



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

**Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.**

# BTS MÉTIERS DE L'EAU

## ÉTUDE DE CAS – U. 61

SESSION 2018

Durée : 4 heures  
Coefficient : 4

**Matériel :**

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

- ciseaux, colle et règle.

**Tout autre matériel est interdit.**

**Documents à coller sur la copie :**

- document-réponse N° 1 – Génie des procédés..... page 19/21
- document-réponse N° 2 – Régulation..... page 20/21
- document-réponse N° 3 – Automatismes..... page 20/21
- document-réponse N° 4 – Hydraulique..... page 21/21

**RÉDIGER CHAQUE PARTIE SUR UNE COPIE DIFFÉRENTE.**

- Partie 1** – Génie des procédés..... page 2 à 4/21
- Partie 2** – Régulation – Automatismes – Électrotechnique ..... page 5 à 8/21
- Partie 3** – Hydraulique .....page 9 à 10/21

**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.**

# ÉTUDE DES PRINCIPALES ÉTAPES DE TRAITEMENT POUR POTABILISER UNE EAU DE RIVIÈRE

## PARTIE 1 – GÉNIE DES PROCÉDÉS

(40 points)

Durée indicative : 2 heures.

Une filière de production d'eau potable a été installée pour traiter une eau de rivière de qualité fluctuante et souvent dégradée (**annexe 1, page 11/21**). La filière comporte une étape de clarification suivie d'un traitement par nanofiltration.

La filière doit garantir l'alimentation en eau potable pour 10 000 abonnés et quelques industriels le long d'un réseau de 350 km.

La station fonctionne avec un débit fixe de  $156 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

### **P1. Étude de la ressource (3 points)**

La moyenne des concentrations en nitrate de l'eau de rivière au cours de l'année 2014 s'élève à  $62 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France a accordé une dérogation pour permettre l'utilisation de cette ressource en eau avec cependant la nécessité de mettre en œuvre des actions préventives sur le bassin versant.

**P1.1 Expliquer** ce qu'est un périmètre de protection immédiat.

**P1.2** À l'aide de l'**annexe 2 (page 12/21)**, justifier la demande de dérogation.

### **P2. Étude de la clarification (16 points)**

**P2.1 Citer** deux critères qui permettent de choisir un coagulant.

Le coagulant choisi est un chlorosulfate basique d'aluminium de concentration égale à  $1,24 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$ . Son nom commercial est Aqualenc<sup>®</sup>.

Des jar-tests sont régulièrement réalisés pour déterminer le taux de traitement optimal. Leurs résultats sont présentés en **annexe 3 (page 13/21)**.

**P2.2 Établir** la relation littérale (aussi appelée équation aux grandeurs) entre le débit de la pompe doseuse d'Aqualenc<sup>®</sup> et son taux de traitement.

**Calculer** le débit de cette pompe doseuse dans le cas du jar-test N° 1, exprimée en  $\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$

On souhaite mettre en œuvre une régulation de l'injection du coagulant en lien avec la mesure de l'absorbance à 254 nm.

**P2.3 Déterminer**, à l'aide de l'**annexe 3**, l'équation de la droite représentant le taux de traitement optimal en Aqualenc<sup>®</sup>, en fonction de l'absorbance à 254 nm de l'eau brute.

**En déduire** la formule de calcul permettant à l'automate de régler le débit de la pompe doseuse d'Aqualenc<sup>®</sup>.

*Le temps optimum de coagulation est de 3 minutes.*

**P2.4 Calculer** le volume en m<sup>3</sup> du bac de coagulation.

*L'eau décantée est ensuite filtrée sur sable.*

**P2.5 Calculer**, à l'aide de l'**annexe 1**, la vitesse de filtration en m·h<sup>-1</sup> lorsque :

- les 3 filtres sont en fonctionnement ;
- un filtre est à l'arrêt ou en procédure de lavage.

**Comparer** les résultats pour chaque cas et **conclure**.

### **P3. Étude de la nanofiltration (12 points)**

*La préfiltration est réalisée sur des cartouches jetables possédant un seuil de coupure de 5 µm. Les préfiltres ont une durée de vie de 1 mois environ.*

**P3.1 Définir** le seuil de coupure.

**Indiquer** pourquoi bactéries et virus passent au travers du préfiltre.

**P3.2** À partir de l'étude du synoptique (**annexe 1**), **préciser** le paramètre mesuré qui permet d'évaluer l'état des préfiltres.

*L'étape de nanofiltration est constituée de 2 files et fonctionne à une pression de 6 bars.*

*En entrée de nanofiltration, la concentration en nitrates est de 58,5 mg·L<sup>-1</sup>*

*Le taux de conversion global (Y) est de 82,5 %.*

**P3.3 Établir et calculer** pour les 2 files :

- le débit total de perméat en m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>
- le débit total de rétentat (rétentat = concentrat) en m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

*On considère un débit de perméat de 130 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>*

**P3.4** À l'aide de l'**annexe 4 (page 13/21)** **établir et calculer** :

- la concentration en nitrates du rétentat en mg·L<sup>-1</sup>
- le taux de rétention des ions nitrate en %.

Un cycle de lavage pour chaque file est réalisé en moyenne une fois par mois lorsque la diminution de la perméabilité de la membrane est trop importante. Il est composé d'un premier lavage basique au P3-Ultrasil 14 (document en **annexe 5, page 14/21**), puis d'un deuxième lavage acide à l'acide citrique.

**P3.5 Indiquer** les éléments chimiques éliminés lors du cycle du lavage.

Une surveillance de l'intégrité des membranes est réalisée par une mesure de la conductivité du perméat.

**P3.6 Expliquer** en quoi la mesure de la conductivité permet de renseigner l'opérateur sur l'intégrité des membranes.

#### **P4. Étude de la mise à l'équilibre et de la distribution de l'eau (9 points)**

La mise à l'équilibre du perméat nécessite une reminéralisation. Elle est réalisée par ajout de dioxyde de carbone et de chaux.

**P4.1** À l'aide de l'**annexe 4**, **placer** le point P (perméat) sur le graphique carbonique fourni (**document-réponse N° 1 – Génie des procédés, page 19/21, à coller sur la copie**). **Indiquer** les coordonnées du point P sur la copie.

