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

1ère PARTIE : GENIE DES PROCEDES (40 points)

Durée conseillée : 2 h.

Une usine d'eau potable traite l'eau de la Marne par un procédé de filtration lente selon la filière et les caractéristiques décrites en **Annexe 1**.

Pendant les périodes chaudes, le développement d'algues dans l'eau brute impose un prétraitement de 60 % du débit journalier par flottation à air dissous (FAD) avec pressurisation indirecte de l'eau.

1. ETUDE DE LA FLOTTATION

1.1. Donner le principe de la FAD.

1.2. Définir " la pressurisation indirecte " et expliquer la formation des bulles d'air.

1.3. Préciser l'importance de la taille des bulles dans les performances des flottateurs.

1.4. Calculer le débit maximal admissible d'un flottateur.

1.5. Calculer les besoins journaliers de la station en $FeCl_3$ et en floculant, pendant la période chaude.

2. ETUDE DE LA FILTRATION

2.1. Définir la taille effective (TE) et le coefficient d'uniformité (CU) d'un matériau filtrant.

2.2. Indiquer dans quelle circonstances le lavage d'un filtre est nécessaire.

2.3. Expliquer les étapes du lavage à contre-courant, air-eau, sans mise en expansion des dégrossisseurs et des préfiltres (**Annexe 2**).

2.4. Calculer les besoins en eau pour le lavage d'un préfiltre sur 24 heures.

2.5. Calculer le rapport entre l'eau consommée par les lavages des préfiltres et celle préfiltrée par jour en considérant que le débit d'alimentation des filtres est égal au débit d'entrée station.

3. ETUDE DE LA FILIÈRE-BOUE (Annexe 3)

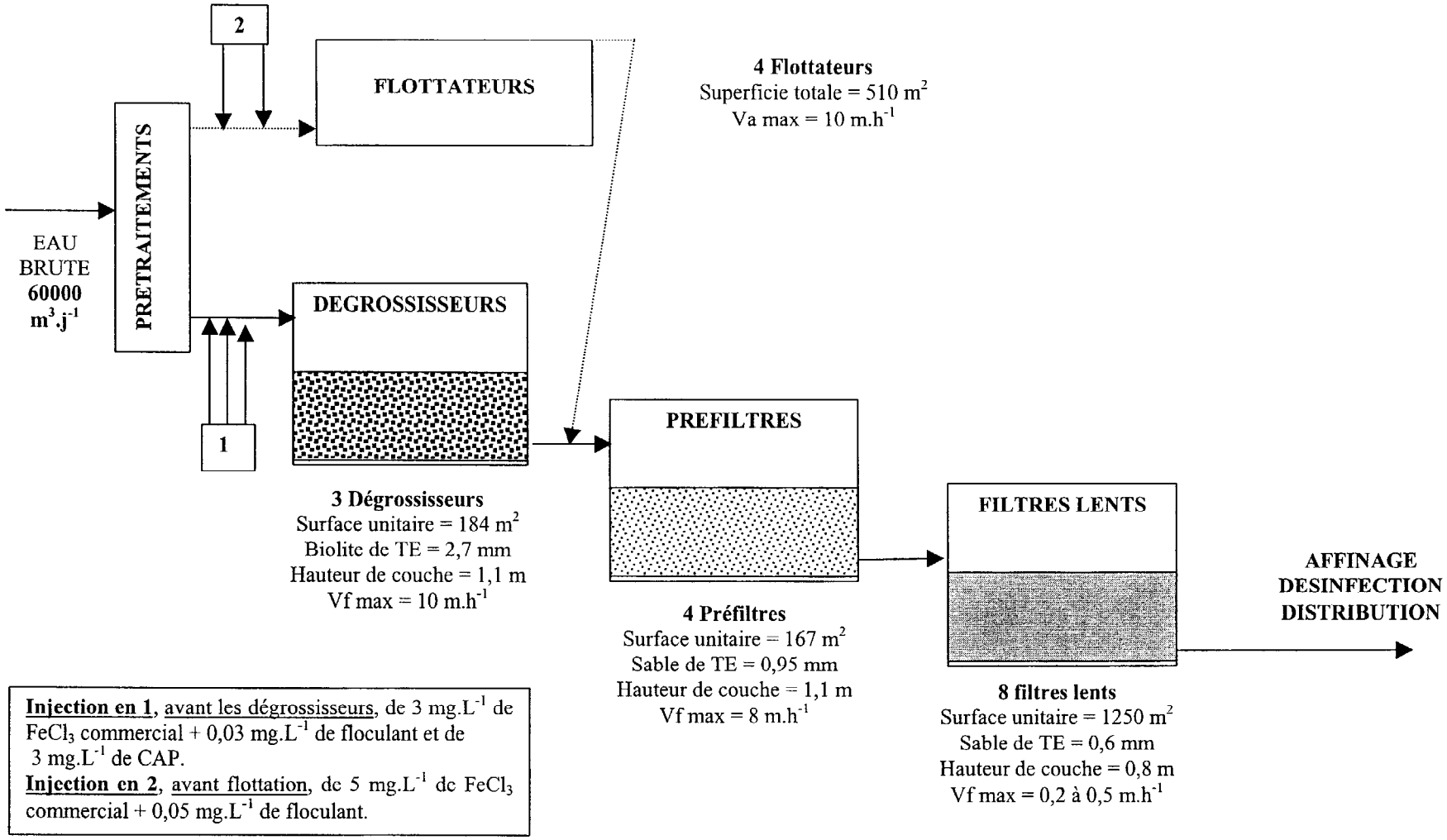
3.1. Expliquer le mode de collecte des boues dans les flottateurs.

