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 : ETUDE DU PROCEDE DE TRAITEMENT

Durée conseillée : 2 h.

Un syndicat intercommunal fait procéder par le SATESE à un bilan de fonctionnement de sa station d'épuration (STEP) à boues activées rejetant en zone sensible.
Le synoptique , la capacité nominale de la STEP sont données en annexe 1.
Les caractéristiques de fonctionnement et les exigences au rejet sont données en annexes 2 et 3.

1. ETUDE DU TRAITEMENT EPURATOIRE DE LA STEP (12 points).

1.1. Déterminer les charges hydraulique et organique, conclure en justifiant.

1.2. Justifier le traitement biologique du carbone et de l'azote, sachant que la charge de pollution reçue est de 40000 EH (Equivalent-Habitant).

1.3. Présenter sous forme de tableau les rendements épuratoires. Conclure.

2. ETUDE DES PARAMETRES CARACTERISTIQUES (10 points).

2.1. Définir et déterminer Cm et Cv, conclure en tenant compte des exigences épuratoires.

2.2. Définir et calculer le temps de séjour et l'âge de boue (sans le clarificateur), conclure.

2.3. Déterminer les besoins journaliers en oxygène (le calcul est réalisé sur DBO_5 entrant sur le bassin d'aération et il faut prendre $N_{DN} = N$) à partir de la formule suivante :

$$O_2 \text{ en kg/j} = a'.Le + t/24.b'.Sv + 4{,}3\ N - 2{,}85\ c'.N_{DN}$$

Données : c' = 70% , t = 15h

3. CARACTERISTIQUES DE L'AERATION-BRASSAGE (6 points).

3.1. Expliquer les fonctions de l'aération et du brassage dans un bassin à boues activées.

3.2. Définir et calculer l'apport horaire en oxygène, la capacité d'oxygénation, l'ASB* du système d'aération en place sur la STEP (ASB* = ASB eau-boues).

4. BILAN DE L'ETUDE (12 points).

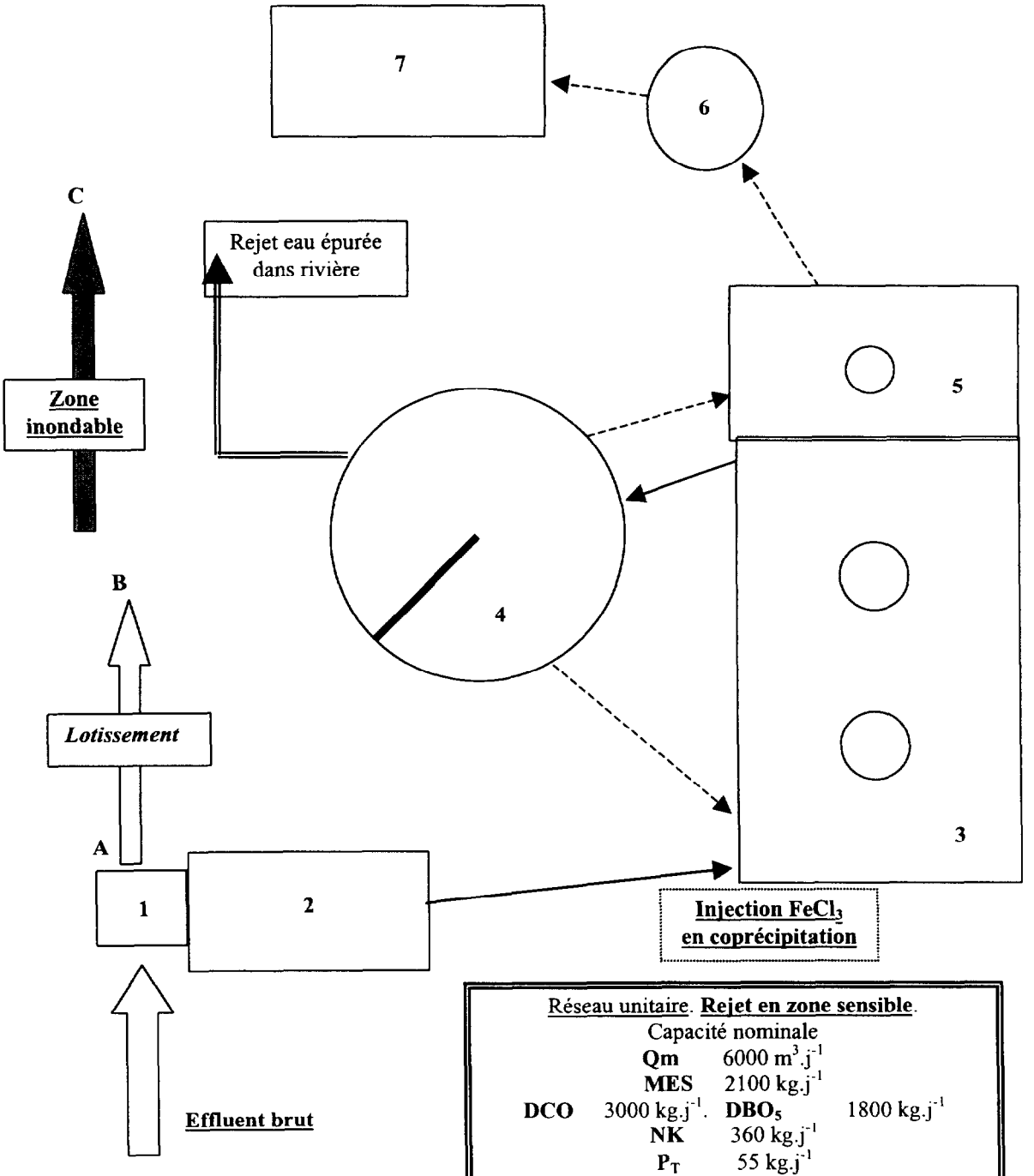
4.1. Donner sous forme synthétique le bilan de fonctionnement de cette STEP.

