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

BTS MÉTIERS DE L'EAU

ÉTUDE DE CAS – U. 61

SESSION 2015

_____

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 (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

Documents à découper et coller sur la copie :
- document-réponse 1……..page 23/25
- document-réponse 2……..page 24/25
- document-réponse 3……..page 25/25

Rédiger chaque partie sur une copie différente.

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

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 25 pages, numérotées de 1/25 à 25/25.

PREMIÈRE PARTIE
ÉTUDE DU PROCÉDÉ DE TRAITEMENT

(40 points)

Durée conseillée : 2 heures.

DÉPOLLUTION DES EAUX RÉSIDUAIRES INDUSTRIELLES (E.R.I.) D'UNE USINE DE PRODUCTION DE COSMÉTIQUES PAR PROCÉDÉ À BIORÉACTEUR À MEMBRANES (B.R.M.) IMMERGÉES.

*Un synoptique simplifié de la station d'épuration d'une usine de production de cosmétiques est présenté en **annexe 1** (**page 13/25**). La station d'épuration traite les eaux usées collectées au niveau des chaînes de production de dentifrice et de shampooing ainsi que les eaux vannes, les eaux ménagères et les eaux pluviales du site industriel.*

L'ensemble des eaux est relevé puis traité. Le procédé de bioréacteur à membranes immergées met en œuvre :
- une élimination biologique de la pollution organique,
- une filtration membranaire permettant de séparer la biomasse épuratrice de l'eau traitée.

Il s'agit d'étudier le fonctionnement d'un tel procédé et de le comparer à un procédé à boues activées « classique ».

P1. CARACTÉRISTIQUES DES E.R.I ENTRANTES (9,5 points)

P1.1. À l'aide de **l'annexe 2 (page 14/25)**, **commenter** les valeurs de DCO et DBO_5 entrantes.

Calculer le flux de pollution entrant en $kg_{DBO5}.j^{-1}$.
Convertir ce flux de pollution en nombre d'EH traités.

Donnée *: 1 EH correspond à 60 $g_{DBO5}.j^{-1}$.*

L'usine est une installation classée pour la protection de l'environnement (I.C.P.E.), soumise à autorisation préfectorale.

P1.2. **Préciser** en quoi l'obligation de respecter un arrêté préfectoral de rejet contribue à la protection du milieu récepteur.

P1.3. **Définir** le rapport de biodégradabilité R.
Préciser l'intérêt de sa détermination.
À l'aide de **l'annexe 2**, **calculer** R. **Interpréter** le résultat obtenu.

P1.4. À l'aide de **l'annexe 2, établir** le rapport DBO_5/NK/Pt en entrée de la filière de traitement.
Comparer la valeur obtenue au rapport d'assimilation donné en **annexe 3 (page 15/25). Interpréter les résultats de l'étude comparée.**

Base nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

P2. ÉPURATION BIOLOGIQUE (16 points)

Cette partie du procédé présente des analogies avec les procédés à boues activées classiques. La dépollution est assurée par une biomasse aérée qui réalise l'oxydation de la pollution carbonée.

P2.1. En supposant le rapport DBO_5/NK/Pt = 3500/50/15, **calculer** les apports théoriques en azote nécessaires en $g_N.j^{-1}$, en $g_{urée}.j^{-1}$ puis en $L_{sol.\ urée}.j^{-1}$ (solution à 40% d'urée, densité = 1,0).
Comparer cette valeur aux données de l'**annexe 3**.

P2.2. Calculer la charge massique.
Comparer cette valeur à celle du tableau de l'**annexe 4 (page 16/25).**
Comparer la concentration en MVS_{ba} **(annexe 3)** du procédé étudié avec les concentrations en MVS_{ba} d'un procédé à boues activées classique (**tableau de l'annexe 4). Interpréter.**

P2.3. Dans la formule **ci-dessous**, **indiquer** la signification des termes entre parenthèses.
Calculer les besoins journaliers en dioxygène du milieu biologique **(en $kg_{O2}.j^{-1}$)**.

$Q_{O2} = (a' \times DBO_{5\ éliminée}) + (b' \times Sv)$

Données :

- *a' = 0,7 $kg_{O2}.kg_{DBO5}^{-1}$;*
- *b' = 0,06 $kg_{O2}.kg_{MVS}^{-1}.j^{-1}$;*
- *Sv : quantité de biomasse présente dans le bassin d'aération en kg $_{MVS}$.*
- *Les caractéristiques des systèmes d'aération sont présentées en **annexe 3.***

P2.4. Calculer l'apport réel journalier en dioxygène. **Comparer** le résultat obtenu à celui de la **question P2.3** et **proposer** une correction éventuelle.

P2.5. En lien avec la **question P1.4.**, **justifier** l'absence de phase d'anoxie.

P3. FILTRATION MEMBRANAIRE (8,5 points)

Ce procédé remplace la clarification par décantation mise en œuvre dans les filières à boues activées « classiques ».

*Les caractéristiques des membranes, présentées en **annexe 5 (page 17/25)** précisent le diamètre des pores. Il s'agit d'un procédé d'ultrafiltration.*

P3.1. Préciser les différents types d'éléments susceptibles d'être retenus par filtration membranaire.

P3.2. À l'aide de **l'annexe 5, calculer** la surface totale membranaire développée dans les 3 cassettes immergées.

Le flux maximal d'eau à traiter admissible pour le procédé est de 8,5 $L_{eau}.h^{-1}.m^{-2}_{membrane}$

P3.3. Calculer le débit maximal total admissible. **Conclure** quant au dimensionnement des équipements.

P3.4. Citer les deux types de colmatage rencontrés dans les procédés membranaires. **Préciser** les techniques permettant d'y remédier.

Base nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Le logiciel de télégestion permet de suivre le procédé en continu : on fait apparaître sur l'écran de contrôle et de supervision la courbe présentée sur le graphique de ***l'annexe 6 (page 18/25)****.*

P3.5. Reporter sur la copie la signification des repères A à D des schémas de **l'annexe 6.**
Commenter le graphique de cette annexe en précisant les phénomènes observés au niveau des repères E à G.

P4. BILAN DE FONCTIONNEMENT DU PROCÉDÉ (6 points)

P4.1. À l'aide de **l'annexe 2, interpréter** les résultats des analyses et conclure sur la conformité du procédé de traitement.

P4.2. À l'aide des réponses aux questions précédentes et de vos connaissances, **conclure** en présentant les avantages et les inconvénients du procédé à bioréacteur à membranes immergées (B.R.M.) par rapport au procédé par boues activées.

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement Professionnel
Réseau Canopé

DEUXIÈME PARTIE
AUTOMATISME – RÉGULATION – ÉLECTROTECHNIQUE

(25 points)

Durée conseillée : 1 heure 15.

AUTOMATISME / 8,5 points

Problématique

« Comment assurer le lavage automatique, toutes les 400 secondes, des filtres membranaires ? »

Mise en situation

*Un synoptique simplifié de la station d'épuration est présenté en **annexe 1**.*

Le lavage des filtres membranaires doit s'effectuer à contre courant : on parle de rétrolavage.