3.2. Définir la siccité et justifier la concentration élevée des boues flottées.

3.3. Estimer le volume d'eau évacué par le filtre-presse ($d_{boue} = 1$).

3.4. Calculer l'enrichissement en Ca^{2+} des boues chaulées ($kg_{calcium}.m^{-3}_{boues\ chaulées}$).

ANNEXE 1


2
FLOTTATEURS
4 Flottateurs
Superficie totale = 510 m²
Va max = 10 m.h⁻¹
EAU
BRUTE
60000
m³.j⁻¹
PRETRAITEMENTS
DEGROSSISSEURS
1
3 Dégrossisseurs
Surface unitaire = 184 m²
Biolite de TE = 2,7 mm
Hauteur de couche = 1,1 m
Vf max = 10 m.h⁻¹
PREFILTRES
4 Préfiltres
Surface unitaire = 167 m²
Sable de TE = 0,95 mm
Hauteur de couche = 1,1 m
Vf max = 8 m.h⁻¹
FILTRES LENTS
8 filtres lents
Surface unitaire = 1250 m²
Sable de TE = 0,6 mm
Hauteur de couche = 0,8 m
Vf max = 0,2 à 0,5 m.h⁻¹
AFFINAGE
DESINFECTION
DISTRIBUTION
Injection en 1, avant les dégrossisseurs, de 3 mg.L⁻¹ de FeCl₃ commercial + 0,03 mg.L⁻¹ de floculant et de 3 mg.L⁻¹ de CAP.
Injection en 2, avant flottation, de 5 mg.L⁻¹ de FeCl₃ commercial + 0,05 mg.L⁻¹ de floculant.

ANNEXE 2

Cycle de lavage d'un préfiltre

Fréquence de lavage toutes les 8 heures

Détassage à l'eau : débit de 6 $m^3.h^{-1}.m^{-2}$ de surface filtrante pendant 2 minutes

Lavage à l'air : 60 $m^3.h^{-1}.m^{-2}$ de surface filtrante
+ eau : 10 $m^3.h^{-1}.m^{-2}$ de surface filtrante pendant 12 minutes

Dégazage au repos pendant 2 minutes

Rinçage à l'eau : 20 $m^3.h^{-1}.m^{-2}$ de surface filtrante pendant 14 minutes

Remarques

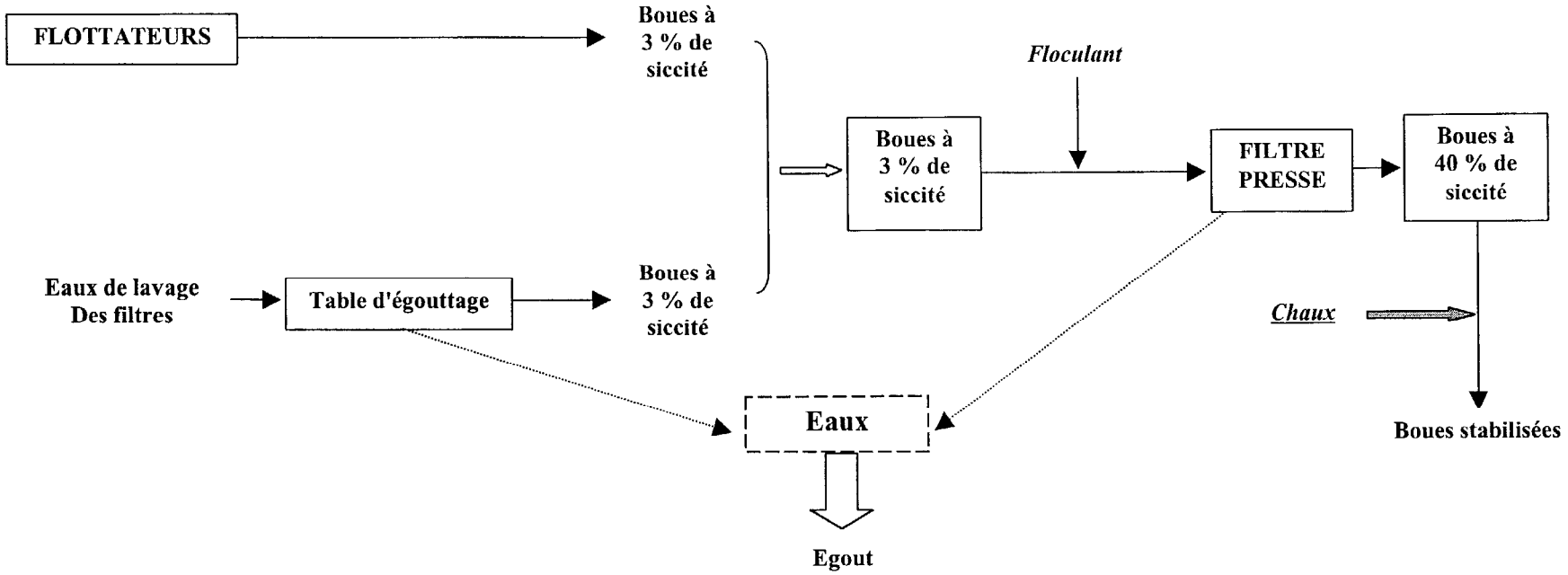
⇨ Seuls 3 préfiltres sont en fonctionnement, le $4^{ème}$ est gardé en secours.