4.2. Cette station répond-elle aux exigences épuratoires ?

4.3. Proposer et justifier, s'il y a lieu, les modifications à apporter et leur faisabilité.

ANNEXE 1

SYNOPTIQUE SIMPLIFIE DE LA STEP



Réseau unitaire. **Rejet en zone sensible**.

Capacité nominale

	Qm	6000 $m^3.j^{-1}$	
	MES	2100 $kg.j^{-1}$	
DCO	3000 $kg.j^{-1}$.	**DBO_5**	1800 $kg.j^{-1}$
	NK	360 $kg.j^{-1}$	
	P_T	55 $kg.j^{-1}$	

1. Déversoir d'orage. 2. Prétraitements. 3. Bassin d'aération. 4. Clarificateur
5. Bassin de stabilisation des boues. 6. Silo à boues. 7. Traitement des boues.

File eau ⟶ File boues ⟶

ANNEXE 2

Caractéristiques de fonctionnement de la station d'épuration

Caractéristiques de l'effluent brut en entrée du bassin biologique

pH = 7,2. Température = 14°C. Nitrate et nitrite en quantité négligeable.

Qm $m^3.j^{-1}$	MES $kg.j^{-1}$	DCO $kg.j^{-1}$	DBO_5 $kg.j^{-1}$	NK $kg.j^{-1}$	$N\text{-}NH_4^+$ $kg.j^{-1}$	P_T $kg.j^{-1}$	MS_{BA} $kg.m^{-3}$	MVS_{BA} $kg.m^{-3}$
4000	952	2264	1104	220	161	38,5	5,4	2,2

Caractéristiques de l'effluent traité

Qm $m^3.j^{-1}$	MES $kg.j^{-1}$	DCO $kg.j^{-1}$	DBO_5 $kg.j^{-1}$	NGL $kg.j^{-1}$	$N\text{-}NH_4^+$ $kg.j^{-1}$	$N\text{-}NO_3^-$ $kg.j^{-1}$	P_T $kg.j^{-1}$	MS_{CL} $kg.m^{-3}$
4000	66	226	94	88	66,8	15	11,6	19,4

Valeurs des coefficients a' et b' en fonction de la Cm

Cm	< 0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	> 0,5
a'	0,66	0,65	0,59	0,56	0,53	0,5
b'	0,06	0,065	0,08			

$V_{BA} = 2400\ m^3$

I_B (d ½) = 92 mL / g

Quantité de boues extraites par jour = 1080 kg

Données sur les aérateurs

2 aérateurs de surface, turbines, dont les données constructeur sont : l'ASB en eau claire = 1,5 kg O_2 / kWh, le facteur correctif global (FCG ou FG = 0,7).

Temps de fonctionnement 15 heures / j.

Puissance installée = 89 KW
Puissance de brassage pour un aérateur 18,5 $W.m^{-3}$.