**P4.2 Déterminer** la concentration en CO<sub>2</sub> en mg·L<sup>-1</sup> dans le perméat en utilisant la droite de référence CO<sub>2</sub>.

La courbe de chaux représentée sur le **document-réponse N° 1 – Génie des procédés** permet d'obtenir la position de l'eau distribuée.

**P4.3 Placer** le point caractéristique de l'eau, après ajout de CO<sub>2</sub>, sur le graphique carbonique.

**Déduire** la concentration en CO<sub>2</sub> en mg·L<sup>-1</sup> de l'eau après ajout de CO<sub>2</sub>.

**P4.4 Déduire**, des **questions 4.2 et 4.3**, le taux de traitement en CO<sub>2</sub> à ajouter en mg·L<sup>-1</sup> pour atteindre le point « position souhaitée de l'eau distribuée ».

**P4.5** À l'aide du graphique, **déterminer** le taux de traitement en chaux, exprimé en mg de CaO par litre, à ajouter pour atteindre le point « position souhaitée de l'eau distribuée ».

## PARTIE 2 – RÉGULATION – AUTOMATISME – ÉLECTROTECHNIQUE

(25 points)

Durée indicative : 1 h 15.

### RÉGULATION (10 points)

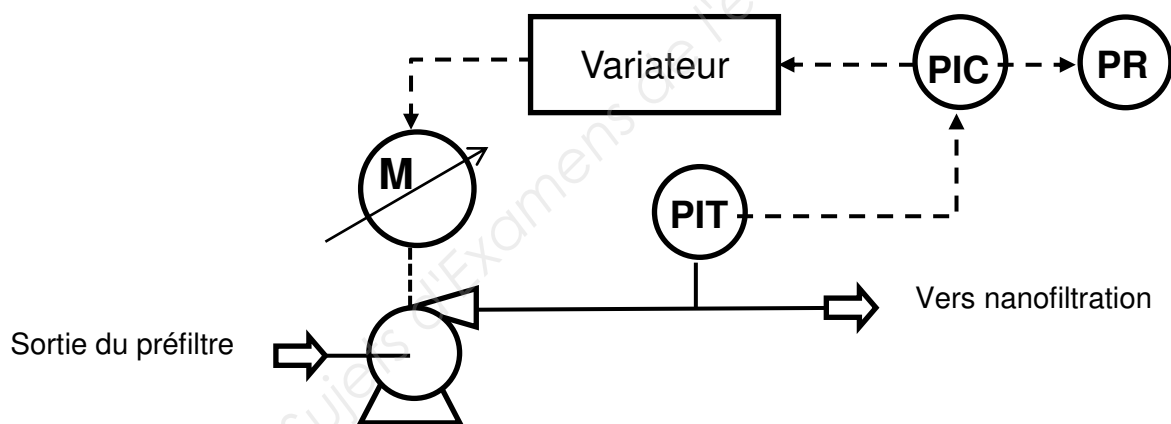
Sur le synoptique de la station (annexe 1), on peut voir, à la sortie du préfiltre, un groupe de pompes qui maintiennent une pression constante de 6 bars à l'entrée de la nanofiltration.

Le capteur de pression capacitif utilisé pour la mesure de pression relative dans notre étude est associé à un transmetteur qui fournit un signal en courant de 4-20 mA. Le constructeur indique pour ce type de capteur une étendue de mesure allant de 2 à 10 bars.

**R1. Déterminer** la valeur du signal en mA pour une pression de 6 bars.

**Calculer** la pression en bar pour un courant de 7,35 mA.

Le schéma TI (Tuyauterie et Instrumentation) de cette régulation est le suivant :



**R2. Indiquer** la désignation des symboles du schéma TI **en complétant** le tableau sur le **document-réponse N° 2 – Régulation**, page 20/21, à coller sur la copie.

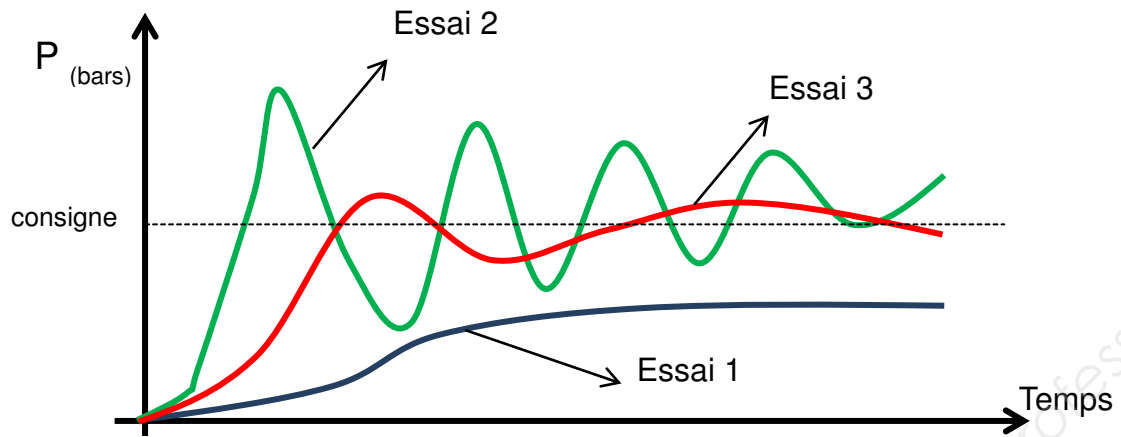
**R3. Identifier**, en justifiant, le type de boucle de régulation de pression choisie (boucle ouverte ou boucle fermée).

Le régulateur utilisé dans cette application est de type PID.

**R4. Définir** le rôle du correcteur intégral.

Dans une phase de mise en œuvre de cette régulation, le réglage de l'action proportionnelle a été enregistré avec des valeurs différentes de gain au cours de trois essais.

Les courbes obtenues sont les suivantes :



**R5. Identifier :**

- quel essai est le plus adapté ;
- quel essai correspond à une valeur de bande proportionnelle trop grande ;
- quel essai correspond à une valeur de bande proportionnelle trop petite.