*Deux synoptiques plus détaillés, l'un du bassin biologique et l'autre du poste de rétrolavage, sont présentés respectivement en **annexe 7 (page 19/25)** et en **annexe 8 (page 20/25)**.*

• *En fonctionnement normal (tâche filtration), le perméat est extrait du bassin biologique en passant par les filtres membranaires.*

*Au niveau de la partie opérative décrite **annexe 8** :*

- les vannes 31VA01 et 31VA02 sont ouvertes ;

- la pompe 31PC01 ou 31PC02 est en fonctionnement (avec alternance des pompes toutes les 10 heures, sauf en cas de défaillance de l'une des pompes, l'autre servant alors de pompe de secours). L'alternance des pompes sera gérée par un GRAFCET indépendant (non étudié dans cette partie), qui portera un bit interne % M1 à 1, lorsque ce sera au tour de la pompe 31PC01 de fonctionner et qui portera un bit interne % M2 à 1, lorsque ce sera au tour de la pompe 31PC02 de fonctionner.

- La vanne 31VR07 est une vanne de régulation dont l'ouverture sera fonction de la consigne de filtration.

- la vanne 31VA05 est ouverte.

• *Le cahier des charges de la tâche « rétrolavage» est défini comme suit : l'eau utilisée pour le lavage des filtres membranaires est soutirée de la cuve de rétrolavage.*

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

Au niveau de la partie opérative :

- la vanne 31VA03 est ouverte ;

- la pompe 31PC01 ou 31PC02 est en fonctionnement (avec alternance des pompes toutes les 10 heures, sauf en cas de défaillance de l'une des pompes, l'autre servant alors de pompe de secours) ;

- les vannes 31VR07, 31VA04 et 31VA01 sont ouvertes ;

La tâche de rétrolavage dure 40 secondes.

Survient la phase de dégazage, pendant laquelle le circuit de rétrolavage est maintenu, à la différence près que le cheminement de cette eau de rétrolavage vers les filtres membranaires est bloqué. L'eau utilisée pour le rétrolavage passe par le pot de dégazage qui est dégazé par l'ouverture de la vanne 31VA08.
La tâche de dégazage dure 20 secondes.

Les vannes sont du type normalement fermées et tous les actionneurs sont monostables. Pour des raisons de simplification, on considèrera la vanne 31VR07 comme une vanne tout ou rien dans le GRAFCET.

A1. **Compléter** sur le **document-réponse 1 (page 23/25)** les GRAFCETS, du point de vue partie opérative du rétrolavage et du dégazage en respectant le cahier des charges **ci-dessus**.

A2. **Compléter** ensuite le GRAFCET de gestion des tâches afin d'assurer la synchronisation des GRAFCETS.
Découper et **coller** sur votre copie le **document-réponse 1.**

A3. **Produire** les schémas à contacts (= langage LADDER) gérant le fonctionnement de la pompe 31PC01 et de la vanne 31VA01 en fonction des étapes actives.

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

<u>RÉGULATION</u> / 8,5 points

<u>Problématique</u> : *optimisation de l'aération dans le bassin biologique.*

<u>Mise en situation</u>

Pour réguler l'aération dans le bassin biologique, on fait le choix technologique d'acquérir le *potentiel redox dans ce bassin. Pour cela, on utilise une sonde redox délivrant un signal 4 - 20 mA pour un potentiel redox variant de – 200 mV à + 200 mV.*

L'aération dans le bassin biologique était initialement uniquement assurée par un procédé appelé VENTOXAL®, procédé disposé au fond du bassin et constitué d'une injection d'oxygène via une buse d'injection, combinée avec une agitation par turbine. La régulation de ce procédé est du type « Tout Ou Rien ». L'aération s'avérant, par la suite, insuffisante, ce dispositif a ensuite été complété par un autre dispositif : le procédé TURBOXAL® (<u>nota</u> : ce procédé, récent, ne figure pas encore sur le synoptique du bassin biologique.) L'oxygène injecté en surface est d'abord pulsé vers le fond par la turbine de surface du TURBOXAL®, avant de remonter naturellement en surface sous l'effet de sa densité plus faible que celle de l'effluent. L'oxygène injecté en surface, effectuant d'abord un trajet de descente avant d'entamer sa remontée, est mieux dissous que l'oxygène injecté au fond du bassin qui, quant à lui, ne fait que remonter. Ceci explique que, à caractéristiques égales, le procédé de surface TURBOXAL® soit plus efficace que le procédé de profondeur VENTOXAL®. La priorité sera donc naturellement donné au fonctionnement du procédé de surface TURBOXAL®.

La régulation de l'injection d'oxygène en surface, au niveau du procédé TURBOXAL® est du type « tout ou peu » :

- « tout » : ouverture d'une électrovanne assurant un débit d'oxygène de 40 m^3/h : SV11 ;

- « peu » : ouverture d'une électrovanne assurant un débit d'oxygène de 20 m^3/h : SV10.

À l'issue d'une période d'essais, l'optimisation des procédés d'aération est définie ainsi :

- potentiel redox < 50 mV VENTOXAL® + TURBOXAL® de surface avec gros débit (40 m^3/h) ;

- 50 mV < potentiel redox < 80 mV TURBOXAL® de surface avec gros débit (40 m^3/h) ;

- 80 mV < potentiel redox < 100 mV TURBOXAL® de surface avec faible débit (20 m^3/h) ;

- 100 mV < potentiel redox arrêt de l'aération.

L'information 4 - 20 mA issue de la sonde redox est envoyée vers l'armoire de commande spécifique au procédé TURBOXAL® pour gérer le débit d'oxygène. Afin de régler l'armoire de commande du TURBOXAL®, il est nécessaire de programmer les 3 valeurs en mA des seuils de mesure du potentiels redox conditionnant son fonctionnement.

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

R1. **Déterminer**, par la méthode de votre choix, les trois seuils, en mA, pour lesquels :
- le *TURBOXAL®* fonctionnera avec un gros débit (40 $m^3.h^{-1}$) ;
- le *TURBOXAL®* fonctionnera avec un faible débit (20 $m^3.h^{-1}$) ;
- on arrêtera le *TURBOXAL®*.

R2. Sur le **document-réponse 2 (page 24/25)**, **compléter** les chronogrammes de commande du procédé VENTOXAL, du procédé TURBOXAL, de la vanne de gros débit (40 $m^3.h^{-1}$) SV11 et de celle de faible débit (20 $m^3.h^{-1}$) SV10, en fonction de l'évolution du potentiel redox proposé.

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

ÉLECTROTECHNIQUE / 8 points

Le bassin biologique est équipé de deux dispositifs permettant son aération :

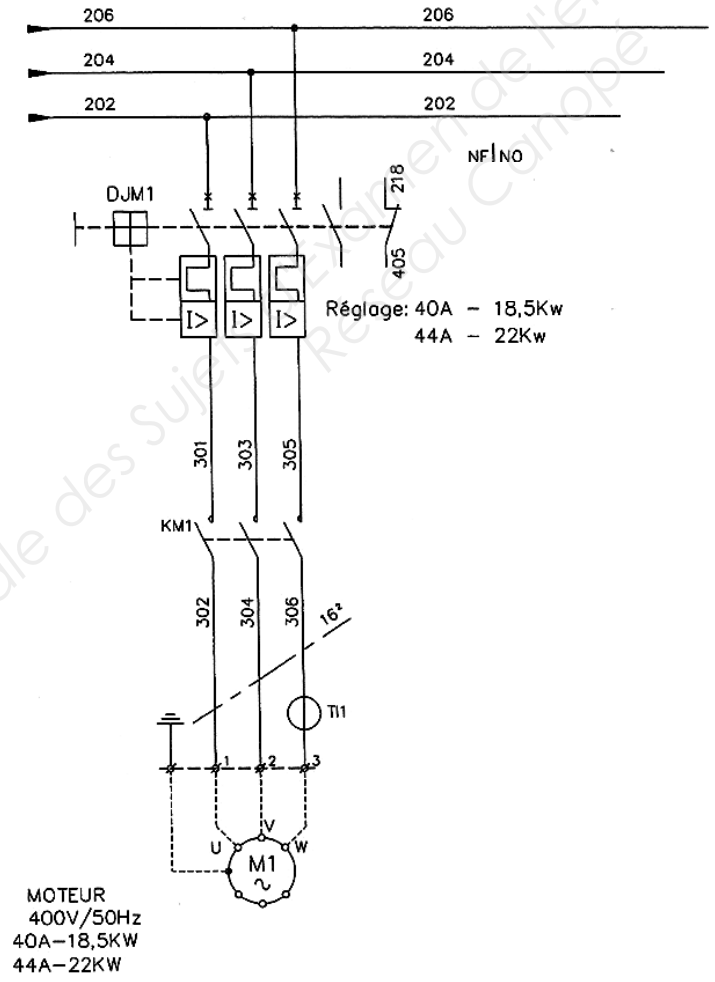
Nom du Procédé	***Caractéristiques***
Turbine de surface TURBOXAL®	*Temps de fonctionnement moyen journalier : 24 h.* *Puissance : 22 kW.*
Turbine de profondeur VENTOXAL®	*Temps de fonctionnement moyen journalier : 14 h.* *Puissance : 21 kW.*

