



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

session 2011

BTS MÉTIERS DE L'EAU

ÉTUDE DE CAS – U. 61

SESSION 2011

—
Durée : 4 heures
Coefficient : 4
—

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

- Ciseaux et colle.

Tout autre matériel est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

Documents-réponses à découper et coller sur la copie

- Annexe 8.....page 17/21.
- Annexe 9.....page 17/21.
- Annexe 13.....page 21/21.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 21 pages, numérotées de 1/21 à 21/21.

| | |
|----------------------|--------------|
| BTS MÉTIERS DE L'EAU | Session 2011 |
| Étude de cas – U. 61 | Page : 1/21 |
| MTE6EDC | |

Instructions destinées aux candidats

Le sujet comporte trois parties :

– 1^{ère} PARTIE : ÉTUDE DU PROCÉDÉ DE TRAITEMENT

Annexes 1, 2, 3 et 4.

Durée conseillée : 2 heures.

– 2^{ème} PARTIE : ÉLECTROTECHNIQUE - AUTOMATIQUE - RÉGULATION

Annexes 5, 6, 7 + documents-réponse annexes 8 et 9 à découper et coller sur la copie.

Durée conseillée : 1 heure 15 min.

– 3^{ème} PARTIE : HYDRAULIQUE

Annexes 10, 11, 12, et 13 (document-réponse à découper et coller sur la copie).

Durée conseillée : 45 min.

Chaque partie sera traitée sur une copie différente.

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

Première partie

ÉTUDE DE LA FILIÈRE BOUES D'UNE STATION D'ÉPURATION PAR BOUES ACTIVÉES (40 POINTS)

La station d'épuration étudiée (**annexe 1, page 10/21**) collecte les effluents issus d'un abattoir, d'un établissement laitier et d'une ville d'environ 45 000 habitants. La capacité de la station est de 54 000 EH. L'effluent traité est rejeté en zone sensible.

Dans un premier temps, la filière eau et la production de boues seront étudiées.

Dans un deuxième temps, l'analyse portera sur la filière de traitement des boues de la station.

P1. Étude de la filière de traitement de l'eau et de production de boues biologiques de la station d'épuration. (22 points)

P1.1. Calculer les rendements d'élimination en DCO, DBO₅, MES, NGL et Pt de la station d'épuration en 2009 à l'aide de l'**annexe 2 (document 1), page 11/21**.

P1.2. Calculer la charge massique moyenne en 2009 d'un bassin O.C.O. à l'aide de l'**annexe 2 (documents 1 et 2)** et **conclure** sur le type de procédé à boues activées.

P1.3. Citer les rôles de chacune des trois zones dans le bassin O.C.O. dans l'épuration de la pollution carbonée, azotée et phosphorée.

P1.4. Calculer l'âge des boues de la station à l'aide de l'**annexe 2 (document 2)**. **Conclure**.

P1.5. Calculer la production journalière théorique de boues par la station d'épuration en 2009 à l'aide de la formule de l'AGHTM CIRSEE :

$$P = S_{\min} + S_{\text{dur}} + (0,83 + 0,2 \times \log C_m) \times L_e - S_f$$

Avec :

- P = production journalière de boues sous forme de matière sèche en kg MS.j⁻¹ ;
- S_{min} = 30 % des MES entrant en moyenne entrée station en kg.j⁻¹ ;
- S_{dur} = 20 % des MES entrant en moyenne entrée station en kg.j⁻¹ ;
- C_m = 0,05 kg DBO₅.kg MVS⁻¹.j⁻¹.
- L_e = flux de DBO₅ éliminée par la station d'épuration en kg DBO₅.j⁻¹ ;
- S_f = Flux de MES moyen sortant de la station en kg.j⁻¹.

P1.6. Calculer la quantité journalière moyenne de boues réellement extraites en kg MS.j⁻¹ à l'aide des données de l'**annexe 2 (document 2)**.

Comparer le résultat obtenu avec la valeur théorique de production de boue évaluée à environ 2300 kg MS.j⁻¹.

P2. Étude de la filière de traitement des boues. (18 points)

Les boues issues des deux décanteurs sont traitées sur la filière de déshydratation.

Ces boues ont deux devenir possibles :

- 70 % servent à la fabrication de compost ;
- 30 % sont épandus dans des champs sous forme liquide.

Le schéma simplifié de la filière de déshydratation des boues ainsi que les données nécessaires pour répondre aux questions suivantes sont données en **annexe 3 (page 12/21)**.

P2.1. Définir le conditionnement d'une boue et **préciser** son rôle dans la filière de déshydratation présentée en **annexe 3**.

P2.2. Expliquer le fonctionnement d'un filtre à bandes presseuses.

P2.3. À l'aide de l'annexe 3, calculer le débit massique de matière sèche en kg MS.j^{-1} à l'entrée du filtre à bandes.

En **déduire** le débit volumique en $\text{m}^3.\text{j}^{-1}$ de boue en entrée du filtre à bandes.

Calculer le débit volumique en $\text{m}^3.\text{j}^{-1}$ de boue en sortie du filtre à bandes.

P2.4. En déduire le débit en $\text{m}^3.\text{j}^{-1}$ d'eau issue des filtres à bandes presseuses et retournant en tête de station.

P2.5. Calculer le taux de capture de la centrifugeuse. **Conclure**.

Données :

$$R = \frac{C_g \times (C_{\text{ali}} - C_f)}{C_{\text{ali}} \times (C_g - C_f)} \times 100$$

Avec :

- R : taux de capture en pourcentage ;
- C_g : concentration en MS du gâteau de filtration en g.L^{-1} ;
- C_{ali} : concentration en MS des boues introduites dans l'ouvrage avant déshydratation en g.L^{-1} ;
- C_f : concentration en MS du filtrat en g.L^{-1} .

P2.6. Une analyse des boues issues du clarificateur est présentée annexe 4 (document 1), page 13/21.

Commenter les résultats de l'analyse de boues et **conclure** quant à la possibilité de valoriser ces boues en agriculture.

P2.7. Une analyse agronomique des boues liquides est donnée annexe 4 (document 2).

Calculer les apports en NKt et en K_2O nécessaires au maïs en kg/ha .

Calculer, pour NKt et K_2O , la masse de MS en tonne/ha nécessaire pour satisfaire les besoins de la culture.

En **déduire** la masse de boues en tonne/ha à épandre sachant que l'agriculteur complètera en élément limitant.

Deuxième partie

ÉLECTROTECHNIQUE – AUTOMATISME – RÉGULATION (25 POINTS)

Électrotechnique (9 points)

L'étude porte sur le bassin O.C.O.. Le bassin d'aération est alimenté en oxygène par trois surpresseurs. Deux surpresseurs fonctionnent en vitesse fixe, le troisième à vitesse variable.



STEP de la ville (Bassin O.C.O.)



Variateur ALTIVAR 61

Ce dernier est entraîné par un moteur asynchrone deux vitesses dont les caractéristiques sont :
moteur 2 Vitesses FLSC 355LB – 4/6 pôles – GV/PV – 200 kW/66 kW – 400 V
 $\cos \varphi = 0,80$ (pour PV et GV) – rendement 93 % (PV) et 96 % (GV).
(PV : petite vitesse ; GV : grande vitesse)

Le réseau est triphasé $3 \times 400 \text{ V} - 50 \text{ Hz}$.

E1. Calculer le courant absorbé par le moteur en petite vitesse.

E2. Calculer la vitesse obtenue en petite vitesse.

Le moteur deux vitesses ayant été l'objet d'une surchauffe accidentelle, l'exploitant a décidé de le remplacer. Un moteur deux vitesses étant assez onéreux (double enroulement et fabrication spéciale) l'exploitant décide de le remplacer par un moteur simple enroulement commandé par un variateur de vitesse.

E3. Choisir ce moteur dans la gamme proposée en **annexe 5 (page 14/21)**.

E4. Choisir le variateur de vitesse associé au moteur **annexe 6 (page 15/21)**.

Donner brièvement le principe de fonctionnement de ce type de variateur.

E5. Calculer les deux fréquences de réglage qu'il faudra appliquer pour retrouver les deux vitesses $PV = 1\,000\text{ min}^{-1}$ et $GV = 1\,500\text{ min}^{-1}$.

E6. Choisir un filtre passif afin de réduire les *harmoniques de courant* en amont du variateur, à l'aide du document **annexe 7 (page 16/21)**.

Définir brièvement le terme « *harmoniques de courant* ».

Régulation (8 points)

En fin de traitement de la filière boues, les boues sont stockées dans des bennes standard que l'on peut transporter par fret routier. Les bennes sont prévues pour être raccordées au réseau de désodorisation de la station. Elles sont mises en dépression et le flux d'air aspiré permet d'évacuer les odeurs nauséabondes issues de la dégradation et du séchage des boues.