**Argumenter qualitativement chaque réponse.**

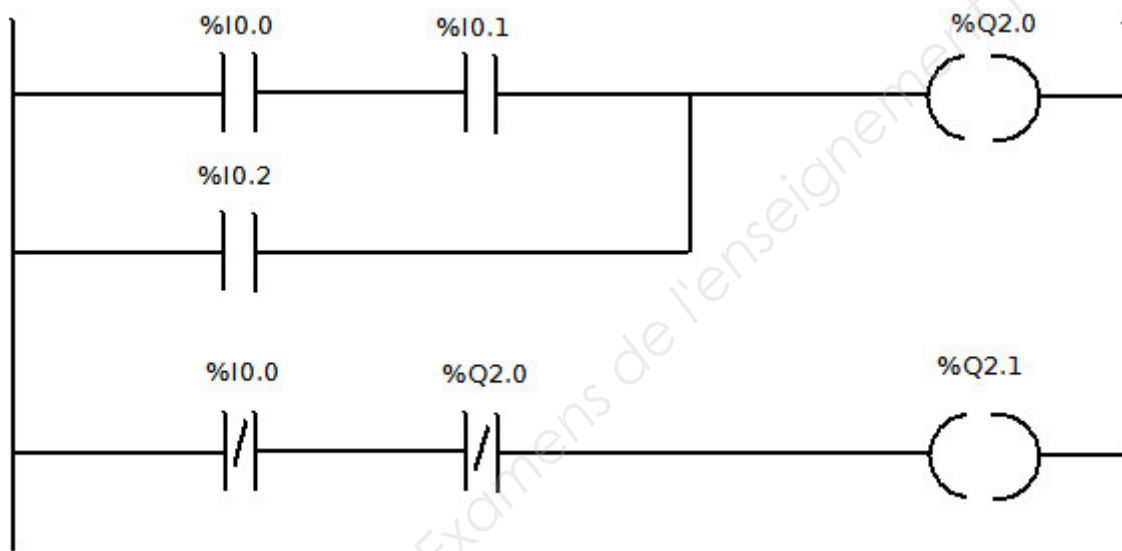
## AUTOMATISME (6 points)

Au sein de la station, les automates utilisés sont des automates TWIDO qui ont été programmés par la société OTV uniquement en langage LADDER. Des modifications des programmes d'origine doivent être effectuées afin de gérer les différents modes de marche.

La table d'affectation simplifiée des entrées/sorties est représentée **ci-dessous** :

Entrées		Sorties	
Auto	%I0.0	Électrovanne 0	%Q2.0
Détecteur niveau bas	%I0.1	Électrovanne 1	%Q2.1
Détecteur défaut	%I0.2	Électrovanne 2	%Q2.2

**A1. Déterminer**, à partir du langage LADDER ci-dessous, l'équation de %Q2.0 et de %Q2.1.



**A2. Compléter** la table de vérité de %Q2.0 et de %Q2.1 sur le **document-réponse N° 3 – Automatismes**, page 20/21, à coller sur la copie.

Un nouvel ordre de commande doit être fabriqué afin de commander l'actionneur %Q2.2. La sortie %Q2.2 est commandée uniquement si les deux sorties %Q2.0 et %Q2.1 sont simultanément inactives.

**A3. Donner** l'expression de l'équation logique de %Q2.2 en fonction de %Q2.0 et %Q2.1 sur le **document-réponse N° 3 – Automatismes**.

**Compléter** la table de vérité de %Q2.2 sur le **document-réponse N° 3 – Automatismes**.

**A4. Dédurre** de la table de vérité l'expression de l'équation logique de %Q2.2 en fonction de %I0.0, %I0.1 et %I0.2.

**Compléter** le **document-réponse N° 3 – Automatismes**.

On ajoute au fonctionnement de l'électrovanne 0 la condition suivante. On bloque l'électrovanne 0 si le détecteur niveau haut %I0.3 de type NF est noyé.

**A5. Reproduire et modifier** sur la copie le schéma LADDER de %Q2.0.



## ÉLECTROTECHNIQUE (9 points)

Sur le synoptique de la filière, les eaux « sales » sortant de l'épaississeur doivent avoir un pH compris entre 6 et 9.

Les cuves d'acide chlorhydrique et de soude contiennent respectivement 1 m<sup>3</sup> et 0,5 m<sup>3</sup> et les quatre pompes doseuses (2 pour l'acide et 2 pour la soude) sont disposées dans un local spécifique, accolé au local de pompage.

On ne s'intéresse qu'aux deux pompes d'acide.

Le réseau disponible est en 3\*400 + N + PE, le variateur est alimenté en triphasé.

Le schéma de liaison à la terre est de type TT.

### ÉQUIPEMENTS :

- 2 pompes doseuses d'acide chlorhydrique ;
- marque MILTON ROY ;
- type GM240 ;
- débit max à 1,5 bar 240 L/h ;
- pression max 7 bar.

Les moteurs des deux pompes sont alimentés en parallèle par un variateur unique.

**E1. Déterminer**, à partir des documents fournis en **annexe 6 (page 15/21)** et **annexe 7 (page 16/21)**, la référence du variateur d'entraînement des deux pompes avec filtre CEM intégré. **Argumenter** ce choix.

Le couplage du moteur d'entraînement de chaque pompe doseuse est de type étoile.

**E2. Représenter** la plaque à bornes du moteur et les barrettes de couplage.

Le signal de sortie du régulateur permettant de commander le variateur est un signal de courant 4-20 mA.

**E3. Déterminer**, à partir des documents fournis en **annexe 8 (page 17/21)** les bornes sur lesquelles est câblé le signal de sortie du régulateur.

Pour traiter la **question E4.**, on utilise le schéma de commande du contacteur KM1 **annexe 8**. On ferme les trois disjoncteurs Q1, Q2 et Q3 puis on appuie sur S1.

**E4. Décrire**, de manière littérale, le fonctionnement du circuit de commande du contacteur KM1 en fonctionnement normal, d'une part, puis en cas de défaut du variateur d'autre part.

**E5. Déterminer**, à partir du document fourni en **annexe 9 (page 18/21)**, la référence du contacteur KM1 pour un circuit de commande alimenté sous 24 volts.

Le schéma de câblage fourni par le constructeur n'assure pas la protection des personnes.

**E6. Nommer** l'élément à ajouter pour assurer cette protection.

## PARTIE 3 – HYDRAULIQUE

(15 points)

Durée indicative : 45 minutes.