ANNEXE 3

EXIGENCES EPURATOIRES MINIMALES
(Arrêté du 22 décembre 1994)

	Paramètres	Concentration maximale	Rendement minimal	Charge de pollution reçue	Règles de conformité	
ZONES NORMALES POLLUTION CARBONEE	DBO5 (1)	25 mg/L	70%	2000 à10.000 EH	Nombre de dépassements autorisés	Valeurs rédhibitoires
			80%	> 10.000 EH		
	DCO (1)	125 mg/L	75%	Toutes charges	(3) Voir tableau n°6 de l'arrêté du 22/12/94	DBO5 = 50 mg/L (4) DCO = 250 mg/L MES = 85 mg/L
	MES	35 mg/L (2)	90%	Toutes charges		
ZONES SENSIBLES AZOTE ET/OU PHOSPHORE	NGL	15 mg/L	70%	10.000 à 100.000 EH	(5) Valeurs à respecter en moyenne annuelle	
		10 mg/L		> 100.000 EH		
	P_T	2 mg/L	80%	10.000 à 100.000 EH		
		1 mg/L		> 100.000 EH		

(1) Pour le lagunage: analyses réalisées sur échantillons filtrés
(2) Pour le lagunage: cette valeur est fixée à 150 mg/L
(3) Un échantillon moyen journalier est déclaré conforme, ***si l'une au moins des deux valeurs(concentration au rejet-rendement épuratoire) figurant dans l'autorisation de rejet, est respectée.***
(4) Parmi les échantillons moyens journaliers déclarés non conformes, aucun d'entre eux ne doit dépasser les valeurs rédhibitoires.
(5) La station est déclarée conforme sur l'année considérée pour N et/ou P, ***si l'une au moins des deux valeurs(concentration moyenne annuelle au rejet-rendement épuratoire moyen annuel) figurant dans l'autorisation de rejet est respectée.***

2ème PARTIE AUTOMATISME-ELECTROTECHNIQUE-REGULATION
Durée conseillée : 1h15

1. AUTOMATISME (9 POINTS).

A l'entrée de la station, deux vis d'Archimède V1 et V2 relèvent l'effluent vers la chaîne de traitement.

Soit le cahier des charges suivant :

- La fosse recevant le collecteur est munie de trois capteurs de niveau : un capteur de niveau bas (LSL), un capteur de niveau haut (LSH) et un capteur de niveau très haut (LSHH).
- L'atteinte du niveau haut (LSH) provoque la rotation de V1.
- Si le niveau baisse jusqu'au niveau bas (LSL), la vis V1 s'arrête.
- Si le niveau continue de monter jusqu'à atteindre le niveau très haut (LSHH), les deux vis fonctionnent ensemble jusqu'à ce que le niveau bas soit atteint.
- Une fois le niveau bas atteint, le grafcet se retrouve à l'étape initiale.
- Le capteur de niveau bas (LSL) est actif s'il est découvert.
- Les capteurs de niveau haut (LSH) et très haut (LSHH) sont actifs s'ils sont noyés.

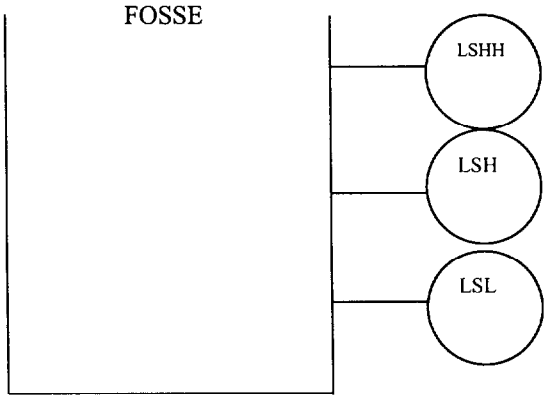
1.1. Etablir l'inventaire des Entrées/Sorties de cet automatisme.

1.2. Faire le grafcet d'un point de vue partie opérative conforme à ce cahier des charges.

1.3. On désire, par le biais d'un commutateur à trois positions, avoir le choix de la vis entrant en service la première (sur le niveau haut). Suivant la position du commutateur, le conducteur de la station dispose des choix :

- Position centrale (Sc0) : Les vis ne fonctionnent qu'à partir du niveau très haut.
- Position droite (Sc1) : Choix de la vis V1.
- Position gauche (Sc2) : Choix de la vis V2.