Chaque benne possède un capteur de température (type Pt100), il transmet un signal codé en 4-20mA. Sa plage de fonctionnement est de -40 °C à $+80\text{ °C}$. L'intérêt d'utiliser une sonde Pt100 réside dans sa linéarité et sa simplicité de mise en œuvre.

Le capteur Pt100 utilise une boucle de courant pour transmettre l'information de température.

R1. Citer deux avantages d'une boucle de courant par rapport à une liaison 0-10V.

Le capteur de température Pt100 est étalonné de la manière suivante : 4 mA pour -40 °C et 20 mA pour 80 °C .

R2. Calculer la valeur du courant de boucle, en mA, pour une température de -4 °C .

Calculer la valeur de température en degrés °C correspondant à un courant de boucle de 16,4 mA.

Trois bennes sont en moyenne remplies chaque jour.

Une aspiration assure la dépression dans les bennes. L'aspiration est obtenue par une pompe aspirante entraînée par un moteur asynchrone triphasé. Le moteur est commandé par un variateur de vitesse.

Si la température dans la benne dépasse le seuil θ_{sup} égale à 65 °C alors la vitesse égale Ω_2 .

Si la température baisse jusqu'à un seuil de θ_{inf} égale à 30 °C alors la vitesse du moteur redescend à Ω_1 .

R3. À l'aide des éléments précédents, **tracer** sur copie la caractéristique $\Omega = f(\theta)$ de cette régulation TOR où Ω est la vitesse du moteur et θ est la température de la benne.

Le tracé précédent montre clairement une régulation TOR.

R4. Cette régulation TOR est-elle en chaîne ouverte ou en chaîne fermée ? Justifier.

Automatisme (8 points)

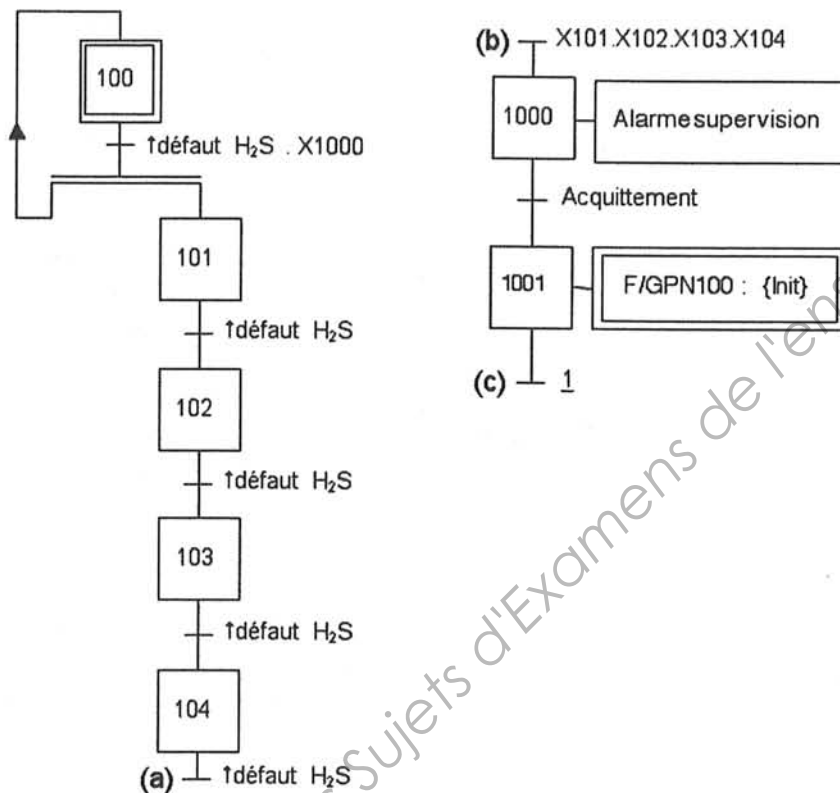
La filière de traitement des boues s'achève en partie sur des presses à boues.

Les boues transitent par un local de déshydratation dans lequel la présence d'H₂S est contrôlée. Généralement les alertes qui peuvent apparaître sont rapidement traitées.

Pour un suivi précis, un comptage du nombre d'alertes est effectué.

Ainsi, lorsque quatre défauts consécutifs apparaissent, une alarme se fige sur l'écran de supervision et un technicien équipé d'EPI va résoudre le problème. Un acquittement défaut est réalisé dans le local après intervention.

L'étude porte sur le comptage des défauts. Cette partie du programme de l'automate de la station est rédigée ainsi :



La règle n° 5 d'évolution du GRAFCET est rappelée : une étape reste active si, au cours de l'évolution du grafcet, elle doit être activée et désactivée simultanément.

Les transitions (a) et (c) sont des transitions puits : elles permettent de ne pas boucler un grafcet ; la transition (b) est une transition source : elle permet de se passer d'une étape initiale.

A1. Compléter sur l'annexe 8, page 17/21 (document-réponse à découper et coller sur la copie) le chronogramme de fonctionnement de la structure précédente.

A2. Donner la définition et le rôle de l'ordre spécifique associé à l'étape %X1001.

Pour des raisons de simplicité de maintenance, on souhaite modifier la structure de comptage ci-dessus en introduisant une fonction « compteur ».

A3. Compléter sur l'annexe 9, page 17/21, (document-réponse à découper et coller sur la copie), l'ébauche du nouveau grafcet de comptage.

Remarque : il faut **compléter** les liaisons, les réceptivités associées aux transitions, les actions associées aux étapes. Éventuellement **ajouter** des étapes ou/et des transitions et des liaisons orientées.

Troisième partie

HYDRAULIQUE (15 POINTS)

L'étude concerne la recirculation des boues.

On souhaite que le débit de recirculation des boues soit de $400 \text{ m}^3/\text{h}$. Trois pompes immergées identiques sont installées en parallèle, mais deux seulement fonctionnent en même temps, la troisième pompe étant la pompe de secours.

Les conduites sont représentées en **annexe 10 (page 18/21)**.

Le clarificateur communique avec la bêche dans laquelle sont installées les trois pompes.

La cote de la surface libre dans la bêche est à 678,8 m, niveau constant. Le refoulement se fait à gueule bée (682,4 m).

Le but est de déterminer le point de fonctionnement de l'ensemble pour évaluer la puissance absorbée.

Travail demandé :

Le réseau étant assez complexe, une partie de la notice de calcul est reproduite en **annexe 11 (page 19/21)**.

H1. Calcul des pertes de charge dans le deuxième tronçon seulement où $Q = 400 \text{ m}^3/\text{h}$.

H1.1. Calculer en m/s la vitesse d'écoulement dans la DN300.

H1.2. Calculer la perte de charge singulière dans les quatre coudes 90° DN300.

H1.3. Calculer la perte de charge linéaire dans la conduite DN300.

Préciser **clairement** par écrit la démarche suivie et **donner** la valeur de coefficient de frottement λ à l'aide de l'**annexe 12 (page 20/21)**.

H2. Calcul de la HMT de l'ensemble.

La perte de charge totale (tronçon 1 et tronçon 2) est majorée à **0,8 mCE**.

Calculer, en appliquant le théorème de Bernoulli, la HMT que doivent fournir les deux pompes associées en parallèle.

H3. Pompes associées en parallèle.

Les trois pompes sont identiques. Leur caractéristique (HMT), la courbe caractéristique du réseau Cr et la courbe du rendement r sont tracées sur le graphe de l'annexe 13 (page 21/21).

H3.1. Coller le graphe de l'annexe 13 (document-réponse) sur la copie et y tracer la courbe caractérisant l'association des deux pompes en parallèle.

H3.2. Indiquer sur le graphe de la question H3.1. le point Pf// de fonctionnement de l'ensemble.

H3.3. Indiquer les valeurs du débit de fonctionnement, Qf, et de la Hauteur manométrique, HMTf, de fonctionnement.

H3.4. Préciser le débit de chaque pompe.

H3.5. Déterminer le rendement de chaque pompe.

H3.6. Calculer la puissance hydraulique puis la puissance absorbée d'une pompe et de l'ensemble.

H4. Deux pompes sont en maintenance.