L'approvisionnement en eau de l'usine est assuré par un canal de section rectangulaire, en ciment lisse, de 1 m de large, de hauteur  $H = 1$  m, et de pente 0,05 %.

Dans ce canal, un dégrilleur permet d'éliminer toutes les matières volumineuses charriées par l'eau de rivière.

Lorsque les matières solides obstruent 85 % de la hauteur totale de la grille, celle-ci est automatiquement nettoyée.

### H1. Grille propre

**H1.1 Montrer** que le rayon hydraulique  $R_h$  du canal d'aménée vaut 0,25 m lorsque la hauteur d'eau en amont est de 50 cm.

**H1.2 Calculer** la valeur du coefficient de débit  $C$  et **montrer** que le coefficient de Strickler  $K_s$  vaut environ 90.

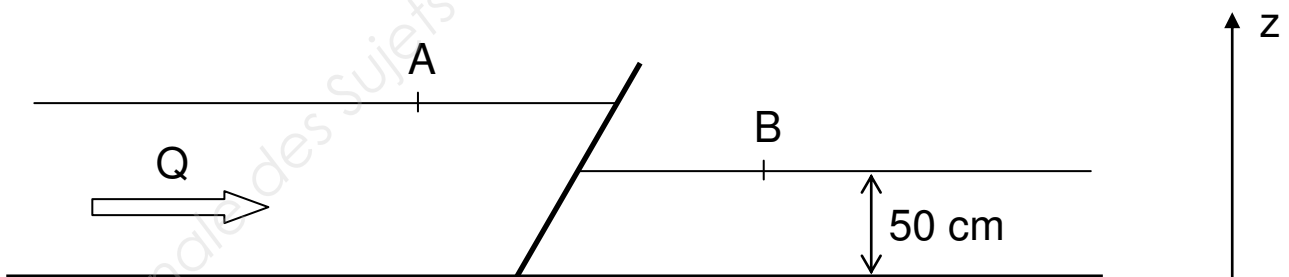
**H1.3 Déterminer** graphiquement la vitesse moyenne de l'eau dans le canal d'aménée (document-réponse N° 4 – Hydraulique, page 21/21, à coller sur la copie).

**H1.4 Calculer** la valeur du débit d'eau  $Q$  dans le canal en  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  puis en  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

### H2. Grille sale

On admet que la hauteur d'eau en aval de la grille est de 50 cm et que le débit est de  $1440 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

L'encrassement de la grille provoque une différence de niveau égale à 20 cm entre l'amont et l'aval.



Vue de profil du canal et de la grille.

**H2.1 Calculer** les vitesses en amont et en aval de la grille.

**H2.2 Appliquer** le théorème de Bernoulli entre le point A et le point B.

**En déduire** l'expression littérale de la perte de charge singulière  $J_s$  provoquée par la grille encrassée en fonction des vitesses en amont et en aval de la grille.

**H2.3 Vérifier** que cette perte de charge singulière provoquée par la grille encrassée est de 0,184 mCE.

**H2.4 Calculer** alors le coefficient de perte de charge singulière  $k$  de la grille encrassée.

**H2.5** Pour un coefficient de perte de charge singulière  $k$  de la grille encrassée égal à **11**, **calculer** la valeur du pourcentage de grille non obstruée **m** et **indiquer** si le nettoyage automatique de la grille démarre.

**Données :**

• **expression de la perte de charge singulière  $J_s$  (mCE) :**

$$J_s = \Delta H_s = k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Avec :

- $v$  : vitesse amont dans le canal ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )
- $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- $k$  : coefficient de perte de charge singulière :  $k = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$

Avec :

- $K_1$  : coefficient d'encrassement  $K_1 = \left( \frac{100}{m} \right)^2$

où  $m$  est le pourcentage de grille non obstruée

$m = 100$  si la grille est propre

$m = 0$  si la grille est totalement obstruée

- $K_2$  : coefficient lié à la géométrie des barreaux :  $K_2 = 0,37$
- $K_3$  : coefficient lié à la géométrie de la grille :  $K_3 = 0,31$

• **coefficient de Strickler :**

$$K_s = \frac{C}{R_h^{1/6}}$$

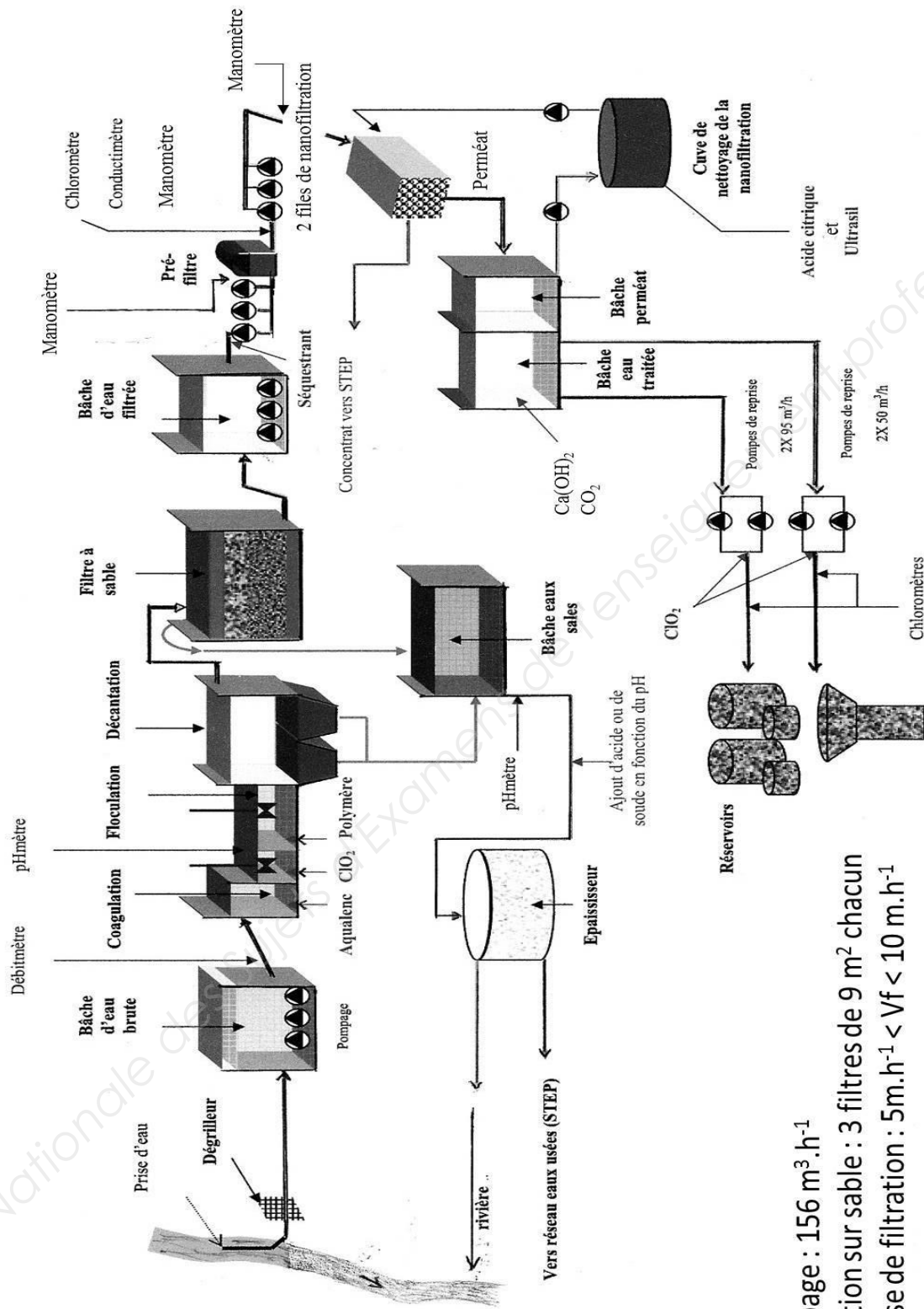
Avec :