Faire le nouveau grafcet point de vue partie opérative permettant de tenir compte de ce commutateur. On ne tiendra pas compte d'un changement de position du commutateur lorsqu'une vis fonctionne déjà.



2. REGULATION (7 points).

La construction d'une usine rejetant des effluents phosphatés oblige la commune à les traiter. La solution envisagée est l'injection de $FeCl_3$ en coprécipitation. Le principe de ce traitement est de mesurer la quantité, en amont et en aval, de phosphate et d'en éliminer 80%.

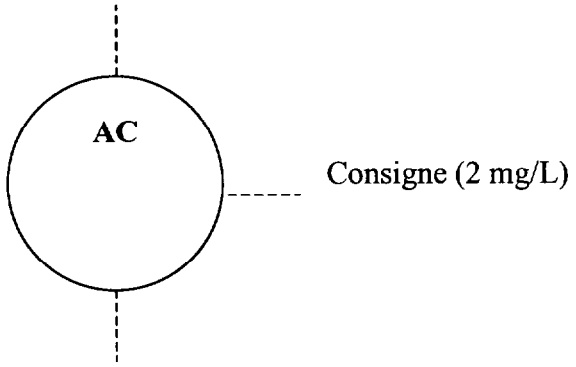
2.1. Sur le schéma de principe (DR1 annexe 4), la mesure de cette quantité est effectuée en multipliant les signaux émanant des appareils de mesure notés 1 et 2. Sachant que les appareils notés 1 sont des débit-mètres et ceux notés 2 des analyseurs en ligne, donner leur symbole dans le schéma TI.

2.2. L'analyseur en ligne mesure une concentration en mg/L, sachant que la quantité en ions phosphates est en g/h, en quelle unité se mesure le débit ?

2.3. Expliquer pourquoi le débitmètre électromagnétique est adapté pour cette mesure.

2.4. Donner les grandeurs fonctionnelles de cette régulation.

2.5. L'installation actuelle ne permet pas de respecter la norme de 2 mg/L en ion phosphate. Afin de respecter la norme, ajouter sur le schéma TI existant (document DR1 -annexe 4) un régulateur analyseur de concentration.



3. ELECTROTECHNIQUE (9 points).

On s'intéresse à l'alimentation électrique d'un moteur de pompe de reprise. Chaque pompe est entraînée par un moteur asynchrone triphasé de caractéristiques nominales :

- 230/400V - Puissance utile: 200kW - Facteur de puissance : cos φ = 0,87
- 4 pôles - Rendement : η = 0,936

L'alimentation est assurée à partir du réseau triphasé 400V/50Hz. Un démarreur-ralentisseur électronique est intercalé entre le réseau et le moteur (voir ANNEXE 5).

3.1. Quels sont les avantages procurés par l'utilisation d'un démarreur-ralentisseur électronique par rapport au démarrage direct des points de vue électrique, mécanique et hydraulique ?

3.2. Cet appareil est construit autour d'une structure d'électronique de puissance appelée gradateur.

3.2.1. Cet appareil modifie-t-il la valeur moyenne de la tension ? la valeur efficace de la tension ? la fréquence de la tension ?

3.2.2. A la fin d'un démarrage, donner la valeur moyenne, la valeur efficace et la fréquence de la tension entre phases.

3.2.3. Donner en justifiant, le couplage des enroulements du moteur.

3.3. Le démarreur-ralentisseur électronique porte la référence ATS-23PC41. Ces caractéristiques et réglages principaux sont donnés à l'annexe 5.