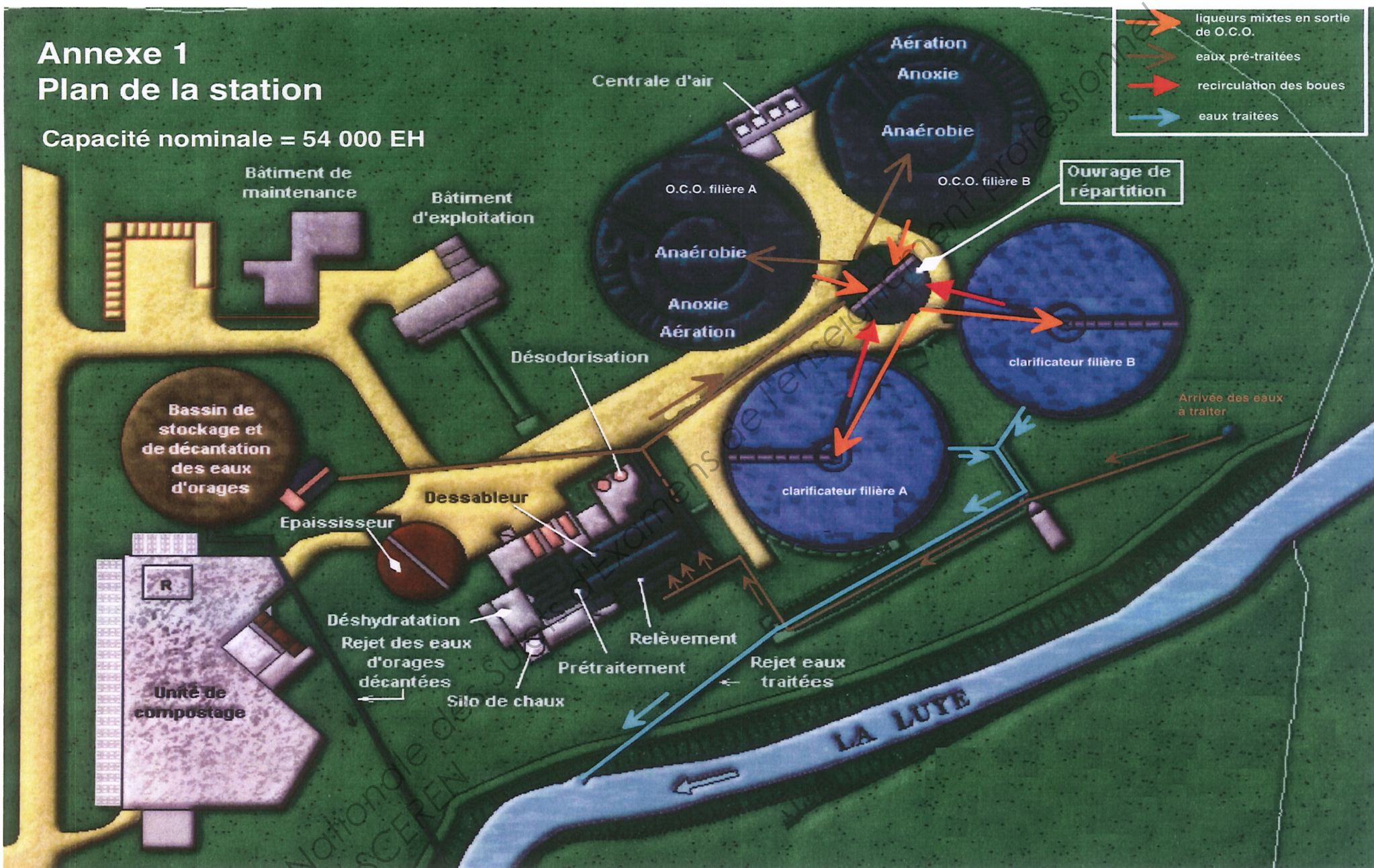
Donner le débit fourni par la seule pompe en fonctionnement.

Placer le point de fonctionnement, Pf1, sur le graphe de la question H3.1.

Comparer avec les valeurs précédentes. **Conclure.**

Annexe 1 Plan de la station

Capacité nominale = 54 000 EH

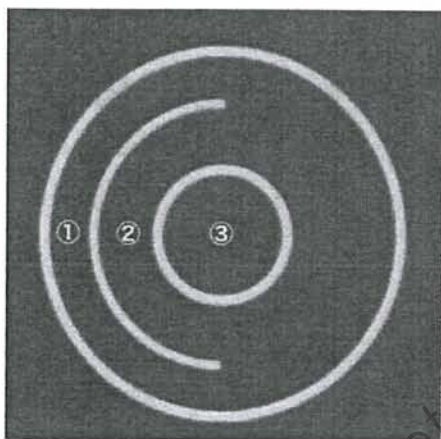


Annexe 2

Document 1 – Résultats des analyses physico-chimiques moyennes annuelles en 2009

| Paramètres | Affluent | Effluent |
|---|----------|----------|
| DBO ₅ en mg.L ⁻¹ d'O ₂ | 209 | 34 |
| DCO en mg. L ⁻¹ d'O ₂ | 423 | 12 |
| MES en mg.L ⁻¹ | 231 | 5 |
| NTK en mg.L ⁻¹ | 314 | 1 |
| N-NH ₄ ⁺ en mg.L ⁻¹ | 24 | 0,5 |
| N-NO ₂ ⁻ en mg.L ⁻¹ | 0 | 0 |
| N-NO ₃ ⁻ en mg.L ⁻¹ | 0 | 5 |
| Pt en mg.L ⁻¹ | 6 | 1,2 |
| Débit en m ³ .j ⁻¹ | 11 197 | 11 197 |

Document 2 – Caractéristiques des traitements biologiques



Forme d'un bassin O.C.O : il doit son nom uniquement à sa forme.

Un bassin O.C.O. est composé de 3 zones communicantes :

- ① à la périphérie : une zone aérobie,
- ② une seconde zone intermédiaire d'anoxie,
- ③ au centre une zone anaérobie.

- En sortie des prétraitements, **le débit est également réparti sur les 2 bassins O.C.O.** de la station.

- Un bassin O.C.O. a un volume total de 5 800 m³.

- L'aération de la zone aérobie est assurée par un dispositif de type FLEXAZUR T78.

- La concentration en boues des bassins O.C.O. : 5 g MS.L⁻¹,
4 g MVS.L⁻¹.

- Les boues sont re-circulées ou extraites du fond du clarificateur vers le bassin O.C.O.

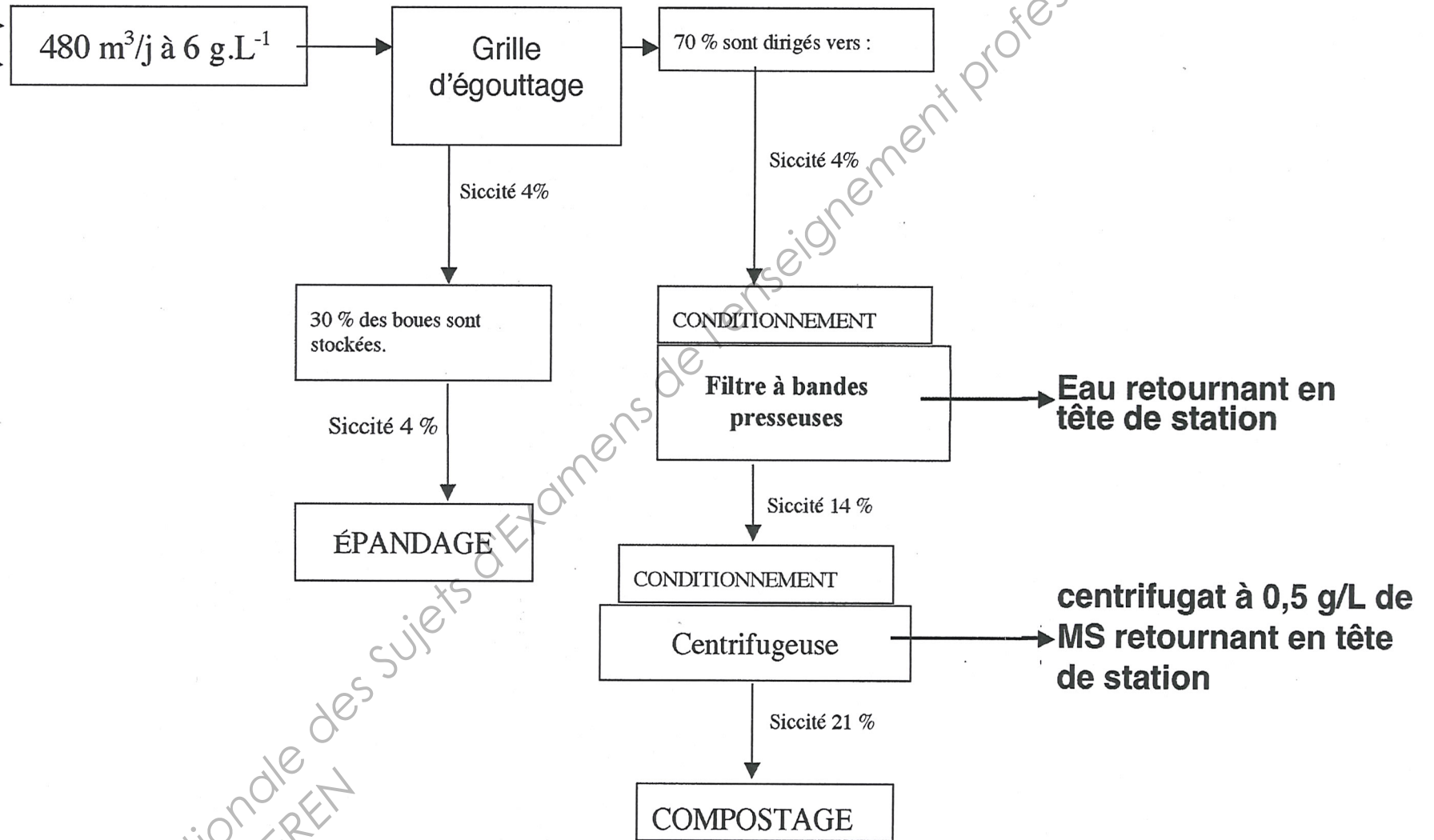
La concentration en MS de ces boues est de 6 g.L⁻¹.