L'étude portera sur le moteur du procédé TURBOXAL®.

Problématique : *choisir les éléments du circuit de puissance du moteur du procédé TURBOXAL®.*

Mise en situation

*La figure **ci-dessous** représente le schéma du circuit de puissance du moteur du procédé TURBOXAL. Le moteur asynchrone triphasé a une puissance de 22 kW.*



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

E1. **Donner** le nom du procédé de démarrage.

E2. **Citer** un problème électrique que ce type de démarrage est susceptible de générer. **Proposer** deux solutions technologiques susceptibles de réduire voire d'annuler ce problème.

E3. À l'aide des caractéristiques de fonctionnement de l'installation, **Justifier** le choix de démarrage utilisé.

E4. Le circuit d'alimentation de ce moteur comporte notamment l'appareil DJM1.
Préciser le nom et les différentes fonctions de cet appareil.

E5. À l'aide de la documentation constructeur SIEMENS **(annexe 9, page 21/25) choisir** la référence susceptible de convenir pour l'appareil repéré DJM1. **Justifier** votre choix.

E6. **Donner** le nom et la fonction de l'appareil repéré KM1.

E7. À l'aide de la documentation constructeur SIEMENS **(annexe 9) choisir** la référence susceptible de convenir pour l'appareil repéré KM1. **Justifier** votre choix.

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

TROISIÈME PARTIE
HYDRAULIQUE

(15 points)

Durée conseillée : 45 min.

En sortie de station, les eaux traitées sont rejetées dans un canal rectangulaire. La capacité maximale de traitement de la station est fixée à 250 $m^3.j^{-1}$. Le débit d'eaux traitées par la station et rejeté dans le milieu naturel est mesuré par un système à déversoir.

Les documents relatifs aux mesures de débit par un déversoir sont rassemblés dans ***l'annexe 10 (page 22/25)****.*

Le technicien est chargé de vérifier l'étalonnage du déversoir.

H1. **Donner** le but de l'étalonnage d'un déversoir.

H2. À l'aide de **l'annexe 10** et du **document-réponse 3 (page 25/25, à découper et à coller sur la copie)**, **identifier**, en argumentant, la courbe d'un déversoir rectangulaire et la courbe d'un déversoir triangulaire.

Le déversoir mis en place est un déversoir triangulaire d'angle α.

H3. **Justifier** le choix d'un déversoir triangulaire plutôt qu'un déversoir rectangulaire.

La norme X10-311 fournit, pour un déversoir triangulaire, la formule permettant le calcul du débit en fonction de la hauteur de lame h :

$$Q = \frac{8}{15}.C.\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right).\sqrt{2g}.h^{\frac{5}{2}}$$

formule de Kindsvater ;

Avec :

• Q : débit en m^3/s ;

• C : coefficient de débit ;

• α : angle du déversoir triangulaire ; $\alpha = 53{,}1°$;

• g : accélération de pesanteur ; g = 9,81 $m.s^{-2}$;

• h : hauteur de lame en mètre.

Le technicien réalise des relevés de hauteur de lame, au niveau de déversoir triangulaire, pour différentes valeurs de débit obtenues à l'aide d'un débitmètre portable qu'il place en amont du canal de rejet.

h en m	0,025	0,050	0,075	0,100	0,125	0,150
Q m^3/s	6,77E-05	3,83E-04	1,06E-03	2,17E-03	3,78E-03	5,97E-03
Q L/s	0,07	0,38	1,06	2,17	3,78	5,97
Q m^3/h	0,2	1,4	3,8	7,8	13,6	21,5

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

H4. **Calculer**, à l'aide d'une mesure figurant dans le tableau, la valeur du coefficient de débit C du déversoir.
Vérifier que cette valeur est compatible avec celles couramment admises de l'ordre de 0,6.

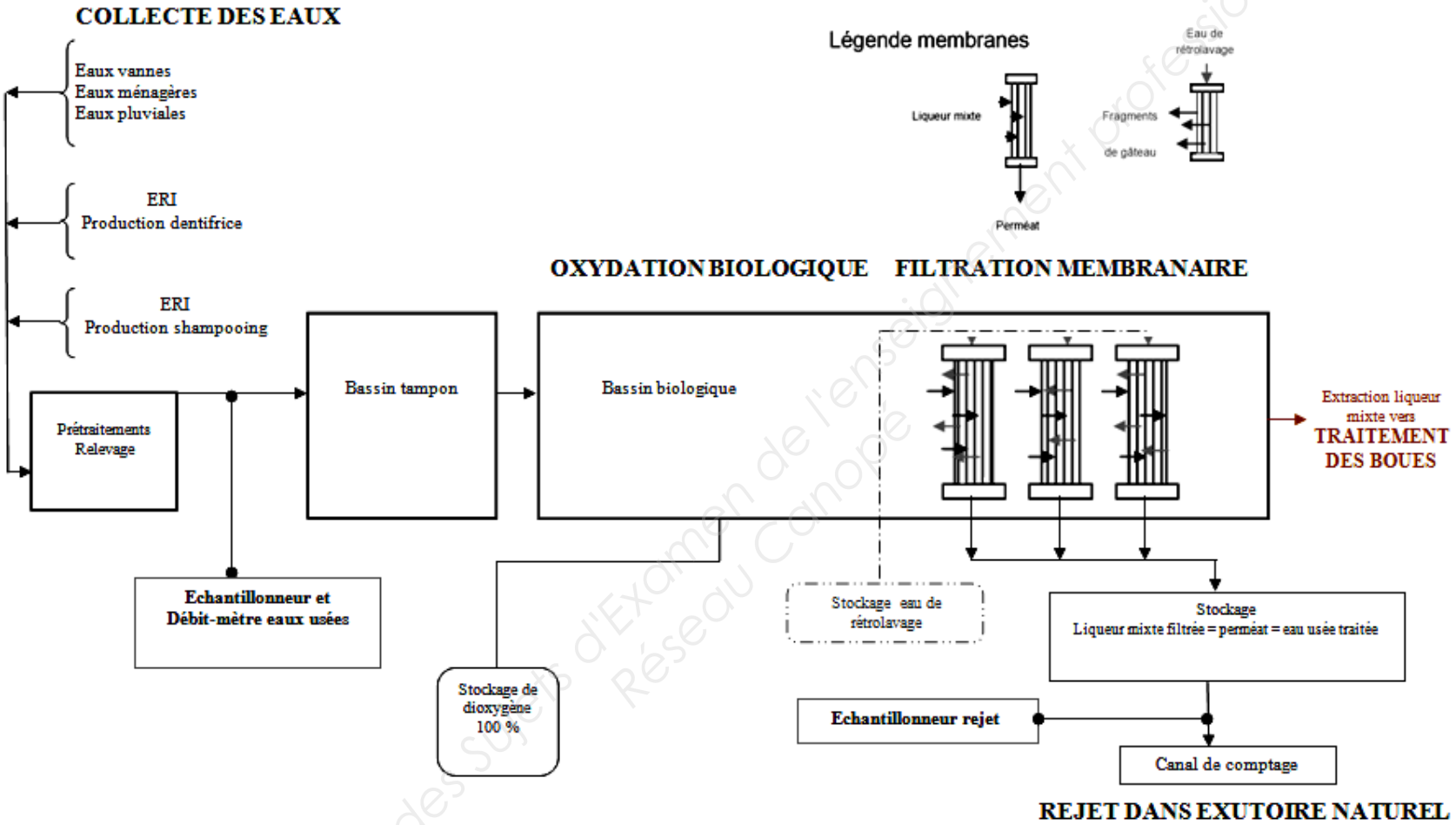
H5. **Déterminer**, par un calcul ou par méthode graphique, la hauteur de lame correspondant à la capacité maximale de la station.