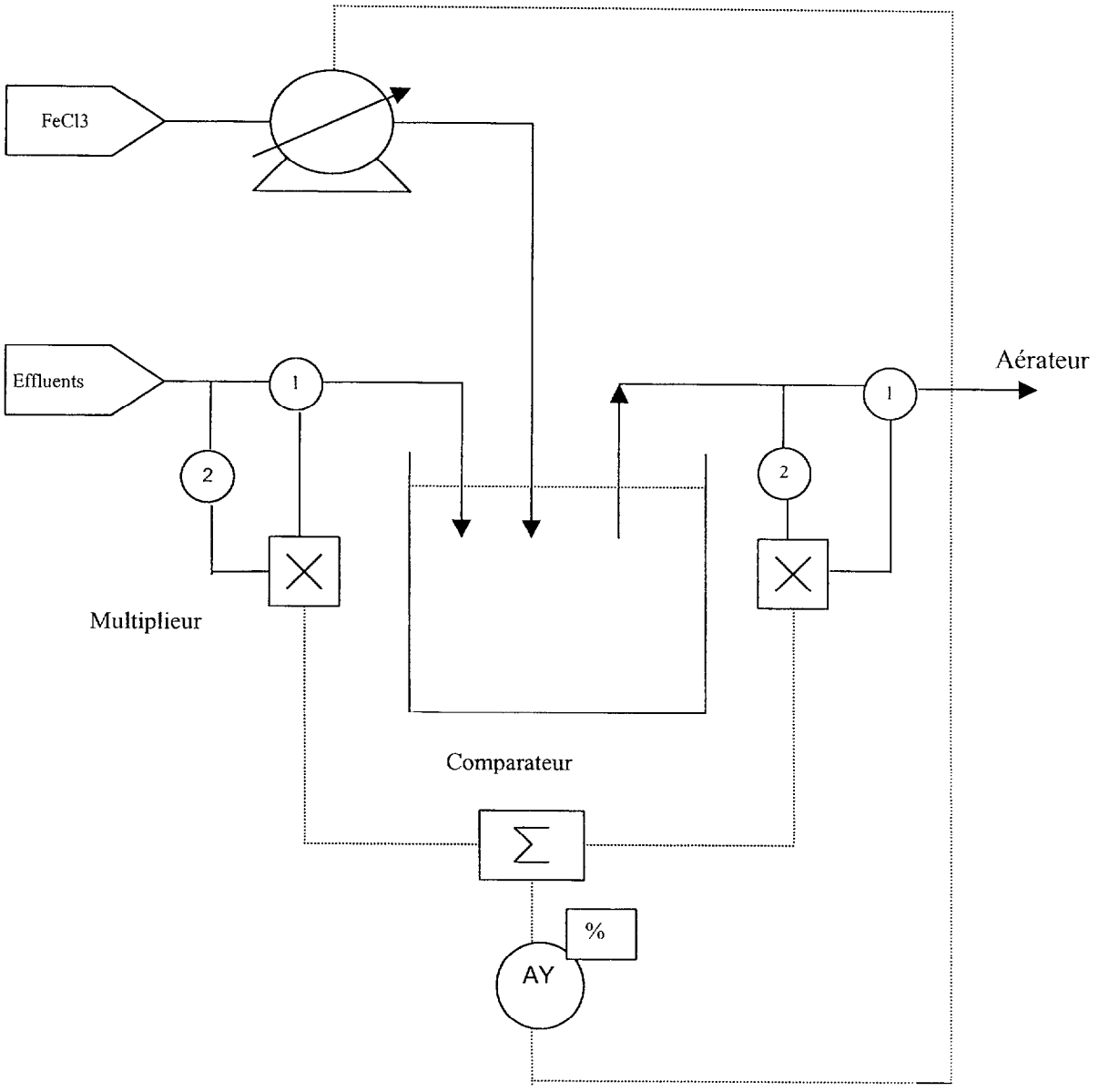
3.3.1. Déterminer l'intensité nominale du moteur, Inm.

3.3.2. Déterminer la valeur du paramètre de réglage Ir.

3.3.3. Déterminer la valeur maximum, Idmax (en ampère), que peut prendre l'intensité au cours du démarrage sachant que le paramètre ILT est réglé sur la position 2,5.

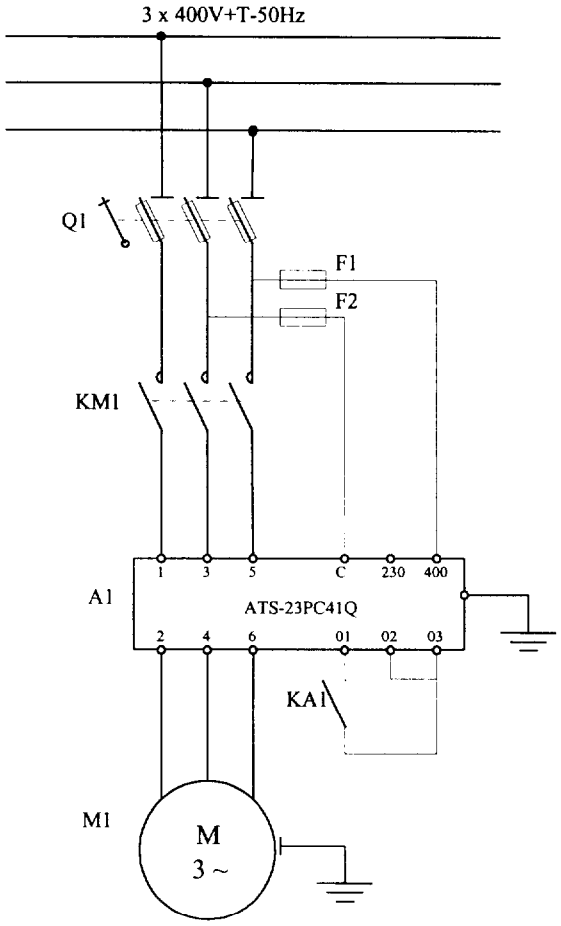
DR1 (ANNEXE 4)