Sur chaque file, on extrait tous les jours durant 2 heures, les boues du clarificateur à un débit de 120 m³.h⁻¹.

Annexe 3

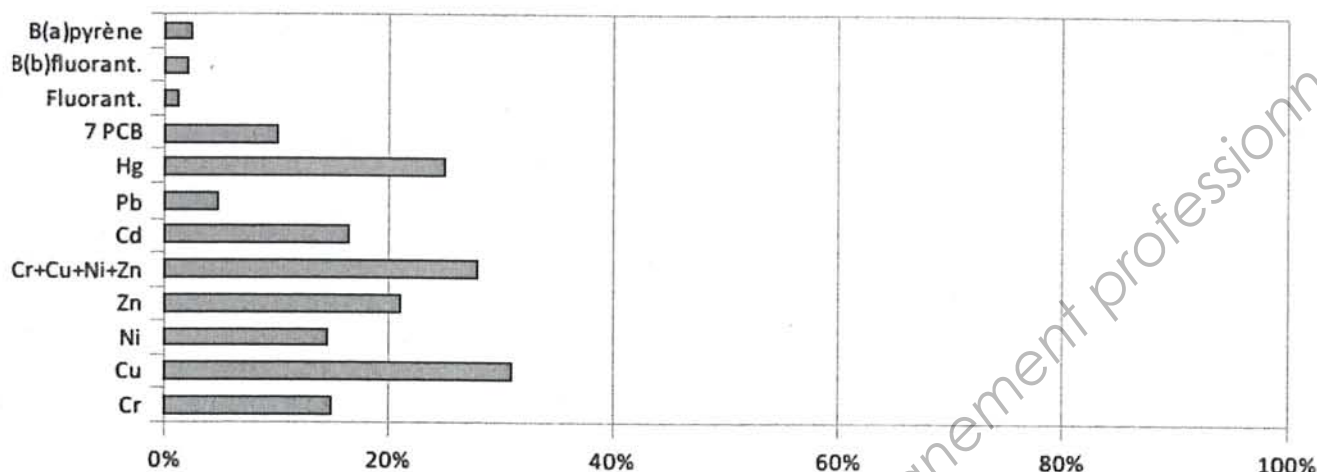
Boues issues du clarificateur 1

Boues issues du clarificateur 2



Annexe 4

Document 1 – Teneurs relatives des boues de la station d'épuration en ETM (Éléments Traces Métalliques) et CTO (Composés Traces Organiques), en % de la valeur limite fixée par l'arrêté du 8 janvier 1998



Document 2 – Valeur agronomique des boues liquides de la station d'épuration à 4 % de siccité

| | | |
|---|-------|--|
| Matière sèche en kg.m^{-3} | 40 | Les boues sont déshydratées sur grille d'égouttage pour obtenir un produit à 4 tonnes de MS pour 100 tonnes de boues brutes. |
| pH | 6,6 | |
| Rapport Carbone / Azote | 5,4 | |
| Matière organique $\text{kg} / \text{t MS}$ | 786,3 | |

| | En $\text{kg} / \text{t MS}$ | Coefficient de biodisponibilité (*) |
|--|------------------------------|-------------------------------------|
| Azote total (NKt) | 73,0 | 0,5 |
| Phosphore total (P_2O_5) | 54,5 | 0,7 |
| Potassium total (K_2O) | 10,6 | 1 |
| Magnésium total (MgO) | 7,6 | 1 |
| Calcium total (CaO) | 45,0 | 1 |

(*) Biodisponibilité : taux de matière réellement assimilé par la culture.

Plan de fertilisation du champ Y pour une culture de maïs

Parcelle : champ Y / superficie : 8 ha / culture : maïs.

| Éléments | NKt | P_2O_5 | K_2O |
|--------------------------------------|-----|------------------------|----------------------|
| Besoins du maïs en kg/ha | 180 | 90 | 60 |
| Apports par le sol en kg/ha | 2 | 0 | 5 |