- $C$  : coefficient de débit :  $C = \frac{87}{1 + \frac{n}{\sqrt{R_h}}}$

- Ciment lisse :  $n = 0,11$

-  $R_h$  : rayon hydraulique

# Annexe 1 – Synoptique de la filière de traitement



- Pompage :  $156 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
- Filtration sur sable : 3 filtres de  $9 \text{ m}^2$  chacun
- Vitesse de filtration :  $5 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1} < V_f < 10 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$

## Annexe 2 – Extrait de l'Arrêté du 11/01/07

LIMITES DE QUALITÉ DES EAUX DOUCES SUPERFICIELLES UTILISÉES POUR LA PRODUCTION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE, À L'EXCLUSION DES EAUX DE SOURCE CONDITIONNÉES, FIXÉES POUR L'APPLICATION DES DISPOSITIONS PRÉVUES AUX ARTICLES R. 1321-38 À R.1321-41.

Les eaux doivent respecter des valeurs inférieures ou égales aux limites ou être comprises dans les intervalles figurant dans le tableau suivant, sauf pour le taux de saturation en oxygène dissous (G : valeur guide ; I : valeur limite impérative).

GROUPES de paramètres	PARAMÈTRES	GROUPE						UNITÉS
		A1		A2		A3		
		G	I	G	I	G	I	
	Taux de saturation en oxygène dissous (O <sub>2</sub> ).	> 70		> 50		> 30		%
	Température.	22	25	22	25	22	25	°C
Paramètres concernant les substances indésirables.	Agents de surface réagissant au bleu de méthylène (lauryl-sulfate de sodium).	0,20		0,20		0,50		mg/L
	Ammonium (NH <sub>4</sub> ).	0,05		1	1,5	2	4	mg/L
	Azote Kjeldhal (N).	1		2		3		mg/L
	Baryum (Ba).		0,1		1		1	mg/L
	Bore (B).	1		1		1		mg/L
	Cuivre (Cu).	0,02	0,05	0,05		1		mg/L
	Fer dissous sur échantillon filtré à 0,45 µm.	0,1	0,3	1	2	1		mg/L
	Fluorures (F-).	0,7/1	1,5	0,7/1,7		0,7/1,7		mg/L
	Hydrocarbures dissous ou émulsionnés.		0,05		0,2	0,5	1	mg/L
	Manganèse (Mn).	0,05		0,1		1		mg/L
	Nitrates (NO <sub>3</sub> ).	25	50		50		50	mg/L
	Phénols (indice phénol) (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH).		0,001	0,001	0,005	0,01	0,1	mg/L
	Phosphore total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ).	0,4		0,7		0,7		mg/L
	Substances extractibles au chloroforme.	0,1		0,2		0,5		mg/L
Zinc (Zn).	0,5	3	1	5	1	5	mg/L	
Paramètres concernant les substances toxiques.	Arsenic (As).		10		50	50	100	µg/L
	Cadmium (Cd).	1	5	1	5	1	5	µg/L
	Chrome total (Cr).		50		50		50	µg/L
	Cyanures (CN <sup>-</sup> ).		50		50		50	µg/L

## Annexe 3 – Résultats des Jar-tests

Jar-test	N° 1	N° 2	N° 3
Absorbance à 254 nm de l'eau brute	0,150	0,075	0,225
Taux de traitement optimal en Aqualenc® (g·m <sup>-3</sup> )	90	60	120

## Annexe 4 – Résultats d'analyses

	Unité	Eau brute	Perméat	Eau distribuée
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg·L <sup>-1</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	58,5	13,5	13,2
Alcalinité	mg·L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub>	30	9	71
pH		7,2	6,7	8
Dureté calcique	mg·L <sup>-1</sup> Ca	40	5	ND
Absorbance à 254 nm		0,100	< 0,01	< 0,01
Pesticides	µg·L <sup>-1</sup>	0,2	< 0,02	< 0,02
Conductivité	µS·cm <sup>-1</sup>	380	42	ND

ND : Non Déterminé.