Traitement par injection de $FeCl_3$ en coprécipitation



ANNEXE 5 : Schéma d'alimentation d'un moteur de pompe de reprise

Notices techniques du démarreur-ralentisseur



Choix du démarreur

Moteur				Démarreur (12 démarrages par heure, 3 In pendant 60 s au maximum ou équivalent)			
Puissance maximale				Courant In	Référence à compléter		Masse
220/240 V	380/415 V	440/460 V	500 V	(AC-3)	Usage général	Pompage	
kW	**kW**	**kW**	**kW**	**A**			kg
132	225	257	295	410	**ATS-23C41•**	**ATS-23CP41•**	56,000

Réglage du démarreur-ralentisseur :

Ir : réglage du courant d'emploi moteur Ir, gradué en %. Gamme de réglage : 50 à 100 % du courant In de l'Altistart. Préréglage usine au minimum, en butée dans le sens anti-horaire. Afficher la valeur en % correspondant au courant indiqué sur la plaque signalétique du moteur. Ce réglage détermine la protection thermique intégrée, et fixe la gamme de réglage du potentiomètre ILT.

Exemple : ATS-23D72Q et moteur 30 kW - 1500 tr/mn sur réseau 380 V.
In Altistart = 72 A. Courant moteur = 60 A. Afficher 83 %.

ILT : réglage de la limitation du courant de démarrage, gradué en multiples de Ir.
Préréglage usine en position 3. Afficher la valeur de courant nécessaire pour obtenir le couple de démarrage souhaité.

3ème PARTIE : HYDRAULIQUE
durée conseillée : 45 mn

Afin de limiter les quantités d'eaux pluviales sur le réseau unitaire, un déversoir a été disposé à l'entrée de la station. Ce déversoir permet de limiter le débit d'entrée de la station afin d'éviter sa surcharge hydraulique. Des calculs effectués sur une pluie décennale permettent une estimation du débit maximum à dévier de 10 000 m^3 / j. On envisage donc de canaliser ces eaux de ruissellement vers un bassin d'accumulation naturel constitué d'un étang partiellement asséché. Le réseau doit traverser une zone constructible (lotissement : tronçon AB, longueur L) sur laquelle on posera une canalisation de diamètre à déterminer et une zone non constructible (zone inondable : tronçon BC) où l'on utilisera le fossé naturel existant.

Données :

Partie I : Tronçon AB	Partie II : tronçon BC
• Côtes NGF : point A 65,7 m point B 64,3 m • Longueur L = 350 m	Modèle de Strickler : $V = KR_H^{2/3}i^{1/2}$ R_H rayon hydraulique i pente du fossé parois en terre : coefficient de rugosité K = 40

1. Partie I : Tronçon AB (10 points).
On étudie l'implantation de la canalisation.

1.1. La conduite débite à pleine section (on négligera la charge à l'entrée).

1.1.1. Déterminer à l'aide de l'annexe 6, le diamètre théorique de la canalisation à installer. Choisir le diamètre normalisé de la conduite.

1.1.2. Déterminer à l'aide de l'annexe 6, la vitesse puis calculer le débit dans la conduite.

1.2. Le débit à canaliser étant de 10000 m^3 par jour, la conduite réelle ne débite donc pas à pleine section.

1.2.1. Calculer la fraction de débit (r_Q).

1.2.2. Déterminer à l'aide de l'annexe 7, la fraction de vitesse (r_V) et la fraction de hauteur de remplissage (r_H).
En déduire la vitesse d'écoulement et la hauteur de remplissage.