Des aménagements au niveau de la zone de rejet vont conduire à terme au remplacement du système à déversoir par un canal Venturi.

H6. À l'aide de la documentation constructeur jointe en **annexe 10, choisir**, en justifiant la réponse, la référence du canal Venturi le plus approprié au rejet maximum de la station.

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

Annexe 1 – Synoptique de la filière de traitement des E.R.I par bioréacteur à membranes immergées.



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

Annexe 2 – Résultats d'analyses effectuées sur les eaux prélevées au niveau des échantillonneurs d'entrée et de sortie.

La concentration massique est notée C_m.

	Débit	**DCO**	**DBO_5**	**MES**	**NK**	**P Total**	**Zinc**
	$m^3.j^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$
Moyenne ERI (sur 24 h)	185	7388	3577	703	52	15	10

N oxydé est négligeable en entrée.

	Débit	**DCO**	**DBO_5**	**MES**	**NK**	**P Total**	**Zinc**	**Fluor**
	$m^3.j^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$	C_m $mg.L^{-1}$
Moyenne rejet (sur 24 h)	185	93	5	2	2	3	2	6

Valeurs limites à respecter selon l'arrêté préfectoral de rejet du 25 janvier 2000.

Débit maximal horaire ($m^3.h^{-1}$)	15
Débit maximal journalier ($m^3.j^{-1}$)	250

Paramètre	**DCO**	**DBO_5**	**MES**	**NK**	**NGL**	**P Total**	**Fluor**
Valeur limite de concentration ($mg.L^{-1}$)	250	15	15	10	30	10	15

La concentration moyenne sur 24 h ne doit pas dépasser la valeur limite de concentration **ci-dessus**.

La station de traitement doit avoir un rendement épuratoire minimum de 98% sur la DCO, lorsque la concentration en entrée est supérieure à 10 000 $mg.L^{-1}$ et de 96% si elle est comprise entre 5000 et 10 000 $mg.L^{-1}$.

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

Annexe 3 – Principaux paramètres caractéristiques de la dépollution biologique des E.R.I.

Volume bassin d'aération	1300 m^3
Hauteur du bassin d'aération	5,5 m
$[MS]_{ba}$	15 $g_{MS}.L^{-1}$
$[MVS]_{ba}$	11 $g_{MVS}.L^{-1}$
Complémentation en azote actuelle	Ajout de 130 $L_{sol\ urée}.j^{-1}$ d'une solution d'urée à 40% de titre massique, densité = 1,0.
Complémentation en phosphore actuelle	Ajout de 16 $L.j^{-1}$ d'une solution d'acide phosphorique à 75% de titre massique, densité = 1,0.

Pas de recirculation des boues.

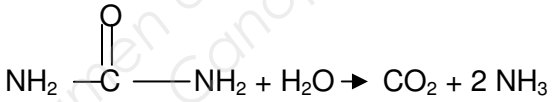
Rapport d'assimilation du procédé pour éliminer 100 g de DBO_5 :

100 g	/	5 g	/	1 g
DBO_5		NK		Pt

Formule semi-développée de l'urée : $CO(NH_2)_2$

Masses molaires ($g.mol^{-1}$) : C : 12 H : 1 O : 16 P : 31 N : 14

Réaction d'hydrolyse de l'urée :



$$NH_2-C(=O)-NH_2 + H_2O \rightarrow CO_2 + 2\ NH_3$$

Aération

L'aération est continue (pas de phase d'anoxie et d'anaérobie) et est réalisée par deux procédés permettant un mélange optimisé de dioxygène gazeux **pur** dans la liqueur mixte.

Une turbine de surface correspondant au procédé Turboxal® :

- injection continue : 24 $h.j^{-1}$;
- apport spécifique brut 2,9 $kg_{02}.kWh^{-1}$ en conditions standards ;
- puissance absorbée : 22 kW ;
- facteur correctif global : F.C.G = 0,6.

Une turbine de profondeur correspondant au procédé Ventoxal® 300 :

- injection consignée sur redox : 14 $h.j^{-1}$;
- apport spécifique brut 2,9 kg_{02} . kWh^{-1} en conditions standards ;
- puissance absorbée : 21 kW ;
- facteur correctif global : F.C.G = 0,4.

Qualité des boues

Boues marron clair très peu floculées, léger moussage d'origine physico-chimique.
V_{30} impossible à déterminer.

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

Annexe 4 – Principales caractéristiques de fonctionnement des procédés à boues activées « classiques ».

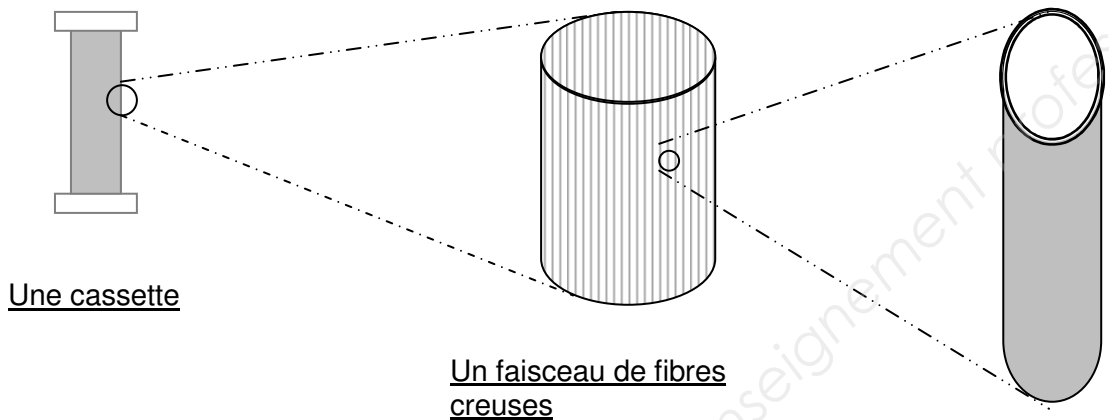
Procédé / Paramètres	Unités	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge	Aération prolongée = très faible charge
Cm	$kg_{DBO5}.kg_{MVS}^{-1}.j^{-1}$	> 0,5	0,2 à 0,5	0,07 à 0,2	< 0,07
MS_{ba}	$g.L^{-1}$	1 à 2	2 à 4	3 à 5	2 à 5
MVS_{ba}	$g.L^{-1}$	0,7 à 1,4	1,4 à 2,8	2,1 à 3,5	1,4 à 3,5
Rendement DBO_5	%	70 à 85	85 à 93	90 à 97	90 à 97
Degré d'épuration carbonée obtenu		Complète résiduel $DBO_5 = 40\ mg_{O2}.L^{-1}$	Complète résiduel $DBO_5 = 25\ mg_{O2}.L^{-1}$	Complète	Minéralisation totale
Floculation		Nulle	Moyenne	Excellente	Bonne

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

Annexe 5 – Caractéristiques des membranes

Structure des membranes

Une cassette est constituée de 22 faisceaux comportant chacun 3 000 fibres creuses à peau externe. Une fibre creuse s'apparente à un cylindre de périmètre $p = 2 \times \pi \times r$ et de hauteur h.