⇨ Lorsqu'un préfiltre est en lavage, un régulateur de débit répartit son alimentation sur les 2 préfiltres en fonctionnement de façon à maintenir constante la production d'eau préfiltrée.

⇨ Les besoins en eau pour le lavage des 3 préfiltres sont d'environ de 10 000 $m^3.j^{-1}$.

ANNEXE 3

Filière boue



- Le volume journalier de boue arrivant au filtre-presse est de 100 m^3.
- **Chaulage** : A 3m^3 de boues, on ajoute 1 m^3 de chaux éteinte ($Ca(OH)_2$) de densité 0,6, à 95 % de pureté en masse.

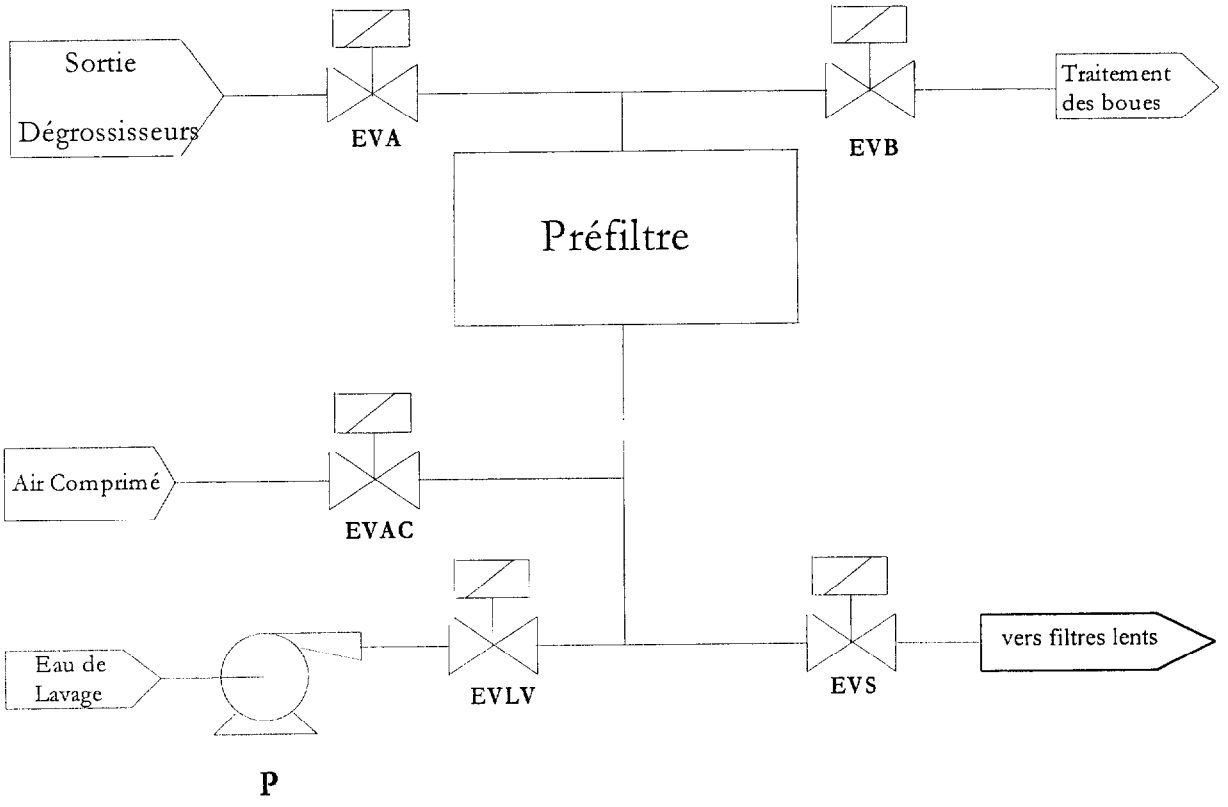
M_{Ca} = 40 $g.mol^{-1}$ MM_O = 16 $g.mol^{-1}$ MM_H = 1$g.mol^{-1}$

2ème PARTIE AUTOMATISME – REGULATION – ELECTROTECHNIQUE
(25 points)
Durée conseillée : 1h15

1. AUTOMATISME (8 POINTS)

Les trois parties sont indépendantes. On joindra les deux documents réponses avec la copie.

