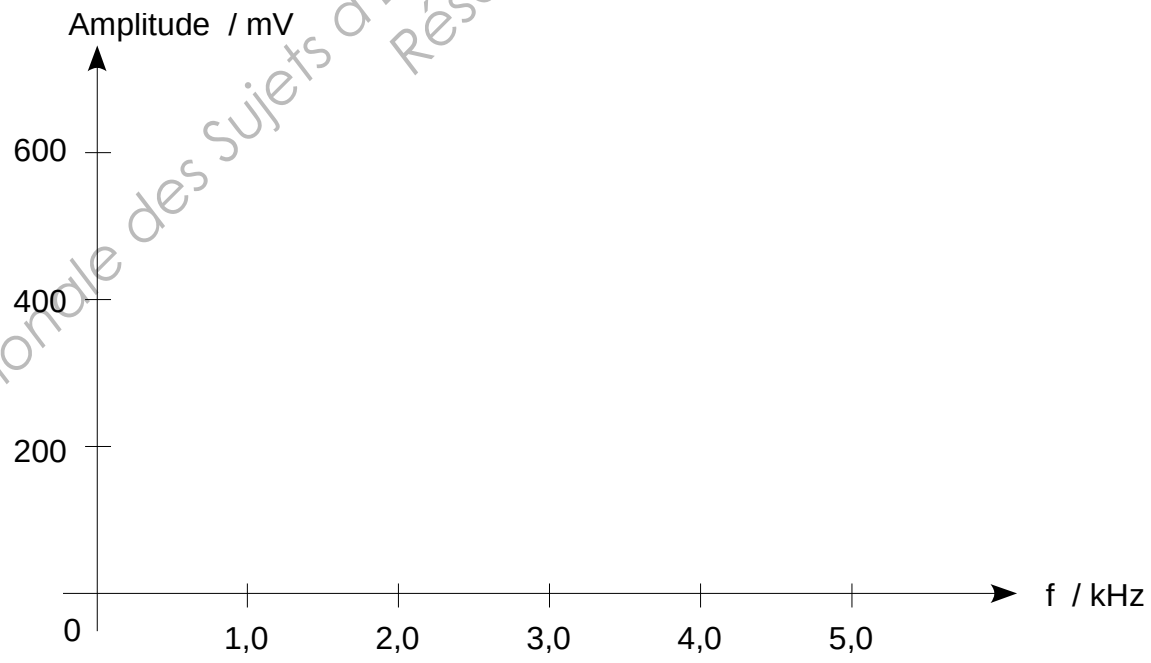
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Document réponse à rendre avec la copie

Couplage du moteur et connexion au réseau :



Spectre en amplitude du signal $V_0(t)$ de sorte du filtre :



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

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.

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.