## P3-ultrasil

### Nettoyage de systèmes à membranes dans l'industrie alimentaire et de la boisson

Produit	Description	
P3-ultrasil 14 <i>(remplace P3-ultrasil 11 CH)</i>	Poudre	Détergent fortement alcalin, sans EDTA et NTA pour l'élimination de résidus organiques ainsi que minéraux
P3-ultrasil 41	Poudre	Détergent alcalin à base de chlore
P3-ultrasil 53 CH	Poudre	Produit neutre, enzymatique pour l'élimination des protéines et agent émulsifiant pour graisses / huiles
P3-ultrasil 67	Liquide	Détergent neutre, enzymatique, convient en combinaison avec P3-ultrasil 69 NEW
P3-ultrasil 69 NEW	Liquide	Détergent faiblement alcalin, convient en combinaison avec P3-ultrasil 67
P3-ultrasil 73	Liquide	Conservateur, acide, à base de tensio-actifs pour l'élimination de résidus de graisses
P3-ultrasil 75	Liquide	Détergent acide pour l'élimination de la pierre de lait
P3-ultrasil 117 <i>(remplace P3-ultrasil 91 CH)</i>	Liquide	Détergent fortement alcalin, sans EDTA et NTA
P3-ultrasil 112	Liquide	Détergent faiblement alcalin pour l'élimination des graisses et des protéines, sans EDTA et NTA
P3-ultrasil 132	Liquide	Détergent fortement alcalin, sans tensio-actifs, sans EDTA et NTA

Vous pouvez demander à l'adresse indiquée ci-dessous les fiches techniques et les feuilles de données de sécurité concernant les produits listés ci-dessus

Nous vous soutenons volontiers pour toutes les questions spécifiques concernant le nettoyage et nos produits. Afin de mieux comprendre vos besoins, nous nécessitons des informations sur les points suivants :

Type de membrane :

Membrane à spirale - enroulement, à tubes, plate

Matériel : Polysulfone,  $\alpha$ -oxyde d'aluminium

Limitations : pH, chlore actif, température

Produit : Lait, lactosérum, bière...

Problème : Flux, pression...



**Ecolab snc**  
8, Rue Rouet de l'Isle  
F-92442 Issy les Moulineaux cedex  
Tel. +33 (0)1 40 40 93 94  
Fax +33 (0)1 40 93 94 60

**Ecolab GmbH**  
Kriegackerstrasse 91  
CH- MuttENZ  
Tel. +41 (0)61 466 94 66  
Fax +41 (0)61 466 94 26

**Ecolab SPRL/BVBA**  
Doornveld Industrie Asse 3  
B-1731 Zellik  
Tel. +32 (0)2 467 51 11  
Fax +32 (0)2 467 51 13

## Annexe 6 – Documentation pompe doseuse

### Performances

Type	Débit max. (l/h) <sup>(1)</sup> à 1.5 bar	Pression max. (bar)	Course (mm)	Cadence (cps/min) <sup>(1)</sup>	Vitesse moteur (tr/min) <sup>(1)</sup>	Puissance (W)	
						Mono	Tri
GM 2	2.25	12	4	36	1500	180	90
GM 5	4.5	12	4	72	1500	180	90
GM 10	9	12	4	144	1500	180	90
GM 25	25	12	6	72	1500	180	90
GM 50	50	10	6	144	1500	180	90
GM 90	85	7	6	72	1500	180	90
GM 120	120	7	8	72	1500	180	90
GM 170	170	7	6	144	1500	180	90
GM 240	240	7	8	144	1500	180	120
GM 330	315	5	8	144	1500	180	120
GM 400	400	5	10	144	1500	180	250
GM 500	500	5	10	180 <sup>(2)</sup>	1500	250	250

<sup>(1)</sup> Valeurs avec moteur à 50 Hz (multiplier par 1,2 en 60 Hz)