Annexe 5

Moteurs asynchrones triphasés fermés FLSC

Sélection

IP 55 - 50 Hz - Classe F - 230 V Δ / 400 V Y - S1

4
pôles
1500 min⁻¹

| Type | Puissance nominale | Vitesse nominale | Moment nominal | Intensité nominale | Facteur de puissance | | | Rendement CEI 60034-2: 1996 | | | Courant démarrage/ Courant nominal | Moment démarrage/ Moment nominal | Moment maximum/ Moment nominal | Moment d'inertie | Masse | Bruit |
|-------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|------|------|-----------------------------|------|------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| | P _n kW | N _n min ⁻¹ | M _n N.m | I _{n (nom)} A | 4/4 | 3/4 | 2/4 | 4/4 | 3/4 | 2/4 | I _d / I _n | M _d /M _n | M _u /M _n | J kg.m ² | IM B3 kg | LP db(A) |
| FLSC 80L | 0,55 | 1410 | 3,72 | 1,6 | 0,74 | 0,69 | 0,58 | 69,2 | 69,4 | 65 | 4,4 | 2,1 | 2,3 | 0,001 | 15 | 44 |
| FLSC 80L | 0,75 | 1425 | 5,03 | 2 | 0,75 | 0,70 | 0,58 | 72,5 | 73 | 70 | 5,7 | 3,0 | 2,6 | 0,002 | 17 | 44 |
| FLSC 90S | 1,1 | 1429 | 7,35 | 2,5 | 0,83 | 0,77 | 0,68 | 78 | 78,4 | 76 | 4,9 | 1,6 | 2,0 | 0,003 | 19 | 50 |
| FLSC 90L | 1,5 | 1428 | 10 | 3,3 | 0,82 | 0,74 | 0,62 | 79,5 | 79,4 | 77 | 5,3 | 1,8 | 2,3 | 0,003 | 21 | 50 |
| FLSC 90L | 1,8 | 1438 | 12 | 4 | 0,82 | 0,75 | 0,63 | 80,1 | 80,8 | 79 | 5,9 | 2,2 | 3,3 | 0,004 | 23 | 50 |
| FLSC 100LK | 2,2 | 1457 | 14,4 | 4,6 | 0,83 | 0,78 | 0,67 | 83,6 | 83,7 | 82,2 | 6,3 | 2,0 | 2,5 | 0,008 | 41 | 52 |
| FLSC 100LK | 3 | 1454 | 19,7 | 6,2 | 0,82 | 0,76 | 0,64 | 84,7 | 84,9 | 83,4 | 6,5 | 2,1 | 2,6 | 0,009 | 44 | 52 |
| FLSC 112M | 4 | 1462 | 26,1 | 8,4 | 0,81 | 0,74 | 0,62 | 85,1 | 84,4 | 82,2 | 7,4 | 2,6 | 3,1 | 0,012 | 46 | 52 |
| FLSC 132S | 5,5 | 1467 | 35,8 | 10,9 | 0,84 | 0,78 | 0,66 | 87 | 87,1 | 86 | 8,0 | 2,8 | 3,8 | 0,015 | 65 | 59 |
| FLSC 132M | 7,5 | 1450 | 49,4 | 14,3 | 0,87 | 0,82 | 0,75 | 87 | 87,2 | 85,5 | 7,3 | 1,9 | 2,9 | 0,019 | 70 | 59 |
| FLSC 132M | 9 | 1449 | 59,3 | 16,8 | 0,88 | 0,80 | 0,72 | 87,7 | 87,6 | 86,5 | 7,6 | 2,9 | 3,0 | 0,023 | 75 | 59 |
| FLSC 160M | 11 | 1464 | 72,2 | 21,4 | 0,83 | 0,79 | 0,68 | 88,9 | 88,9 | 87,3 | 7,8 | 2,6 | 3,3 | 0,06 | 103 | 65 |
| FLSC 160L | 15 | 1467 | 98,4 | 29,6 | 0,82 | 0,76 | 0,64 | 89,5 | 89,3 | 87,5 | 7,9 | 2,6 | 3,2 | 0,079 | 120 | 65 |
| FLSC 180MR | 18,5 | 1461 | 121 | 35,5 | 0,83 | 0,76 | 0,67 | 90,6 | 90,9 | 89,7 | 8,8 | 3,3 | 2,7 | 0,095 | 135 | 64 |
| FLSC 180L | 22 | 1466 | 143 | 41 | 0,86 | 0,82 | 0,72 | 91,8 | 92 | 91,1 | 7,0 | 3,0 | 3,0 | 0,137 | 184 | 64 |
| FLSC 200L | 30 | 1471 | 195 | 55 | 0,85 | 0,80 | 0,70 | 91,8 | 91,1 | 89,7 | 2,8 | 2,8 | 2,3 | 0,24 | 260 | 66 |
| FLSC 225ST* | 37 | 1478 | 239 | 69 | 0,82 | 0,76 | 0,64 | 93,6 | 93,9 | 93,4 | 7,2 | 3,2 | 3,3 | 0,28 | 290 | 66 |
| FLSC 225M* | 45 | 1483 | 290 | 78 | 0,87 | 0,83 | 0,74 | 94,5 | 94,5 | 93,9 | 7,1 | 2,6 | 2,9 | 0,7 | 388 | 68 |
| FLSC 250M* | 55 | 1479 | 355 | 102 | 0,82 | 0,80 | 0,71 | 94,2 | 94 | 93,6 | 6,6 | 2,4 | 2,0 | 0,7 | 395 | 68 |
| FLSC 280S* | 75 | 1483 | 483 | 137 | 0,82 | 0,79 | 0,66 | 94,9 | 95 | 94,3 | 7,8 | 3,0 | 3,0 | 0,615 | 475 | 68 |
| FLSC 280M* | 90 | 1478 | 582 | 161 | 0,85 | 0,81 | 0,72 | 95 | 94,5 | 93,9 | 7,5 | 2,9 | 2,5 | 1,015 | 565 | 68 |
| FLSC 315ST | 110 | 1482 | 799 | 203 | 0,83 | 0,79 | 0,71 | 94,5 | 96,5 | 96,7 | 7,3 | 2,9 | 2,7 | 1,83 | 850 | 70 |
| FLSC 315M | 132 | 1489 | 847 | 249 | 0,81 | 0,75 | 0,65 | 94,5 | 93,8 | 92,1 | 8,5 | 3,2 | 2,7 | 2,91 | 1000 | 73 |
| FLSC 315LA | 160 | 1489 | 1032 | 298 | 0,81 | 0,76 | 0,64 | 95,5 | 95,3 | 94,3 | 8,4 | 2,5 | 3,2 | 3,4 | 1050 | 73 |
| FLSC 315LB* | 200 | 1486 | 1284 | 376 | 0,80 | 0,74 | 0,66 | 95,4 | 95,2 | 94,7 | 8,2 | 2,3 | 3,5 | 3,4 | 1150 | 73 |
| FLSC 355LA* | 250 | 1490 | 1606 | 427 | 0,88 | 0,85 | 0,78 | 95,6 | 95,3 | 94,3 | 6,2 | 1,9 | 3,2 | 6,2 | 1510 | 80 |
| FLSC 355LB* | 300 | 1490 | 1924 | 509 | 0,88 | 0,87 | 0,81 | 95,8 | 95,6 | 94,9 | 7,4 | 1,8 | 2,9 | 6,2 | 1550 | 80 |
| FLSC 355LC | 315 | 1491 | 2019 | 596 | 0,81 | 0,75 | 0,63 | 95,5 | 95 | 93,6 | 9,7 | 2,2 | 3,7 | 6,5 | 1600 | 80 |
| FLSC 355LC* | 355 | 1491 | 2277 | 655 | 0,82 | 0,76 | 0,65 | 95,4 | 94,9 | 93,4 | 6,9 | 2,0 | 3,3 | 6,5 | 1600 | 80 |
| FLSC 355LD* | 400 | 1491 | 2565 | 700 | 0,86 | 0,84 | 0,77 | 96 | 95,7 | 95 | 7,0 | 2,1 | 2,3 | 7,4 | 1930 | 80 |
| FLSC 400LB | 400 | 1491 | 2562 | 691 | 0,87 | 0,85 | 0,78 | 96,6 | 96,3 | 95,4 | 6,0 | 2,0 | 2,6 | 11,7 | 2350 | 82 |
| FLSC 355LKB | 450 | 1489 | 2884 | 769 | 0,86 | 0,86 | 0,81 | 96 | 95,8 | 94,9 | 6,8 | 1,7 | 2,3 | 11,7 | 2320 | 82 |
| FLSC 400LB | 450 | 1489 | 2884 | 769 | 0,86 | 0,86 | 0,81 | 96 | 95,8 | 94,9 | 6,8 | 1,7 | 2,3 | 11,7 | 2350 | 87 |
| FLSC 355LKB | 500 | 1489 | 3205 | 870 | 0,87 | 0,85 | 0,79 | 95,7 | 95,4 | 94,2 | 6,4 | 1,6 | 2,1 | 11,7 | 2320 | 82 |
| FLSC 400LVB | 500 | 1489 | 3205 | 870 | 0,87 | 0,85 | 0,79 | 95,7 | 95,4 | 94,2 | 1,7 | 1,8 | 2,1 | 11,7 | 2350 | 87 |
| FLSC 450LA | 500 | 1493 | 3200 | 853 | 0,88 | 0,88 | 0,77 | 96,2 | 95,3 | 94,5 | 7,3 | 1,7 | 2,6 | 21 | 3100 | 82 |
| FLSC 450LVA | 550 | 1492 | 3523 | 961 | 0,88 | 0,88 | 0,82 | 96,4 | 96,3 | 95,3 | 6,5 | 1,6 | 2,3 | 21 | 3100 | 85 |
| FLSC 450LB | 630 | 1491 | 4030 | 1069 | 0,87 | 0,85 | 0,78 | 96,4 | 96,2 | 95,2 | 7,4 | 1,7 | 2,4 | 24 | 3450 | 82 |
| FLSC 450LVB | 675 | 1491 | 4323 | 1161 | 0,87 | 0,85 | 0,78 | 96,5 | 96,2 | 95,2 | 6,9 | 1,6 | 2,2 | 24 | 3450 | 85 |

* Moteurs EFF1

• Echauffement: classe F

Annexe 6

Références (suite)

Variateurs de vitesse

Altivar 61

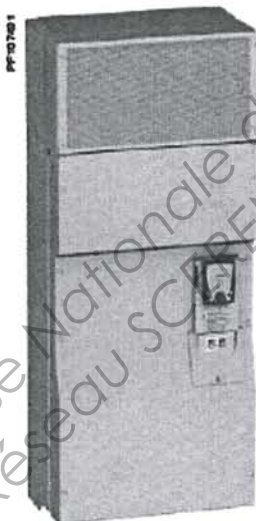
Tension d'alimentation 380...480 V 50/60 Hz