Une cassette

Un faisceau de fibres creuses

Une fibre creuse avec ses pores

- 3 cassettes dans le bassin biologique ;
- diamètre des pores = 0,04 µm (ultrafiltration) ;
- hauteur d'une fibre = 2 m ;
- diamètre externe d'une fibre = 1 mm ;
- surface des parois des fibres = $h \times 2 \times \pi \times r$.

- **Fonctionnement optimal**
  Flux net d'eau à traiter dans la membrane : 7 à 8,5 $L_{eau}.h^{-1}.m^{-2}$.membrane.

- **Lavage des membranes**
  Par rétrolavage à l'eau filtrée toutes les 400 secondes.

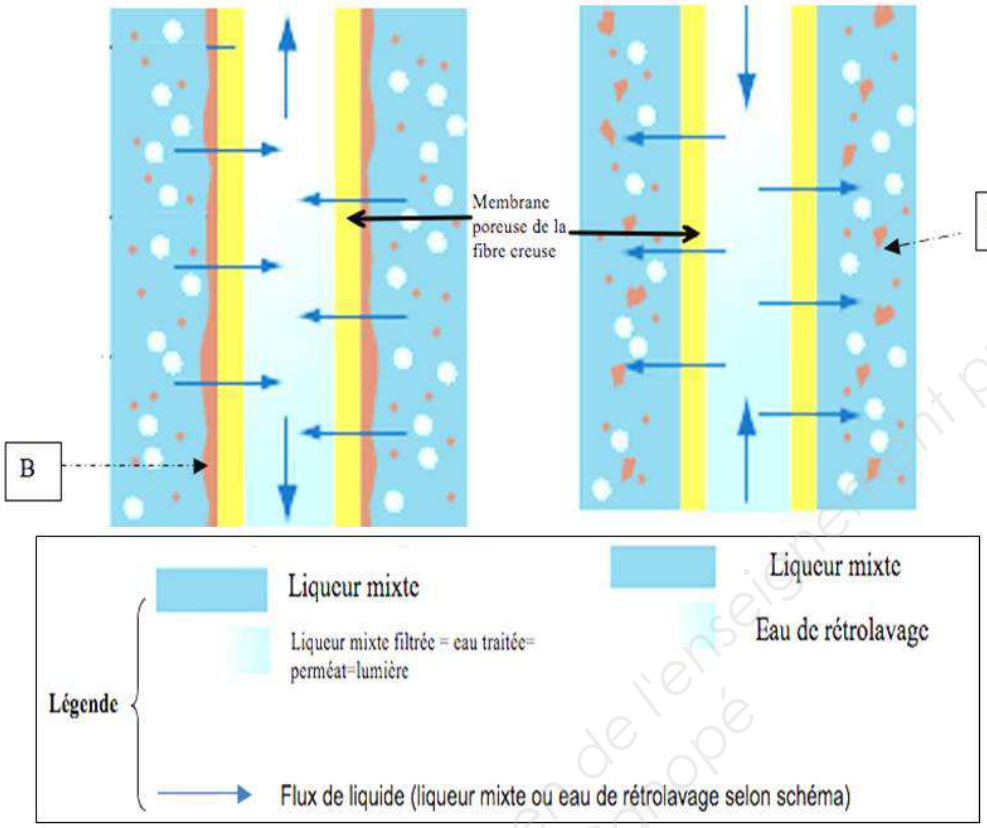
.