L'objectif de cette partie est l'étude de l'automatisme régissant le lavage des préfiltres. Ceux-ci sont lavés automatiquement toutes les 8 heures Le schéma de principe ci-dessous représente la partie opérative d'un des préfiltres. Les électrovannes sont de type normalement fermées et tous les actionneurs sont monostables.



En fonctionnement normal l'eau à filtrer provient des dégrossisseurs, passe par les préfiltres puis par écoulement gravitaire pénètre dans les filtres lents. Au niveau de la partie opérative seules les électrovannes EVA et EVS sont sollicitées dans le fonctionnement normal, les autres actionneurs sont utilisés pendant la phase de lavage. Sur le document réponse DR1 sont représentés le grafcet de gestion des tâches et une partie du grafcet de la tâche 'Lavage préfiltres' (L). Le grafcet de la tâche 'Filtration' (F) n'est pas représenté et n'est pas étudié dans ce problème. Le lavage du filtre se réalise à contre courant.

Le cahier des charges de la tâche 'Lavage préfiltres' se présente de la manière suivante :

- Lorsque la tâche 'Lavage préfiltres' est active on procède dans un premier temps à un détassage à l'eau de lavage pendant deux minutes ;
- Puis à un lavage à l'air et à l'eau pendant douze minutes ;
- Survient la phase de dégazage, c'est à dire une période au repos de deux minutes ;

- Finalement un rinçage à l'eau de lavage est réalisé pendant quatorze minutes.

1.1. Compléter le grafcet de lavage en tenant compte du cahier des charges ci-dessus.

1.2. Compléter ensuite le grafcet des tâches afin d'assurer la synchronisation des grafcets.

1.3. Ecrire les équations logiques de la pompe P et de l'électrovanne EVAC sur le document réponse n°1

2. REGULATION (9 points)

La station possède une unité de compression d'air auxiliaire et une unité de stockage afin d'alimenter ses appareillages pneumatiques. Le cas échéant, cette unité peut servir d'alimentation de secours en air comprimé pour le lavage des préfiltres. Le schéma PCF de cette unité est donné dans le document réponse n°2. On désire que la pression de la capacité de stockage soit réglée et pour cela on se propose d'effectuer une régulation de pression.

2.1. Sur le document réponse n° 2, réaliser le schéma TI des appareils nécessaires à la boucle de régulation.

2.2. Donner les grandeurs réglante, réglée et perturbatrice.

2.3. On utilise un capteur de pression à effet capacitif. Expliquer simplement le principe de fonctionnement de ce capteur.

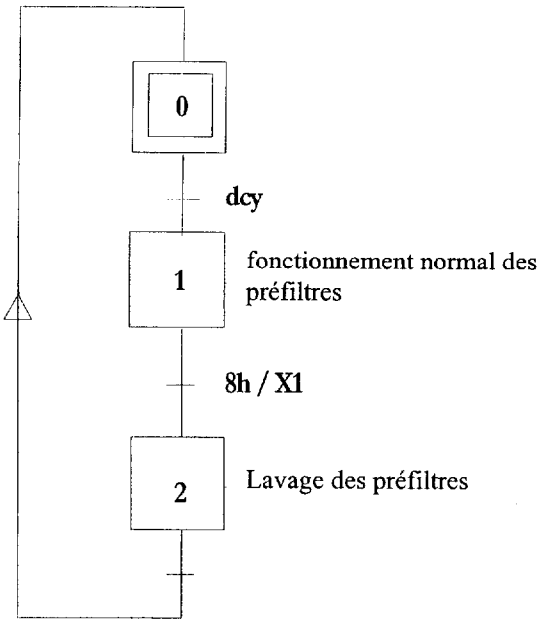
2.4. Le transmetteur est étalonné pour une échelle de 0 à 5 bars. Le signal de sortie du transmetteur est un signal normalisé de courant 4-20 mA. Quelle est la valeur du courant si le capteur-transmetteur mesure une pression de 3 bars ? Quelle est la valeur de la pression dans la capacité si le courant issu du transmetteur est de 10,6 mA ? Justifier dans les deux cas la réponse.

2.5. Donner le type d'actionneur représenté sur le schéma PCF du document réponse 2.

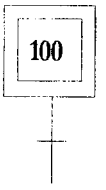
2.6. La vanne de régulation est du type fermeture par manque d'air. Préciser le sens d'action du régulateur. Justifier votre réponse.