ATV 61HU22N4



ATV 61HU40N4Z



ATV 61HC31N4

| Variateurs UL Type 1/IP 20 | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|------|----------------------|--|-------|-------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|---------|
| Moteur | Réseau | | | | | Altivar 61 | | | Référence | Masse |
| | Puissance indiquée sur plaque (1) | | Courant de ligne (2) | Puissance lcc ligne apparente présumé maxi | | Courant maximal permanent (1) | | Courant transitoire maxi pendant 60 s | | |
| | kW | HP | | 380 V | 480 V | 380 V | 460 V | | | |
| A | A | kVA | kA | A | A | | kg | | | |
| Tension d'alimentation triphasée : 380...480 V 50/60 Hz | | | | | | | | | | |
| 0,75 | 1 | 3,7 | 3 | 2,4 | 5 | 2,3 | 2,1 | 2,7 | ATV 61H075N4 | 3,000 |
| 1,5 | 2 | 5,8 | 5,3 | 3,8 | 5 | 4,1 | 3,4 | 4,9 | ATV 61HU15N4 | 3,000 |
| 2,2 | 3 | 8,2 | 7,1 | 5,4 | 5 | 5,8 | 4,8 | 6,9 | ATV 61HU22N4 | 3,000 |
| 3 | - | 10,7 | 9 | 7 | 5 | 7,8 | 6,2 | 9,3 | ATV 61HU30N4 | 4,000 |
| 4 | 5 | 14,1 | 11,5 | 9,3 | 5 | 10,5 | 7,6 | 12,6 | ATV 61HU40N4 | 4,000 |
| 5,5 | 7,5 | 20,3 | 17 | 13,4 | 22 | 14,3 | 11 | 17,1 | ATV 61HU55N4 | 5,500 |
| 7,5 | 10 | 27 | 22,2 | 17,8 | 22 | 17,6 | 14 | 21,1 | ATV 61HU75N4 | 5,500 |
| 11 | 15 | 36,6 | 30 | 24,1 | 22 | 27,7 | 21 | 33,2 | ATV 61HD11N4 | 7,000 |
| 15 | 20 | 48 | 39 | 31,6 | 22 | 33 | 27 | 39,6 | ATV 61HD15N4 | 22,000 |
| 18,5 | 25 | 45,5 | 37,5 | 29,9 | 22 | 41 | 34 | 49,2 | ATV 61HD18N4 | 22,000 |
| 22 | 30 | 50 | 42 | 32,9 | 22 | 48 | 40 | 57,6 | ATV 61HD22N4 | 30,000 |
| 30 | 40 | 66 | 56 | 43,4 | 22 | 66 | 52 | 79,2 | ATV 61HD30N4 | 37,000 |
| 37 | 50 | 84 | 69 | 55,3 | 22 | 79 | 65 | 94,8 | ATV 61HD37N4 | 37,000 |
| 45 | 60 | 104 | 85 | 68,5 | 22 | 94 | 77 | 112,8 | ATV 61HD45N4 | 44,000 |
| 55 | 75 | 120 | 101 | 79 | 22 | 116 | 96 | 139,2 | ATV 61HD55N4 | 44,000 |
| 75 | 100 | 167 | 137 | 109,9 | 22 | 160 | 124 | 192 | ATV 61HD75N4 | 44,000 |
| 90 | 125 | 166 | 143 | 109,3 | 35 | 179 | 179 | 214,8 | ATV 61HD90N4 | 60,000 |
| 110 | 150 | 202 | 168 | 133 | 35 | 215 | 215 | 258 | ATV 61HC11N4 | 68,000 |
| 132 | 200 | 239 | 224 | 157,3 | 35 | 259 | 259 | 310,8 | ATV 61HC13N4 | 74,000 |
| 160 | 250 | 289 | 275 | 190,2 | 50 | 314 | 314 | 376,8 | ATV 61HC16N4 | 80,000 |
| 200 | 300 | 357 | 331 | 235 | 50 | 427 | 427 | 512,4 | ATV 61HC22N4 | 110,000 |
| 220 | 350 | 396 | 383 | 260,6 | 50 | | | | | |
| 250 | 400 | 444 | 435 | 292,2 | 50 | 481 | 481 | 577,2 | ATV 61HC25N4 | 140,000 |
| 280 | 450 | 494 | 494 | 325,1 | 50 | 616 | 616 | 739,2 | ATV 61HC31N4 | 140,000 |
| 315 | 500 | 555 | 544 | 365,3 | 50 | | | | | |
| 355 | - | 637 | 597 | 419,3 | 50 | 759 | 759 | 910,8 | ATV 61HC40N4 | 215,000 |
| 400 | 600 | 709 | 644 | 466,6 | 50 | | | | | |
| 500 | 700 | 876 | 760 | 576,6 | 50 | 941 | 941 | 1129,2 | ATV 61HC50N4 | 225,000 |
| 560 | 800 | 978 | 858 | 643,6 | 50 | 1188 | 1188 | 1425,6 | ATV 61HC63N4 | 300,000 |
| 630 | 900 | 1091 | 964 | 718 | 50 | | | | | |

(1) Ces valeurs sont données pour une fréquence de découpage nominale de 12 kHz jusqu'à ATV 61HD75N4, de 4 kHz pour ATV 61HD90N4 ou de 2,5 kHz pour ATV 61HC11N4...HC63N4, en utilisation en régime permanent.

La fréquence de découpage est réglable de 1...16 kHz jusqu'à ATV 61HD75N4 et de 2...8 kHz pour ATV 61HD90N4...ATV 61HC63N4.

Au-delà de 2,5, 4 ou 12 kHz selon le calibre, le variateur diminuera de lui-même la fréquence de découpage en cas d'échauffement excessif. Pour un fonctionnement en régime permanent au-delà de la fréquence de découpage nominale, un déclassement doit être appliqué au courant nominal du variateur, voir courbes de déclassement pages 60678/2, 60678/3, 60678/5 à 60678/8.

(2) Valeur typique pour la puissance moteur indiquée et pour lcc ligne présumé maxi.

Annexe 7

Filtres passifs : alimentation triphasée 400 V 50 Hz

| Calibre moteur | | Pour variateurs ATV 61 | Réseau | Filtre | Quantité à prévoir par variateur | Référence | Masse |
|------------------|-----|---------------------------|---------------------|--------|--|------------|---------|
| kW | HP | | Courant de ligne | In (2) | | | |
| THDI 16 % (1) | | | A | A | | | kg |
| 0,75 | 1 | HD75N4 | 2,5 | 6 | 1 | VW3 A4 601 | 15,000 |
| 1,5 | 2 | HU15N4 | 3,8 | 6 | 1 | VW3 A4 601 | 15,000 |
| 2,2 | 3 | HU22N4 | 5 | 6 | 1 | VW3 A4 601 | 15,000 |
| 3 | - | HU30N4 | 6 | 6 | 1 | VW3 A4 601 | 15,000 |
| 4 | 5 | HU40N4 | 7,8 | 10 | 1 | VW3 A4 602 | 19,000 |
| 5,5 | 7,5 | HU55N4 | 10 | 10 | 1 | VW3 A4 602 | 19,000 |
| 7,5 | 10 | HU75N4 | 14 | 19 | 1 | VW3 A4 603 | 21,000 |
| 11 | 15 | HD11N4 | 19 | 19 | 1 | VW3 A4 603 | 21,000 |
| 15 | 20 | HD15N4 | 26 | 26 | 1 | VW3 A4 604 | 22,000 |
| 18,5 | 25 | HD18N4 | 32 | 35 | 1 | VW3 A4 605 | 34,000 |
| 22 | 30 | HD22N4 | 38 | 43 | 1 | VW3 A4 606 | 38,000 |
| 30 | 40 | HD30N4 | 52 | 72 | 1 | VW3 A4 607 | 56,000 |
| 37 | 50 | HD37N4 | 63 | 72 | 1 | VW3 A4 607 | 56,000 |
| 45 | 60 | HD45N4 | 77 | 101 | 1 | VW3 A4 608 | 69,000 |
| 55 | 75 | HD55N4 | 91 | 101 | 1 | VW3 A4 608 | 69,000 |
| 75 | 100 | HD75N4 | 126 | 144 | 1 | VW3 A4 609 | 97,000 |
| THDI 10 % | | | | | | | |
| 0,75 | 1 | WD75N4, W075N4C | 2,5 | 6 | 1 | VW3 A4 601 | 15,000 |
| 1,5 | 2 | WU15N4, WU15N4C | 3,8 | 6 | 1 | VW3 A4 601 | 15,000 |
| 2,2 | 3 | WU22N4, WU22N4C | 5 | 6 | 1 | VW3 A4 601 | 15,000 |
| 3 | - | WU30N4, WU30N4C | 6 | 6 | 1 | VW3 A4 601 | 15,000 |
| 4 | 5 | WU40N4, WU40N4C | 7,8 | 10 | 1 | VW3 A4 602 | 19,000 |
| 5,5 | 7,5 | WU55N4, WU55N4C | 10 | 10 | 1 | VW3 A4 602 | 19,000 |
| 7,5 | 10 | WU75N4, WU75N4C | 14 | 19 | 1 | VW3 A4 603 | 21,000 |
| 11 | 15 | WD11N4, WD11N4C | 19 | 19 | 1 | VW3 A4 603 | 21,000 |
| 15 | 20 | WD15N4, WD15N4C | 26 | 26 | 1 | VW3 A4 604 | 22,000 |
| 18,5 | 25 | WD18N4, WD18N4C | 32 | 35 | 1 | VW3 A4 605 | 34,000 |
| 22 | 30 | WD22N4, WD22N4C | 38 | 43 | 1 | VW3 A4 606 | 38,000 |
| 30 | 40 | WD30N4, WD30N4C | 52 | 72 | 1 | VW3 A4 607 | 56,000 |
| 37 | 50 | WD37N4, WD37N4C | 63 | 72 | 1 | VW3 A4 607 | 56,000 |
| 45 | 60 | WD45N4, WD45N4C | 77 | 101 | 1 | VW3 A4 608 | 69,000 |
| 55 | 75 | WD55N4, WD55N4C | 91 | 101 | 1 | VW3 A4 608 | 69,000 |
| 75 | 100 | WD75N4, WD75N4C | 126 | 144 | 1 | VW3 A4 609 | 97,000 |
| 90 | 125 | HD90N4 WD90N4, WD90N4C | 149 | 144 | 1 | VW3 A4 609 | 97,000 |
| 110 | 150 | HC11N4 | 182 | 180 | 1 | VW3 A4 610 | 103,000 |
| 132 | 200 | HC13N4 | 218 | 216 | 1 | VW3 A4 611 | 112,000 |
| 160 | 250 | HC16N4 | 287 | 289 | 1 | VW3 A4 612 | 135,000 |
| 200 | 300 | HC22N4 | 353,5 | 370 | 1 | VW3 A4 613 | 155,000 |
| 220 | 350 | HC22N4 | 384 | 370 | 1 | VW3 A4 613 | 155,000 |
| 250 | 400 | HC25N4 | 415 | 216 | 2 | VW3 A4 611 | 112,000 |
| 280 | 450 | HC31N4 | 485 | 289 | 2 | VW3 A4 612 | 135,000 |
| 315 | 500 | HC31N4 | 543 | 289 | 2 | VW3 A4 612 | 135,000 |
| 355 | - | HC40N4 | 588 | 289 | 2 | VW3 A4 612 | 135,000 |
| 400 | 600 | HC40N4 | 624 | 325 | 2 | VW3 A4 619 | 155,000 |
| 500 | 700 | HC50N4 | 840 | 289 | 3 | VW3 A4 612 | 135,000 |
| 560 | 800 | HC63N4 | 978 | 370 | 3 | VW3 A4 613 | 155,000 |
| 630 | 900 | HC63N4 | 1091 | 370 | 3 | VW3 A4 613 | 155,000 |