<sup>(2)</sup> Ne pas utiliser de moteur 60 Hz



# Annexe 7 – Documentation variateurs de vitesse

## Références

## Variateurs de vitesse Altivar 312



ATV 312H075M2



ATV 312HU15N4



ATV 312HU30N4



ATV 312HU75N4

Variateurs (gamme de fréquence de 0,5 à 500 Hz)											
Moteur		Réseau				Altivar 312			Référence	Masse	
Puissance indiquée sur plaque (1)		Courant de ligne maxi (2), (3)		Puissance lcc ligne apparente présumé maxi (4)		Courant de sortie maximal permanent (In) (1)	Courant transitoire maxi pendant 60 s	Puissance dissipée au courant de sortie maximal (In) (1)			
		à U1	à U2	à U2		à U2					
kW	HP	A	A	kVA	kA	A	A	W		kg	
<b>Tension d'alimentation monophasée : 200...240 V 50/60 Hz, avec filtre CEM intégré (3) (5)</b>											
0,18	0,25	3,0	2,5	0,6	1	1,5	2,3	24	ATV 312H018M2	1,500	
0,37	0,5	5,3	4,4	1	1	3,3	5	41	ATV 312H037M2	1,500	
0,55	0,75	6,8	5,8	1,4	1	3,7	5,6	46	ATV 312H055M2	1,500	
0,75	1	8,9	7,5	1,8	1	4,8	7,2	60	ATV 312H075M2	1,500	
1,1	1,5	12,1	10,2	2,4	1	6,9	10,4	74	ATV 312HU11M2	1,800	
1,5	2	15,8	13,3	3,2	1	8	12	90	ATV 312HU15M2	1,800	
2,2	3	21,9	18,4	4,4	1	11	16,5	123	ATV 312HU22M2	3,100	
<b>Tension d'alimentation triphasée : 200...240 V 50/60 Hz, sans filtre CEM (3) (6)</b>											
0,18	0,25	2,1	1,9	0,7	5	1,5	2,3	23	ATV 312H018M3	1,300	
0,37	0,5	3,8	3,3	1,3	5	3,3	5	38	ATV 312H037M3	1,300	
0,55	0,75	4,9	4,2	1,7	5	3,7	5,6	43	ATV 312H055M3	1,300	
0,75	1	6,4	5,6	2,2	5	4,8	7,2	55	ATV 312H075M3	1,300	
1,1	1,5	8,5	7,4	3	5	6,9	10,4	71	ATV 312HU11M3	1,700	
1,5	2	11,1	9,6	3,8	5	8	12	86	ATV 312HU15M3	1,700	
2,2	3	14,9	13	5,2	5	11	16,5	114	ATV 312HU22M3	1,700	
3	–	19,1	16,6	6,6	5	13,7	20,6	146	ATV 312HU30M3	2,900	
4	5	24,2	21,1	8,4	5	17,5	26,3	180	ATV 312HU40M3	2,900	
5,5	7,5	36,8	32	12,8	22	27,5	41,3	292	ATV 312HU55M3	6,400	
7,5	10	46,8	40,9	16,2	22	33	49,5	388	ATV 312HU75M3	6,400	
11	15	63,5	55,6	22	22	54	81	477	ATV 312HD11M3	10,500	
15	20	82,1	71,9	28,5	22	66	99	628	ATV 312HD15M3	10,500	
<b>Tension d'alimentation triphasée : 380...500 V 50/60 Hz, avec filtre CEM intégré (3) (5)</b>											
0,37	0,5	2,2	1,7	1,5	5	1,5	2,3	32	ATV 312H037N4	1,800	
0,55	0,75	2,8	2,2	1,8	5	1,9	2,9	37	ATV 312H055N4	1,800	
0,75	1	3,6	2,7	2,4	5	2,3	3,5	41	ATV 312H075N4	1,800	
1,1	1,5	4,9	3,7	3,2	5	3	4,5	48	ATV 312HU11N4	1,800	
1,5	2	6,4	4,8	4,2	5	4,1	6,2	61	ATV 312HU15N4	1,800	
2,2	3	8,9	6,7	5,9	5	5,5	8,3	79	ATV 312HU22N4	3,100	
3	–	10,9	8,3	7,1	5	7,1	10,7	125	ATV 312HU30N4	3,100	
4	5	13,9	10,6	9,2	5	9,5	14,3	150	ATV 312HU40N4	3,100	
5,5	7,5	21,9	16,5	15	22	14,3	21,5	232	ATV 312HU55N4	6,500	
7,5	10	27,7	21	18	22	17	25,5	269	ATV 312HU75N4	6,500	
11	15	37,2	28,4	25	22	27,7	41,6	397	ATV 312HD11N4	11,000	
15	20	48,2	36,8	32	22	33	49,5	492	ATV 312HD15N4	11,000	
<b>Tension d'alimentation triphasée : 525...600 V 50/60 Hz, sans filtre CEM (3)</b>											
0,75	1	2,8	2,4	2,5	5	1,7	2,6	36	ATV 312H075S6 (7)	1,700	
1,5	2	4,8	4,2	4,4	5	2,7	4,1	48	ATV 312HU15S6 (7)	1,700	
2,2	3	6,4	5,6	5,8	5	3,9	5,9	62	ATV 312HU22S6 (7)	2,900	
4	5	10,7	9,3	9,7	5	6,1	9,2	94	ATV 312HU40S6 (7)	2,900	
5,5	7,5	16,2	14,1	15	22	9	13,5	133	ATV 312HU55S6 (7)	6,200	
7,5	10	21,3	18,5	19	22	11	16,5	165	ATV 312HU75S6 (7)	6,200	
11	15	27,8	24,4	25	22	17	25,5	257	ATV 312HD11S6 (7)	10,000	
15	20	36,4	31,8	33	22	22	33	335	ATV 312HD15S6 (7)	10,000	

(1) Ces valeurs sont données pour une fréquence de découpage nominale de 4 kHz, en utilisation en régime permanent. La fréquence de découpage est réglable de 2 à 16 kHz. Au-delà de 4 kHz, un déclassement doit être appliqué au courant nominal du variateur, et le courant nominal du moteur ne devra pas dépasser cette valeur. Voir courbes de déclassement page 50.

(2) Valeur typique pour un moteur 4 pôles et une fréquence de découpage maximale de 4 kHz, sans inductance de ligne pour lcc ligne présumé maxi (4).

(3) Tension d'alimentation nominale, mini U1, maxi U2 : 200 (U1)...240 V (U2), 380 (U1)...500 V (U2), 525 (U1)...600 V (U2).

(4) Si lcc ligne supérieur aux valeurs du tableau, ajouter des inductances de ligne, voir page 37.

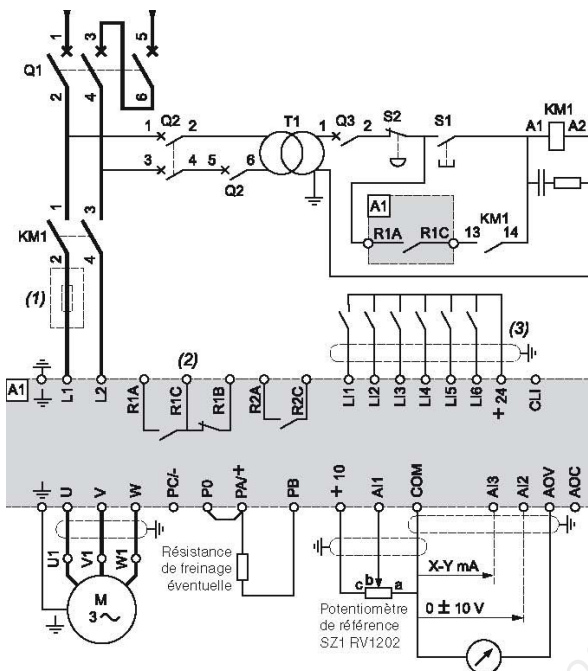
(5) Variateurs livrés avec filtre CEM intégré de catégorie C2 ou C3. Ce filtre est déconnectable.

(6) Filtre CEM en option, voir page 39.

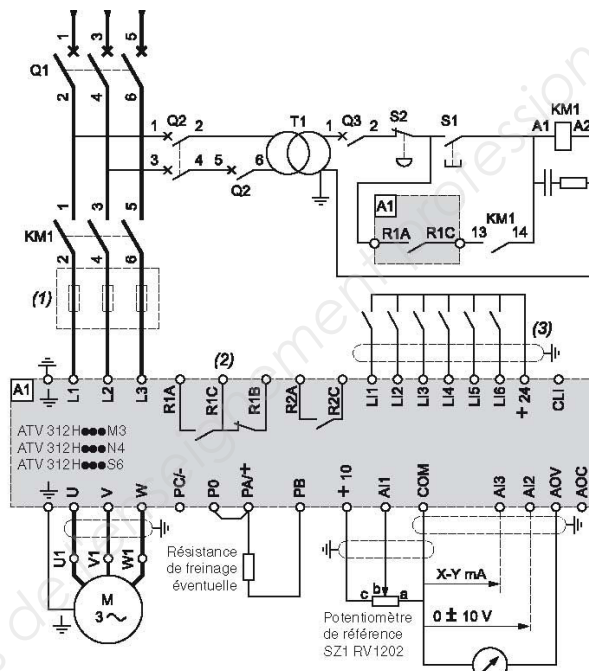
(7) Inductance de ligne obligatoire à commander séparément, voir page 37.