DOCUMENT REPONSE N°1

Grafcet de gestion des tâches



Grafcet du lavage des préfiltres



Equations logiques de la pompe P et de l'électrovanne EVAC

NE RIEN

Examen ou concours : ..... Série : .....
Spécialité/option : .....
Repère de l'épreuve : .....
Épreuve//sous-épreuve : .....
(Précisez, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Si votre composition comporte plusieurs feuilles, numérotez-les et placez les intercalaires dans le bon sens.

DOCUMENT REPONSE N°2

2.1.

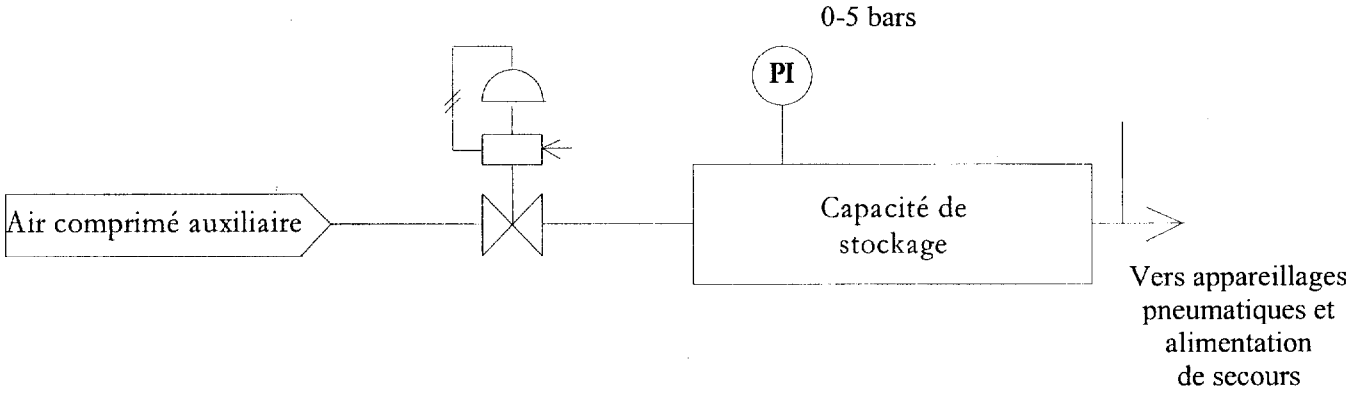


Schéma PCF

2.2. Grandeur réglante :
Grandeur réglée :
Grandeur perturbatrice :

2.3. Principe de fonctionnement

2.4. Valeur du courant si pression de 3 bars

Valeur de la pression si courant de 10,6 mA

2.5.Type d'actionneur utilisé

2.6. Sens d'action du régulateur et justification

3. ELECTROTECHNIQUE : Etude de la pompe de lavage (8 points)

La figure ci-dessous représente le schéma du circuit de puissance de la pompe de lavage. Le moteur asynchrone triphasé utilisé a les caractéristiques suivantes :

P_n	U_n	I_n	η_n (Rendement)	Id/In (Démarrage direct)	Vitesse nominale
250 kW	**400 V**	**437 A**	**0,965**	**7,8**	**1470 tr/min**

3.1. Donner le nom du procédé de démarrage représenté ci-contre. Donner le rôle des 3 contacteurs.

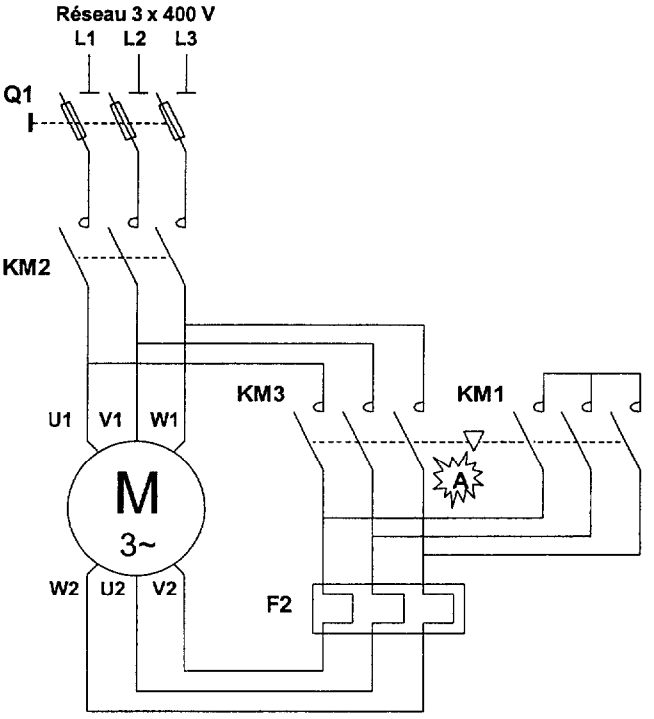
3.2. Déterminer la valeur du courant de démarrage dans cette situation.