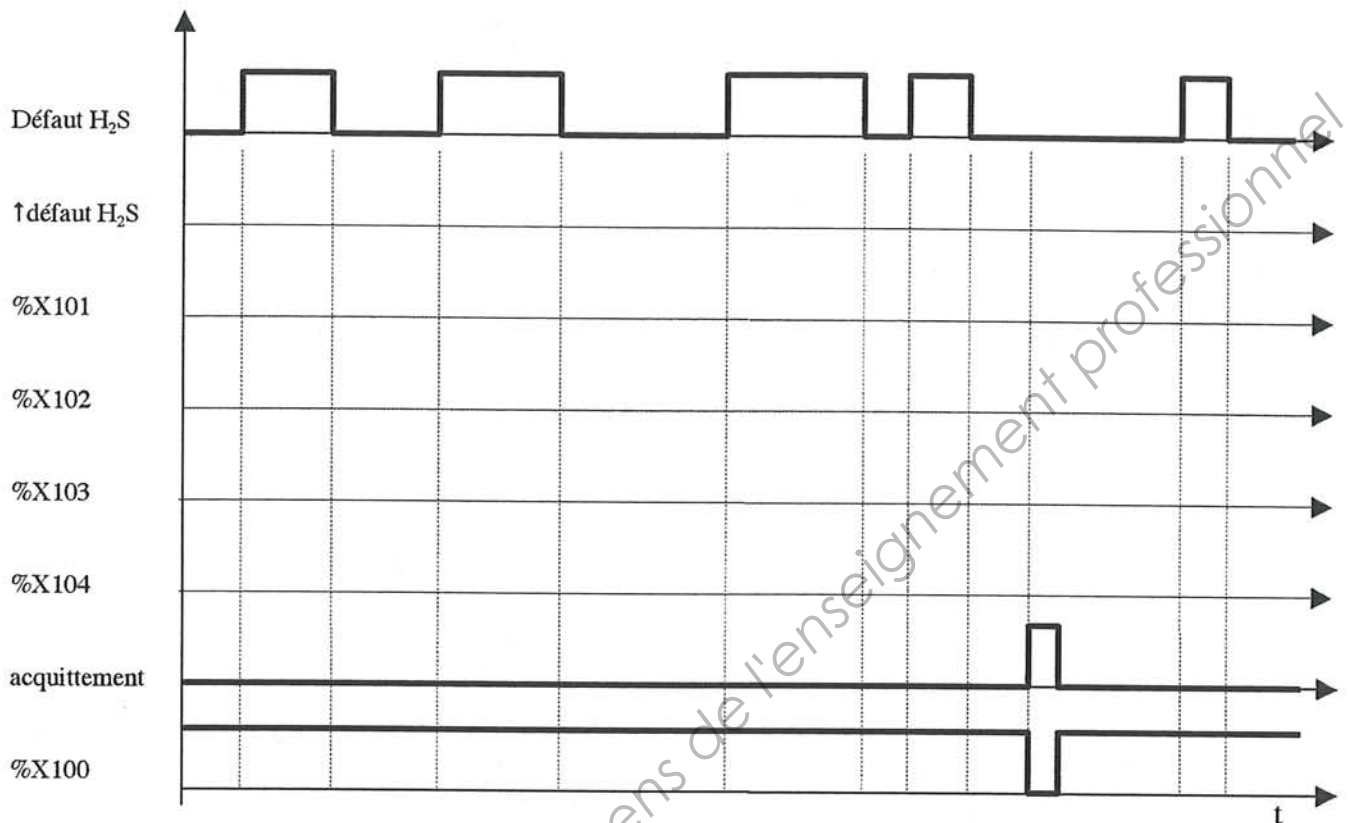
(1) En associant une inductance DC (voir page 60670/2) aux variateurs ATV 61H075N4...HD75N4, on obtient un THD \leq 10 %.
Ces réductions d'harmoniques de courant sont atteintes à condition que le THDU soit $<$ 2 %, que le RSCE soit $>$ 66 %, et uniquement pour le courant nominal du filtre passif.

(2) In : courant nominal du filtre.