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

Annexe 6

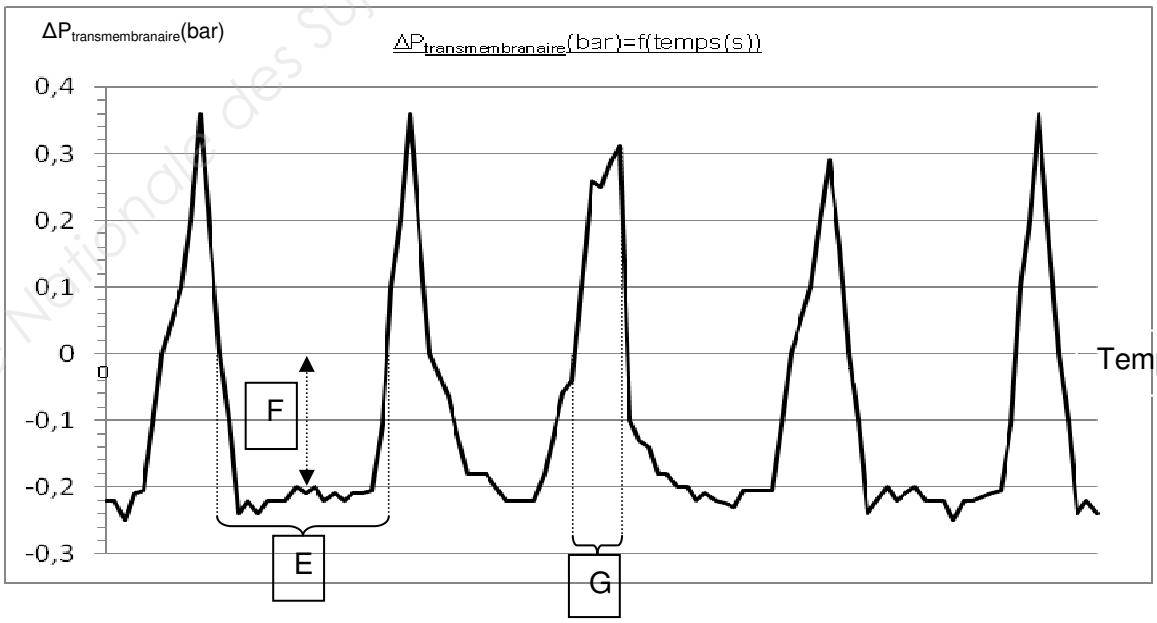
A : titre du schéma ci-dessous

C : titre du schéma ci-dessous



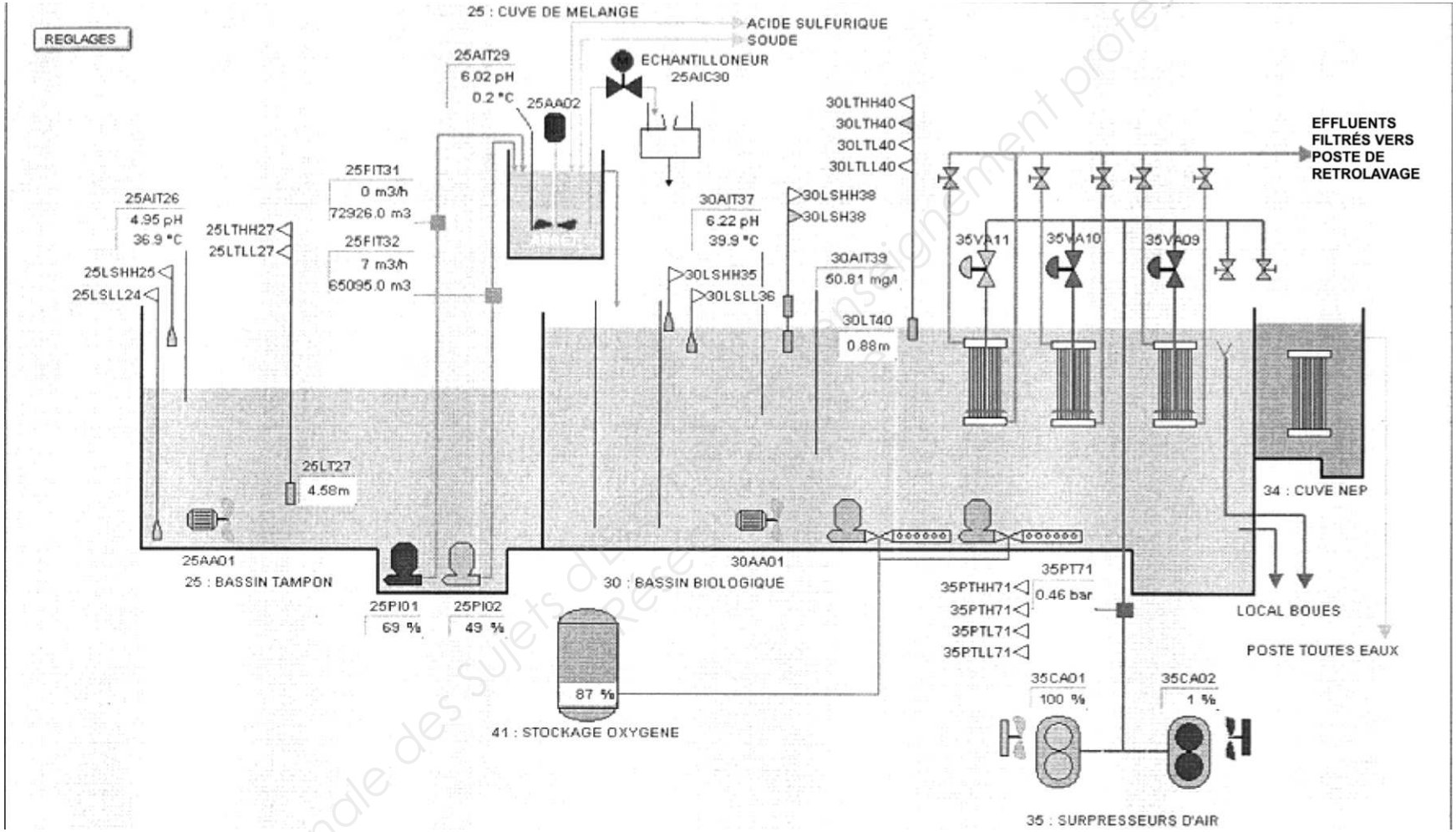
Graphique : suivi du procédé de filtration membranaire

$$\Delta P_{transmembranaire}\ (bar) = P_{lumière} - P_{liqueur\ mixte}$$



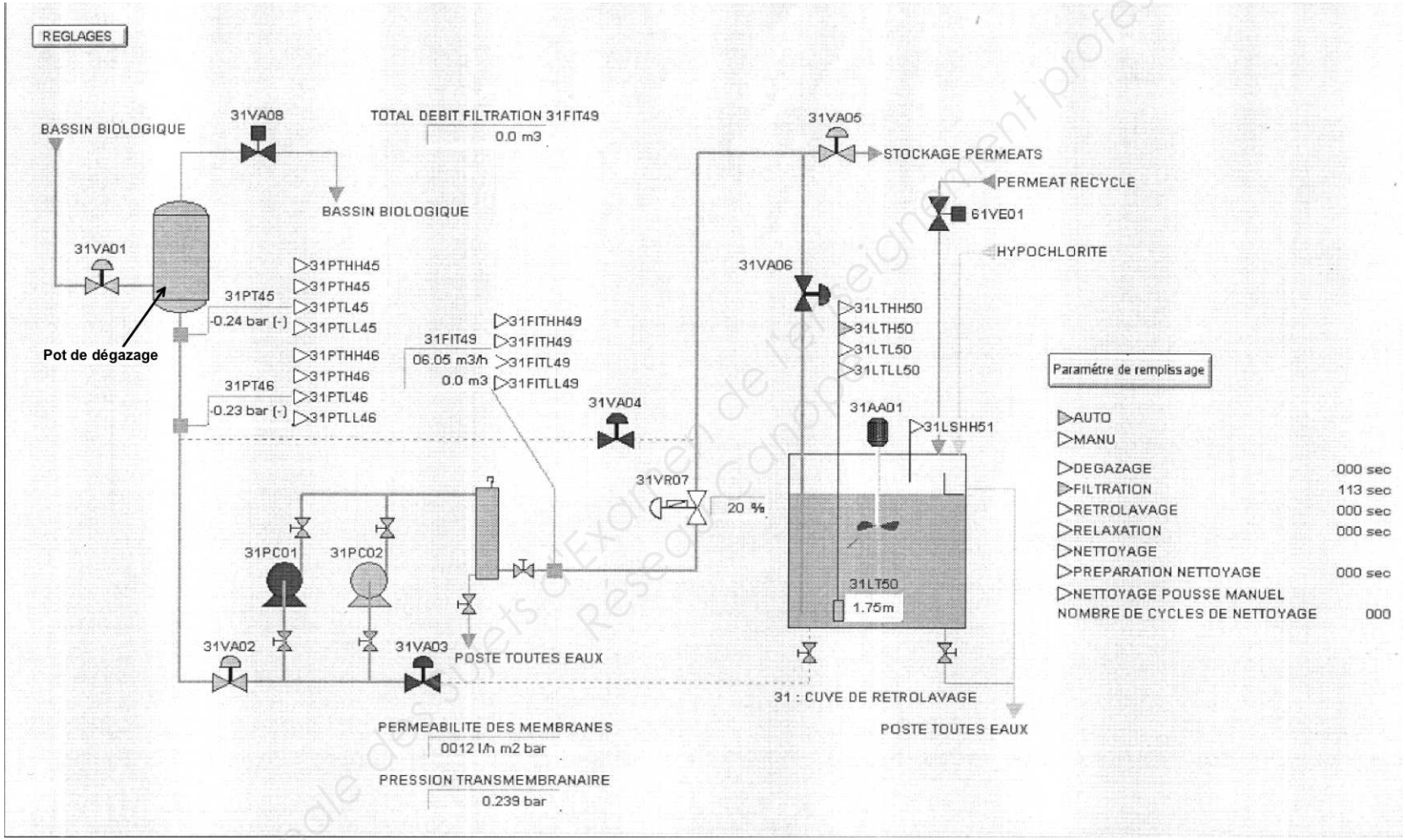
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

Annexe 7 – Synoptique du bassin biologique



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

Annexe 8 – Synoptique du poste de rétrolavage



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

© Siemens AG 2011

Système d'entraînement SINAMICS S120

Power Modules et composants côté réseau

Power Modules de forme Blocksize
Composants côté réseau recommandés

Aperçu

Les composants de puissance côté réseau adaptés sont affectés en fonction de la puissance des Power Modules.