3.3. Dans cette installation, quel est le rôle de l'appareil nommé F2 ? Préciser le nom de cet appareil.

3.4. Que signifie le symbole (triangle) repéré A sur le schéma ?

3.5. Calculer le facteur de puissance.

3.6. En utilisant la documentation ci-dessous, choisir la référence du démarreur qui convient au moteur (circuit de commande 110 V). Préciser votre démarche.



puissances normalisées des moteurs à cage				contacts auxiliaires disponibles						référence de base à compléter par le repère de la tension (2)	tensions usuelles
				KM2		KM3		KM1			
tensions réseau "triangle"											
220/ 230 V	380/ 400 V	415 V	440 V								
kW	kW	kW	kW								
63	110	110	110	1	2	2	1		(3)	LC3 F115••A64	F7 M7 Q7
75	132	132	147	1	2	2	1	1	1	LC3 F150••A64	F7 M7 Q7
90	160	160	185	1	2	2	1	1	1	LC3 F185••A64	F7 M7 Q7
100	200	200	220	1	2	2	1	1	1	LC3 F225••A64	F7 M7 Q7
110	220	220	250	1	2	2	1	1	1	LC3 F265••A64	F7 M7 Q7
160	280	280	315	1	2	2	1	1	1	LC3 F330••A64	F7 M7 Q7
185	315	355	375	1	2	2	1	1	1	LC3 F400••A64	F7 M7 Q7

(2) Tensions du circuit de commande existantes :

volts 50/60 Hz	48	110	220/230	240	380/400	415
repère	E7	F7	M7	U7	Q7	N7

(3) Possibilité d'adjonction d'un bloc de contacts auxiliaires LA1 D•••.

3ème PARTIE : HYDRAULIQUE (15 points)
durée conseillée : 45 mn

A l'entrée de l'usine d'eau potable, on utilise un groupe électropompe dont les caractéristiques figurent dans les DOCUMENTS REPONSES 3 et 4 afin de relever l'eau dans l'installation.

L'installation est constituée d'une canalisation cylindrique de diamètre 600 mm et de longueur 1,1 km.
Les différentes singularités sont équivalentes à une longueur de 200 m.
Le niveau de pompage est situé à la côte de 1,2 m et le niveau de refoulement à la côte 4,2m.

1. Montrer en utilisant les données ci-dessous que les pertes de charge totales ΔH peuvent se mettre sous la forme $\Delta H = K \times Q^2$.
   Donner l'expression littérale de K puis calculer K en admettant un coefficient de frottement $\lambda = 0{,}020$.

2. Déterminer le point de fonctionnement de l'installation après avoir tracé la caractéristique du réseau. Effectuer cette détermination sur le DOCUMENT REPONSE 3 à remettre à l'issue de l'épreuve.

3. Déterminer dans les conditions de fonctionnement la puissance consommée et le rendement du groupe électropompe ; effectuer cette détermination sur le DOCUMENT REPONSE 4 à remettre à l'issue de l'épreuve.

4. A partir des coordonnées du point de fonctionnement, retrouver par le calcul la puissance hydraulique, vérifier la compatibilité de cette valeur avec celles déterminées au 3.

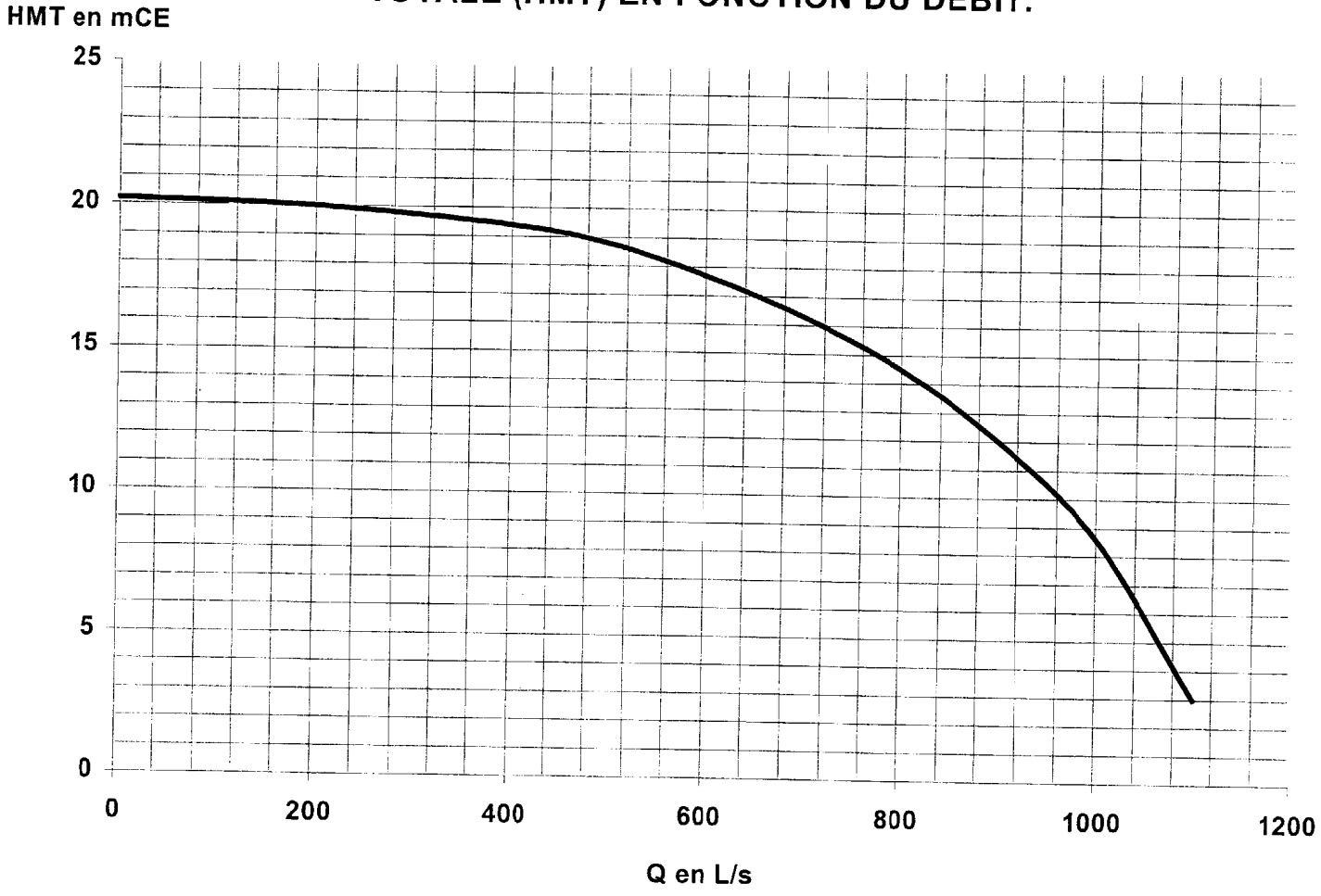
DONNEES :