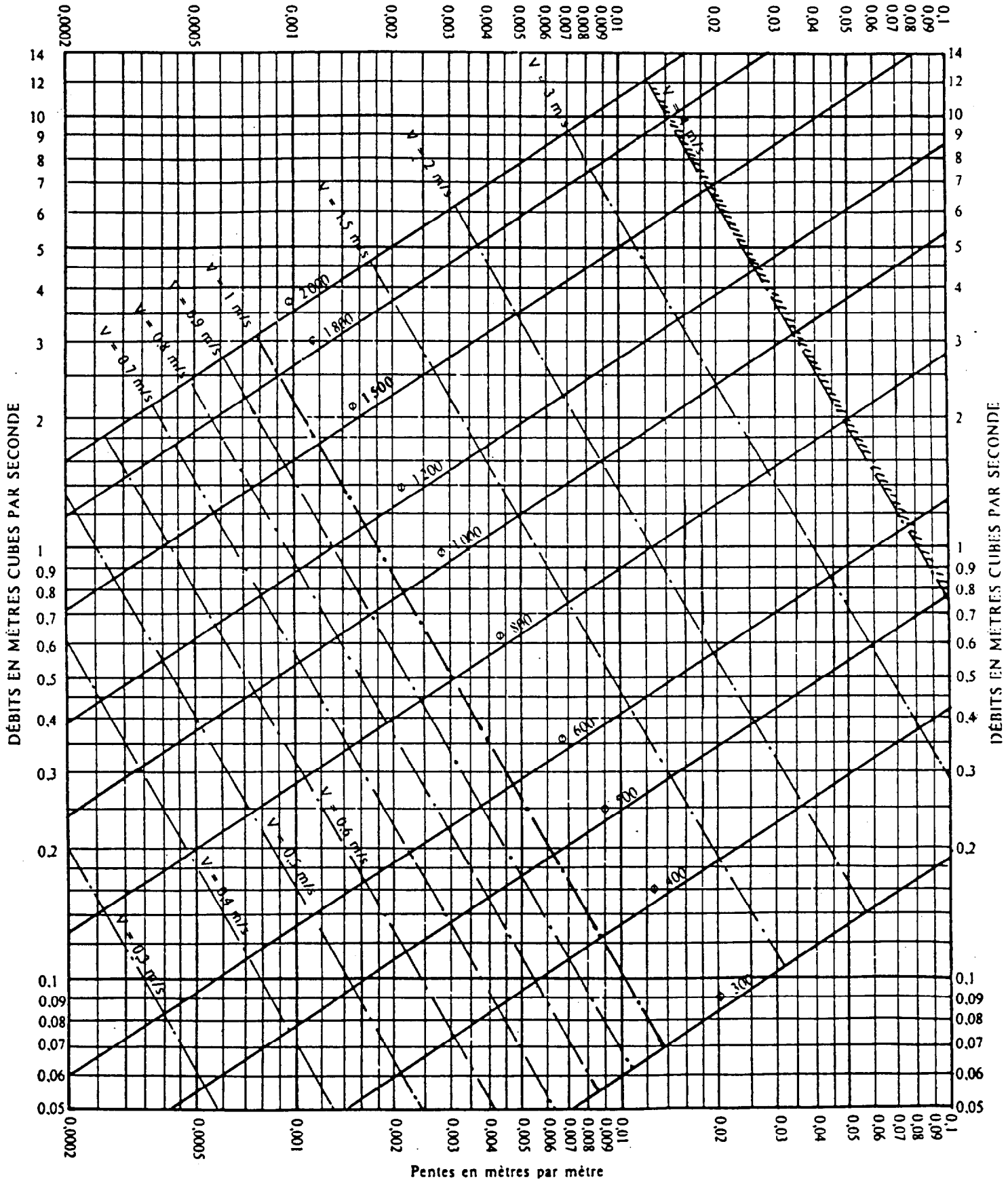
2. Partie II : tronçon BC (5 points).

Le fossé utilisé dans la zone inondable a les caractéristiques suivantes : section rectangulaire, largeur l = 0,80 m, hauteur 0,50 m et pente i = 1 m / km. Vérifier si le débit de 10000 m^3 / jour est possible dans le fossé existant.

ANNEXE 6

Abaque.