Les tableaux suivants contiennent diverses recommandations et sont valables pour une température ambiante jusqu'à 40 °C.

Pour plus d'informations sur les contacteurs principaux, interrupteur-sectionneurs, disjoncteurs et fusibles mentionnés, veuillez consulter les catalogues LV 10.1 et IC 10.

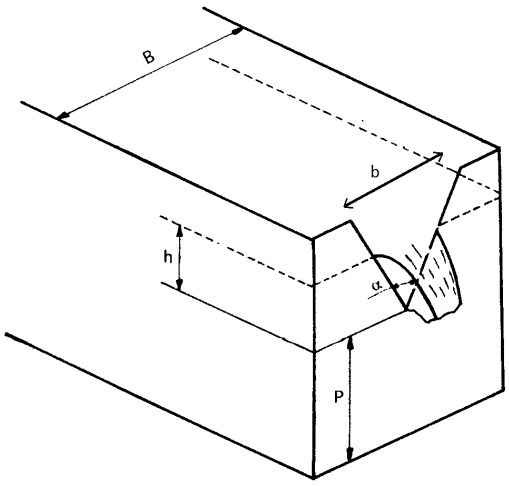
Correspondance entre composants de puissance côté réseau et Power Modules de forme Blocksize

Courant de sortie assigné	Puissance type	Adapté au Power Module de forme Blocksize	**Contacteur réseau**	**Disjoncteurs CEI 60947 et UL489/CSA C22.2 No. 5-02**	**Fusible UL/CSA, classe J** Fournisseur : Société Ferraz Shawmut www.ferrazshawmut.com		
A	kW	Type 6SL3210-	Type	N° de référence	Courant assigné	Taille	N° de référence
Tension réseau 1ph. 200 ... 240 V							
0,9	0,12	1SB11-0...	**5TT57...**	**5SJ4206-7HG41**	6 A	21 × 57	AJT6
2,3	0,37	1SB12-3...	**5TT57...**	**5SJ4210-7HG41**	10 A	21 × 57	AJT10
3,9	0,75	1SB14-0...	**5TT57...**	**5SJ4216-7HG41**	15 A	21 × 57	AJT15

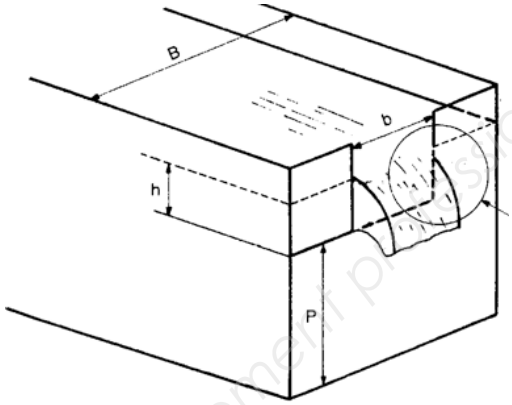
Courant de sortie assigné	Puissance type	Adapté au Power Module de forme Blocksize	**Contacteur réseau**	**Disjoncteurs CEI 60947**	**Disjoncteurs UL489/CSA C22.2 No. 5-02**	**Interrupteur principal**
A	kW	Type 6SL3210-	Type	N° de référence	N° de référence	N° de référence
Tension réseau 3ph. 380 ... 480 V						
1,3	0,37	1SE11-3UA0	**3RT1015-...**	**3RV1021-1DA10**	–	**3LD2003-1TP51**
1,7	0,55	1SE11-7UA0	**3RT1015-...**	**3RV1021-1DA10**	–	**3LD2003-1TP51**
2,2	0,75	1SE12-2UA0	**3RT1015-...**	**3RV1021-1FA10**	–	**3LD2003-1TP51**
3,1	1,1	1SE13-1UA0	**3RT1015-...**	**3RV1021-1GA10**	–	**3LD2003-1TP51**
4,1	1,5	1SE14-1UA0	**3RT1015-...**	**3RV1021-1HA10**	–	**3LD2003-1TP51**
5,9	2,2	1SE16-0...	**3RT1015-...**	**3RV1021-1KA10**	–	**3LD2003-1TP51**
7,7	3	1SE17-7...	**3RT1015-...**	**3RV1021-4AA10**	–	**3LD2003-1TP51**
10	4	1SE21-0...	**3RT1016-...**	**3RV1021-4BA10**	–	**3LD2103-1TP51**
18	7,5	1SE21-8...	**3RT1025-...**	**3RV1031-4EA10**	–	**3LD2203-0TK51**
25	11	1SE22-5...	**3RT1026-...**	**3RV1031-4FA10**	–	**3LD2504-0TK51**
32	15	1SE23-2...	**3RT1034-...**	**3RV1031-4HA10**	–	**3LD2504-0TK51**
38	18,5	1SE23-8...	**3RT1035-...**	**3RV1042-4JA10**	–	**3LD2504-0TK51**
45	22	1SE24-5...	**3RT1036-...**	**3RV1042-4KA10**	–	**3LD2504-0TK51**
60	30	1SE26-0...	**3RT1044-...**	**3RV1042-4MA10**	**3VL2191-3KN30-....**	**3LD2704-0TK51**
75	37	1SE27-5...	**3RT1045-...**	**3VL1712-1DD33-....**	**3VL2110-3KN30-....**	**3LD2704-0TK51**
90	45	1SE31-0...	**3RT1046-...**	**3VL1716-1DD33-....**	**3VL2112-3KN30-....**	**3LD2804-0TK51**
110	55	1SE31-1...	**3RT1054-...**	**3VL3720-1DC36-....**	**3VL2115-3KN30-....**	**3KA5330-1GE01**
145	75	1SE31-5...	**3RT1056-...**	**3VL3720-1DC36-....**	**3VL3120-3KN30-....**	**3KA5530-1GE01**
178	90	1SE31-8...	**3RT1064-...**	**3VL3725-1DC36-....**	**3VL3125-3KN30-....**	**3KA5530-1GE01**

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

Documentation sur les déversoirs



Déversoir triangulaire d'angle α et de largeur au sommet b.



Déversoir rectangulaire avec contraction latérale de largeur b.

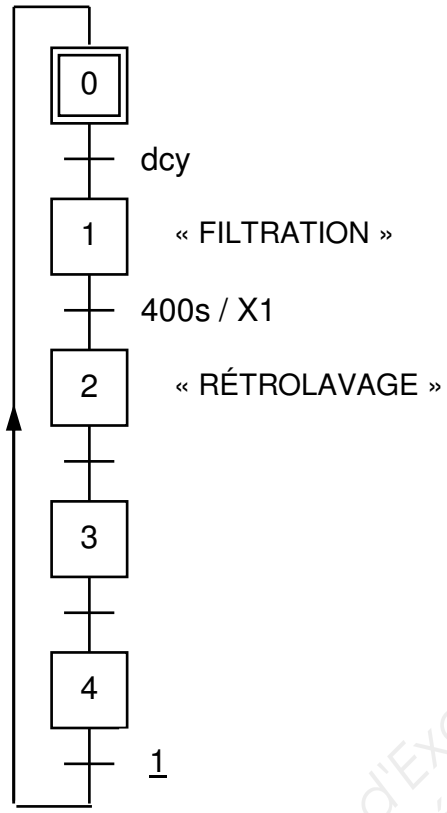
Caractéristiques de différents canaux Venturi Documentation HYDREKA