formule de Colebrook : $\Delta H = \lambda \frac{L}{D} \frac{u^2}{2g}$

on prendra $\rho = 10^3$ kg/m^3
on prendra g=10m/s^2

DOCUMENT REPONSE 3

COURBE DONNANT L'EVOLUTION DE LA HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE (HMT) EN FONCTION DU DEBIT.



BTS METIERS DE L'EAU		SESSION 2002
CODE : MTE6EDC	Durée : 4 H	COEFF. : 4
EPREUVE : ETUDE DE CAS U.61		Page 12 / 13

NE RIEN

Examen ou concours : ..... Série : .....

Spécialité/option : .....

Repère de l'épreuve : .....

Épreuve//sous-épreuve : .....

(Précisez, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Si votre composition comporte plusieurs feuilles, numérotez-les et placez les intercalaires dans le bon sens.

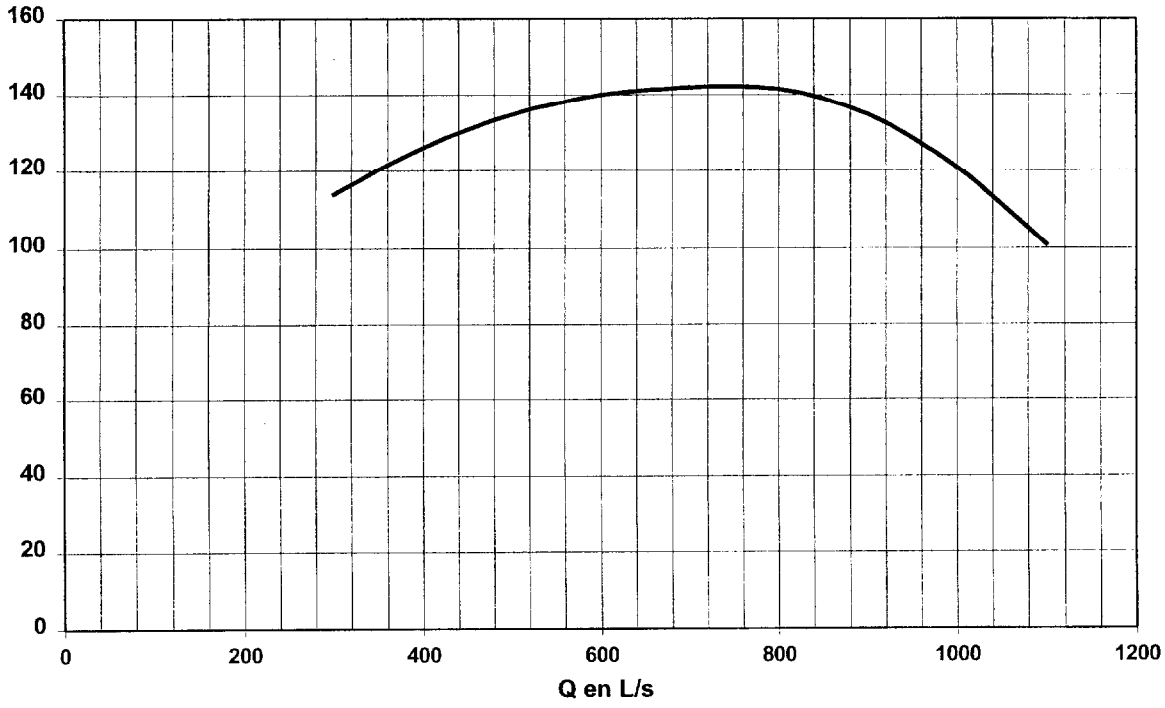
NE RIEN

Examen ou concours : ..... Série : .....
Spécialité/option : .....
Repère de l'épreuve : .....
Épreuve//sous-épreuve : .....
(Précisez, s'il y a lieu, le sujet choisi)