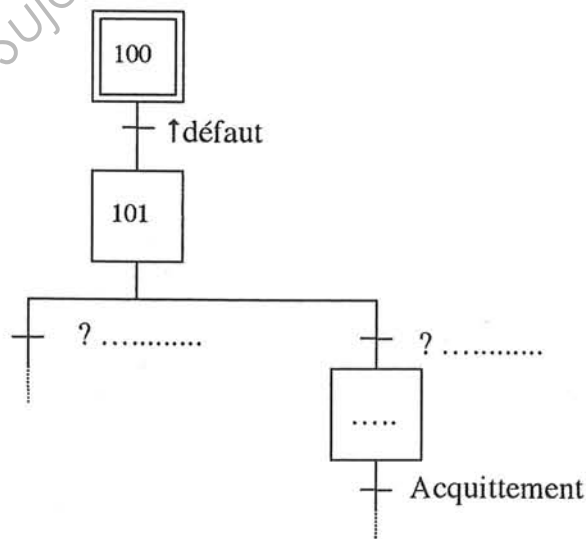
DOCUMENT-RÉPONSE

À DÉCOUPER ET COLLER SUR LA COPIE

Annexe 8

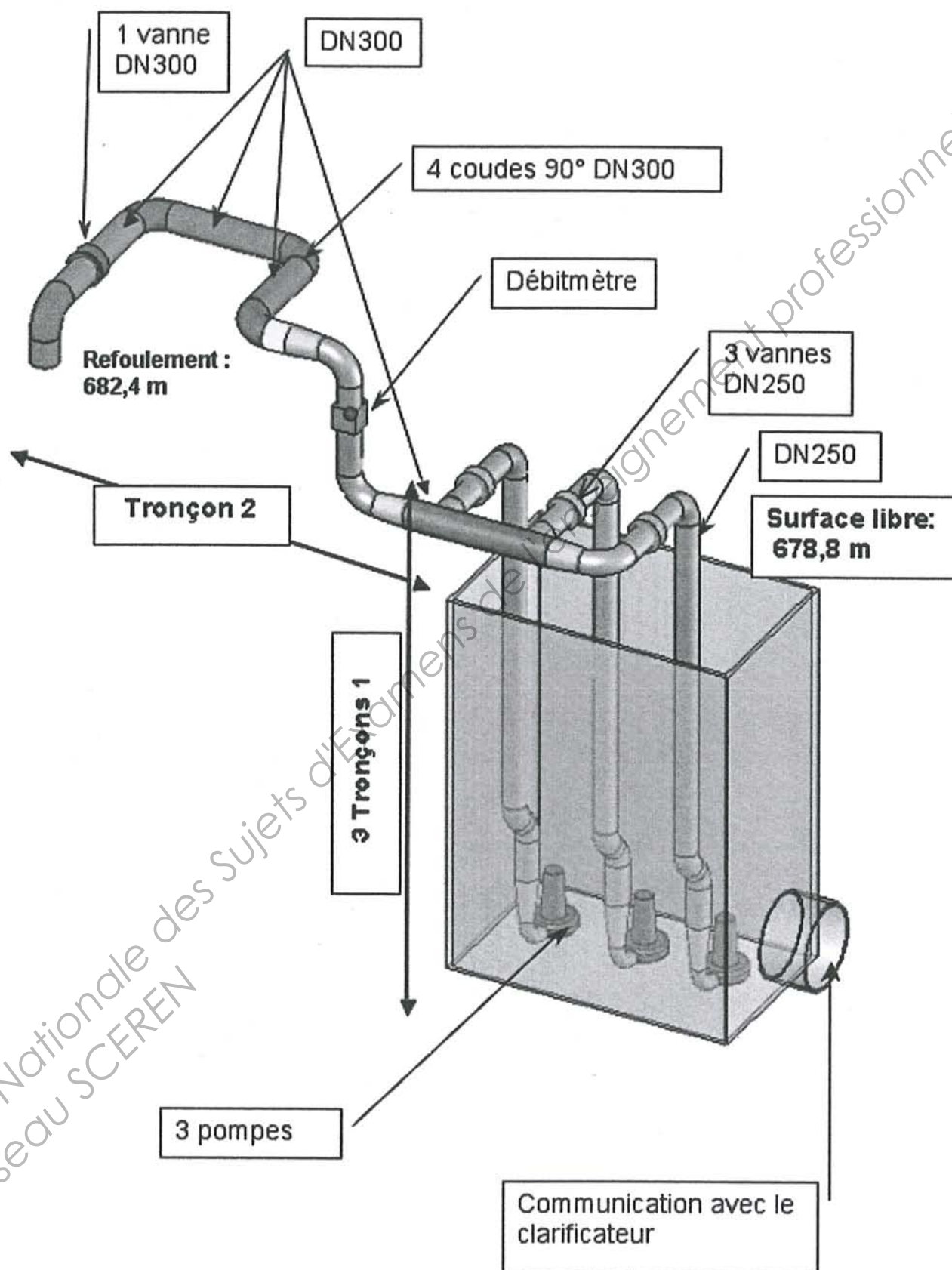


Annexe 9 Grafcet de comptage



Annexe 10

Isométrie du réseau de recirculation des boues



Annexe 11

Extrait de la notice de calcul et petit formulaire

| | Désignation | Coef. de perte de charge k | Nombre | ΔH [mCE] |
|---|--|----------------------------|---------------|---|
| Tronçon 1 $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$ | Divergent 150/250 | 0,07 | 1 | 0,035 |
| | Coude 45° DN250 | 0,11 | 2 | 0,014 |
| | Coude 90° DN250 | 0,22 | 2 | 0,029 |
| | Dérivation en té | 1,5 | 1 | 0,098 |
| | Vanne papillon $\alpha = 5^\circ$ | 0,24 | 1 | 0,016 |
| | | | Longueur | |
| | Conduite droite DN250 $K = 0,1 \quad \lambda = 0,018$ | | 6,7 m | 0,031 |
| Tronçon 2 $Q = 400 \text{ m}^3/\text{h}$ | Coude 90° DN250 | 0,22 | 2 | 0,115 |
| | Débitmètre DN250 | 0,1 | 1 | 0,026 |
| | Coude 90° DN300 | 0,30 | 4 | À calculer question H1.2. |
| | Convergent 300/250 | 0,05 | 1 | 0,013 |
| | Divergent 250/300 | 0,07 | 1 | 0,018 |
| | Vanne papillon $\alpha = 5^\circ$ | 0,24 | 1 | 0,030 |
| | | | Longueur | |
| | Conduite droite DN250 $k = 0,1 \quad \lambda = 0,018$ | | 1 m | 0,019 |
| | Conduite droite DN300 $k = 0,1$ | | 6,25 m | À calculer question H1.3. |
| | | | | ΔH Totale [mCE] |

Pour les boues circulant dans les conduites :

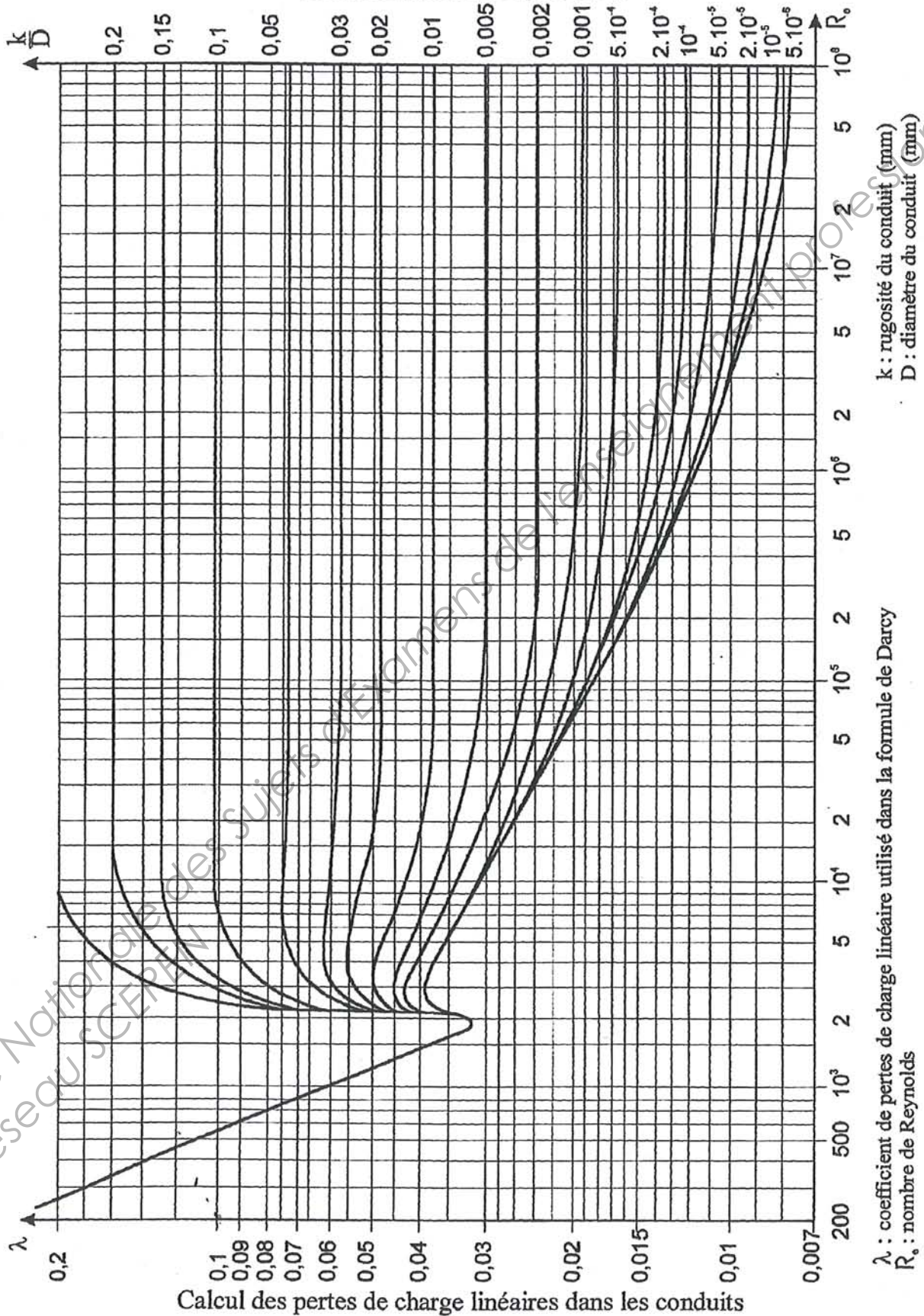
- masse volumique $\rho = 1010 \text{ kg/m}^3$;
- viscosité cinématique $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

Annexe 12

Diagramme de Moody

TRADUCTION GRAPHIQUE DE LA FORMULE DE COLEBROOK DIAGRAMME DE MOODY



Annexe 13
Caractéristiques d'une pompe

Pompe Amarex KRTD 150-315/46UG-S