RESEAUX PLUVIAUX EN SYSTEME UNITAIRE OU SEPARATIF

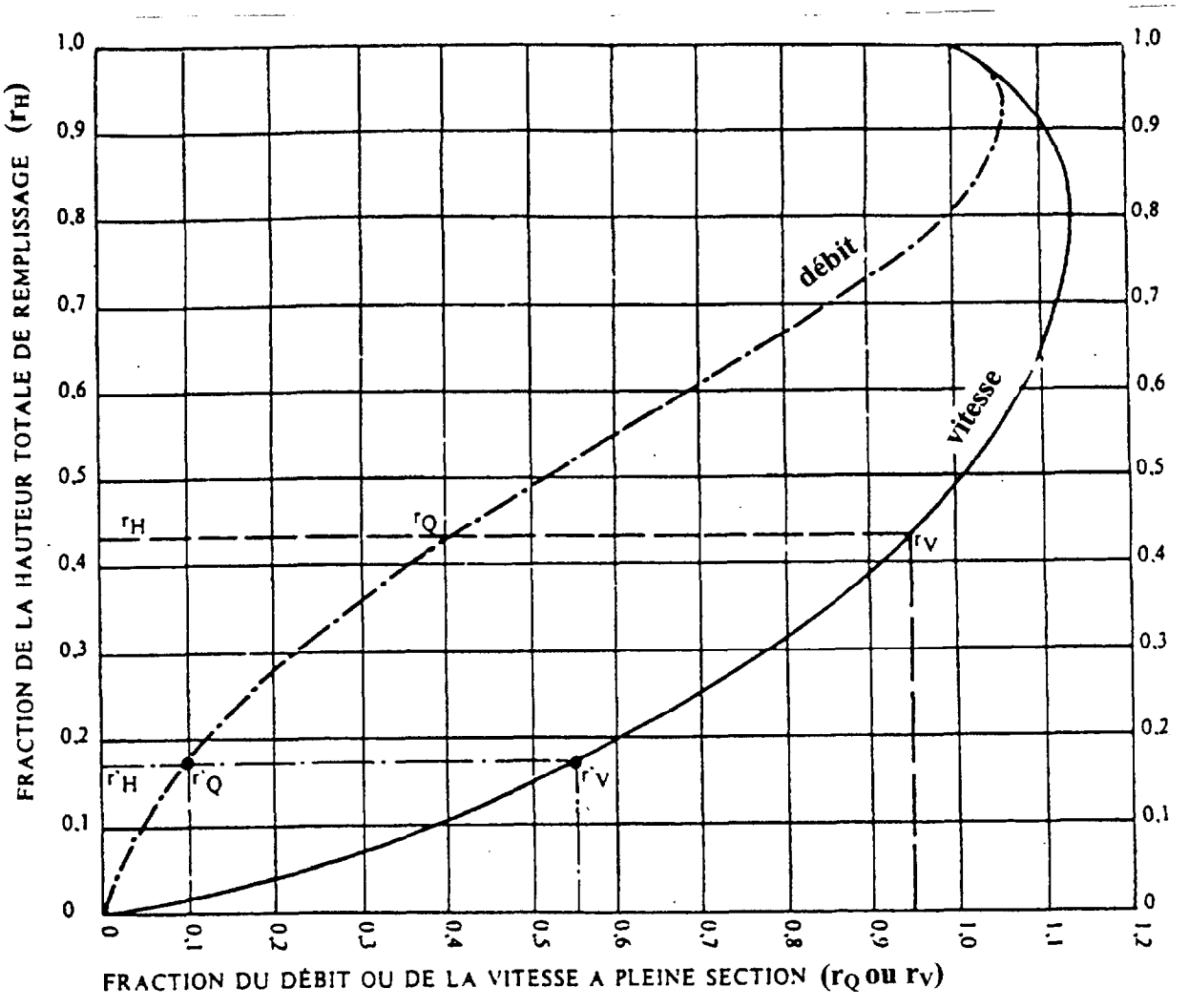


ANNEXE 7

Abaque.

VARIATIONS DES DEBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE.

Ouvrages circulaires.



MODE D'EMPLOI :

Cet abaque permet de connaître la vitesse atteinte en régime uniforme pour un débit inférieur à celui déterminé à pleine section.

Les correspondances s'établissent, soit en fonction de la fraction du débit à pleine section, soit en fonction de la hauteur de remplissage de l'ouvrage.

Exemples :

Pour $r_Q = 0,40$, on obtient $r_V = 0,95$ et $r_H = 0,43$

Pour $Q_{PS}/10$, on obtient $r'_V = 0,55$ et $r'_H = 0,17$.

$$\text{Fraction de donnée} = \frac{\text{Donnée réelle}}{\text{Donnée pleine section}}$$

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.