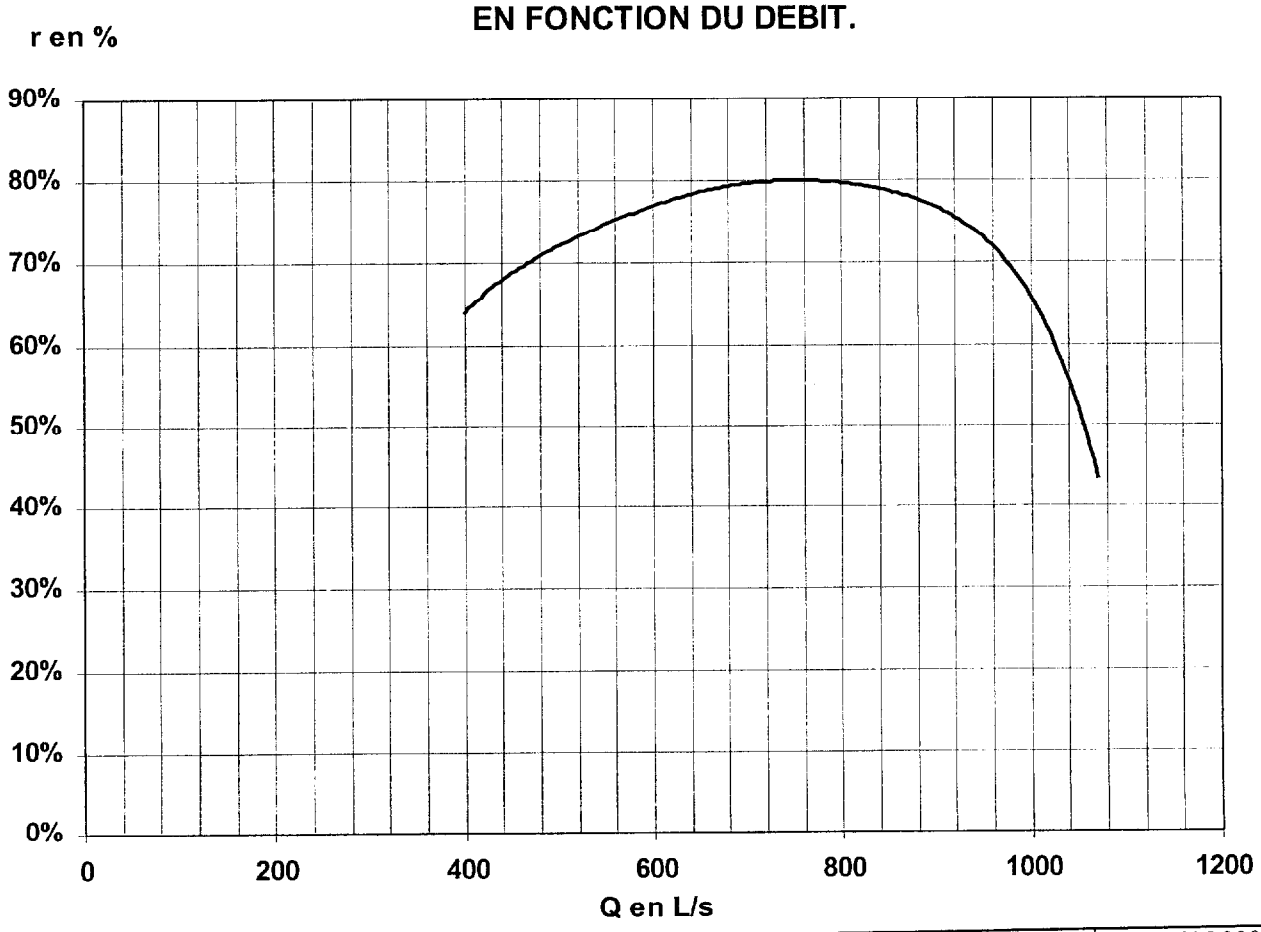
Si votre composition comporte plusieurs feuilles, numérotez-les et placez les intercalaires dans le bon sens.

DOCUMENT REPONSE 4

COURBE DONNANT L'EVOLUTION DE LA PUISSANCE CONSOMMEE EN FONCTION DU DEBIT.



COURBE DONNANT L'EVOLUTION DU RENDEMENT DU GROUPE EN FONCTION DU DEBIT.



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.