Référence		A	B	C	D	E	F	G
mm	larg	69	104	130	172	258	345	430
	larg limites	35-104	52-106	65-195	88-258	129-387	173-519	215-645
	haut. min	110	135	170	230	290	350	465
Q_{min}	L/s	0,05	0,10	0,23	0,47	1,31	2,72	4,71
	m^3/h	0,18	0,36	0,83	1,55	4,72	9,79	16,96
Q_{max}	L/s	1	2,5	5	10	25	50	100
	m^3/h	3,6	9	18	36	90	180	360
Niveau max h : mm		59	82	111	146	205	268	365

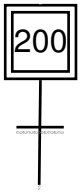
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

DOCUMENT-RÉPONSE 1
(À découper et coller sur la copie)

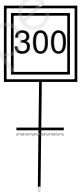
GRAFCET de GESTION DES TÂCHES



GRAFCET de RÉTROLAVAGE

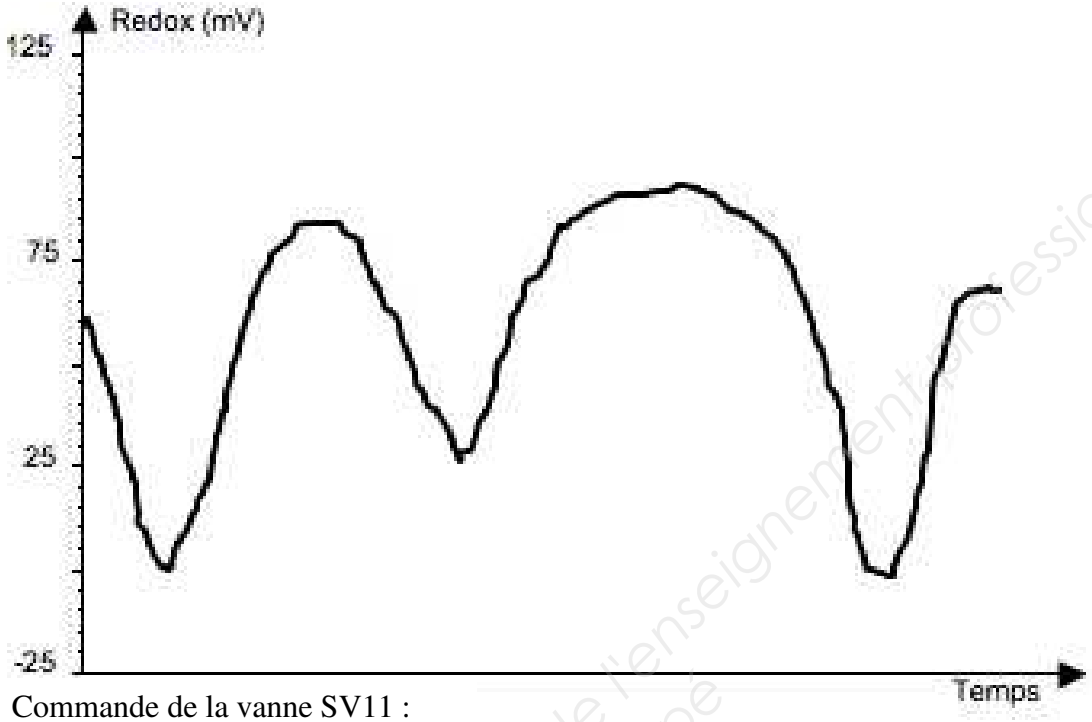


GRAFCET de DÉGAZAGE



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

DOCUMENT-RÉPONSE 2
(À découper et coller sur la copie)



Commande de la vanne SV11 :



Commande de la vanne SV10 :



Commande de la turbine du VENTOXAL :

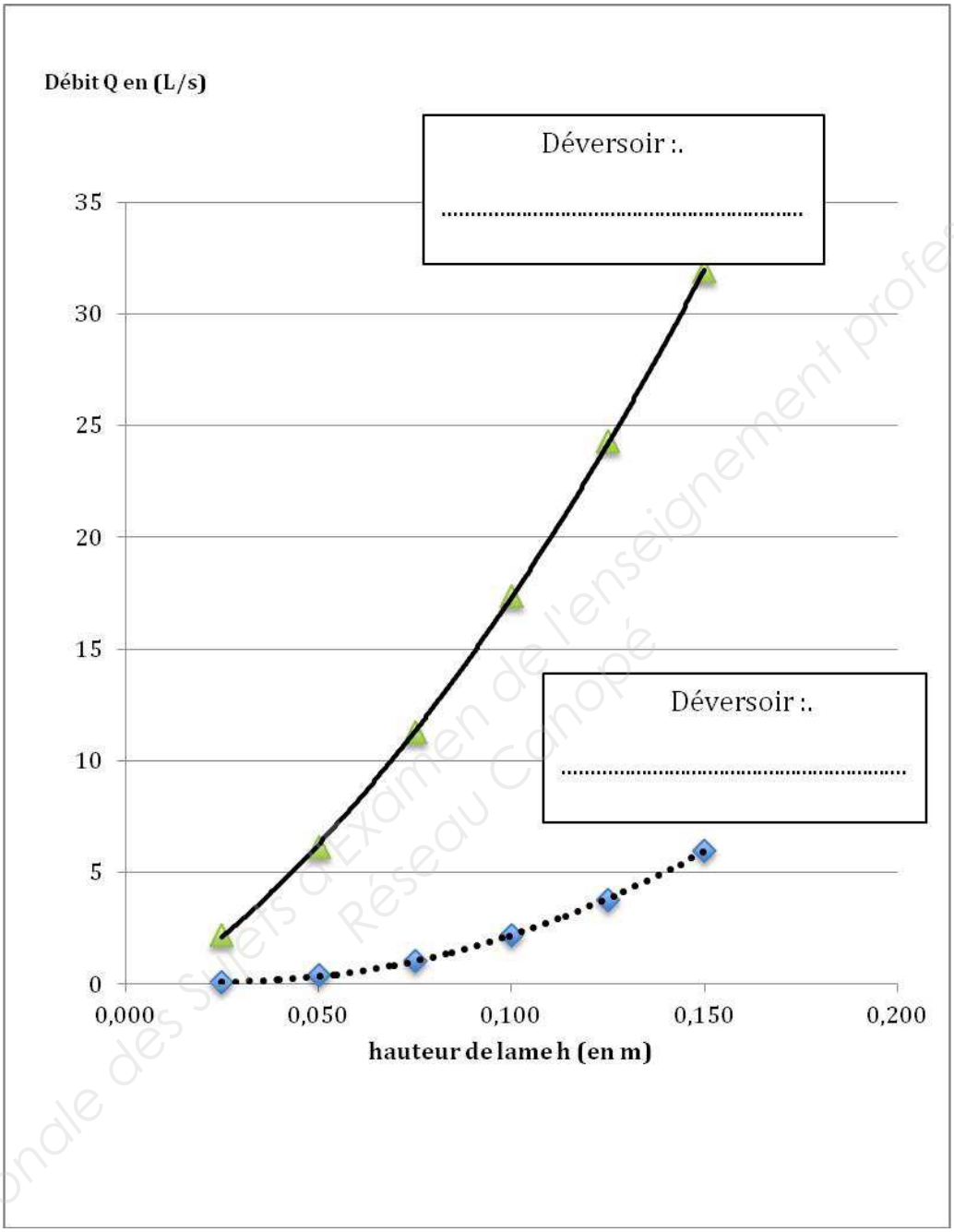


Commande de la turbine du TURBOXAL :



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

DOCUMENT-RÉPONSE 3
(À découper et coller sur la copie)



Courbe débit-hauteur pour un déversoir rectangulaire et un déversoir triangulaire.

Base Nationale des Sujets d'Examen 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.