# Annexe 8 – Schéma de raccordement variateurs de vitesse

**ATV 312H...M2**  
Alimentation monophasée



**ATV 312H...M3...N4...S6**  
Alimentation triphasée



(1) Inductance de ligne (1 phase ou 3 phases).

(2) Contacts du relais de défaut. Permet de signaler à distance l'état du variateur.

(3) Le raccordement du commun des entrées logiques dépend du positionnement du commutateur.

**Nota :** toutes les bornes sont situées en bas du variateur. Equiper d'antiparasites tous les circuits selfiques proches du variateur ou couplés sur le même circuit, tels que relais, contacteurs, électrovannes, éclairage fluorescent, ...

# Annexe 9 – Documentation départs-moteurs

## Associations

## Variateurs de vitesse

### Altivar 312

### Départs-moteurs



GV2 L14  
+  
LC1 D09  
+  
ATV 312H075M2

#### Applications

Les associations proposées ci-dessous permettent de réaliser un départ-moteur complet composé d'un disjoncteur, d'un contacteur et d'un variateur de vitesse Altivar 312.

Le disjoncteur assure la protection contre les courts-circuits, le sectionnement et, si nécessaire, le verrouillage.

Le contacteur assure la commande et la gestion des sécurités éventuelles, ainsi que l'isolement galvanique du moteur à l'arrêt.

Le variateur de vitesse Altivar 312 est protégé par son électronique contre les courts-circuits entre phases et entre phase et terre ; il assure donc la continuité de service, ainsi que la protection thermique du moteur.

#### Départs-moteurs

Puissance normalisée des moteurs 4 pôles 50/60 Hz (1)		Variateur	Disjoncteur		Contacteur (2)
kW	HP	Référence	Référence	Calibre	Référence de base à compléter par le repère de la tension (3)
<b>Tension d'alimentation monophasée : 200...240 V</b>					
0,18	0,25	ATV 312H018M2	GV2 L08	4	LC1 D09●●
0,37	0,5	ATV 312H037M2	GV2 L10	6,3	LC1 D09●●
0,55	0,75	ATV 312H055M2	GV2 L14	10	LC1 D09●●
0,75	1	ATV 312H075M2	GV2 L14	10	LC1 D09●●
1,1	1,5	ATV 312HU11M2	GV2 L16	14	LC1 D09●●
1,5	2	ATV 312HU15M2	GV2 L20	18	LC1 D09●●
2,2	3	ATV 312HU22M2	GV2 L22	25	LC1 D09●●
<b>Tension d'alimentation triphasée : 200...240 V</b>					
0,18	0,25	ATV 312H018M3	GV2 L07	2,5	LC1 D09●●
0,37	0,5	ATV 312H037M3	GV2 L08	4	LC1 D09●●
0,55	0,75	ATV 312H055M3	GV2 L10	6,3	LC1 D09●●
0,75	1	ATV 312H075M3	GV2 L14	10	LC1 D09●●
1,1	1,5	ATV 312HU11M3	GV2 L14	10	LC1 D09●●
1,5	2	ATV 312HU15M3	GV2 L16	14	LC1 D09●●
2,2	3	ATV 312HU22M3	GV2 L20	18	LC1 D09●●
3	–	ATV 312HU30M3	GV2 L22	25	LC1 D09●●
4	5	ATV 312HU40M3	GV2 L22	25	LC1 D09●●
5,5	7,5	ATV 312HU55M3	GV3 L40	40	LC1 D32●●
7,5	10	ATV 312HU75M3	GV3 L50	50	LC1 D32●●
11	15	ATV 312HD11M3	GV3 L65	65	LC1 D50●●
15	20	ATV 312HD15M3	NS100HMA	100	LC1 D80●●
<b>Tension d'alimentation triphasée : 380...500 V</b>					
0,37	0,5	ATV 312H037N4	GV2 L07	2,5	LC1 D09●●
0,55	0,75	ATV 312H055N4	GV2 L08	4	LC1 D09●●
0,75	1	ATV 312H075N4	GV2 L08	4	LC1 D09●●
1,1	1,5	ATV 312HU11N4	GV2 L10	6,3	LC1 D09●●
1,5	2	ATV 312HU15N4	GV2 L14	10	LC1 D09●●
2,2	3	ATV 312HU22N4	GV2 L14	10	LC1 D09●●
3	–	ATV 312HU30N4	GV2 L16	14	LC1 D09●●
4	5	ATV 312HU40N4	GV2 L16	14	LC1 D09●●
5,5	7,5	ATV 312HU55N4	GV2 L22	25	LC1 D09●●
7,5	10	ATV 312HU75N4	GV2 L32	32	LC1 D18●●
11	15	ATV 312HD11N4	GV3 L40	40	LC1 D25●●
15	20	ATV 312HD15N4	GV3 L50	50	LC1 D32●●

(1) Les valeurs exprimées en HP sont conformes au NEC (National Electrical Code).

(2) Composition des contacteurs LC1-D09/D18/D25/D32/D50/D80 :

3 pôles + 1 contact auxiliaire "NO" + 1 contact auxiliaire "NC".

(3) Remplacer ●● par le repère de tension du circuit de commande dans le tableau ci-dessous :

#### Circuit de commande en courant alternatif

	Volts ~	24	48	110	230
LC1-D	50/60 Hz	B7	E7	F7	P7

Autres tensions entre 24 et 660 V ou circuit de commande en courant continu, consulter notre catalogue "Solutions départs-moteurs. Constituants de commande et protection puissance".



# DOCUMENT-RÉPONSE N° 1 – GÉNIE DES PROCÉDÉS (À coller sur la copie)

## GRAPHIQUE CARBONIQUE

Méthode Hallopeau & Ch. Dubin

Eau de : \_\_\_\_\_

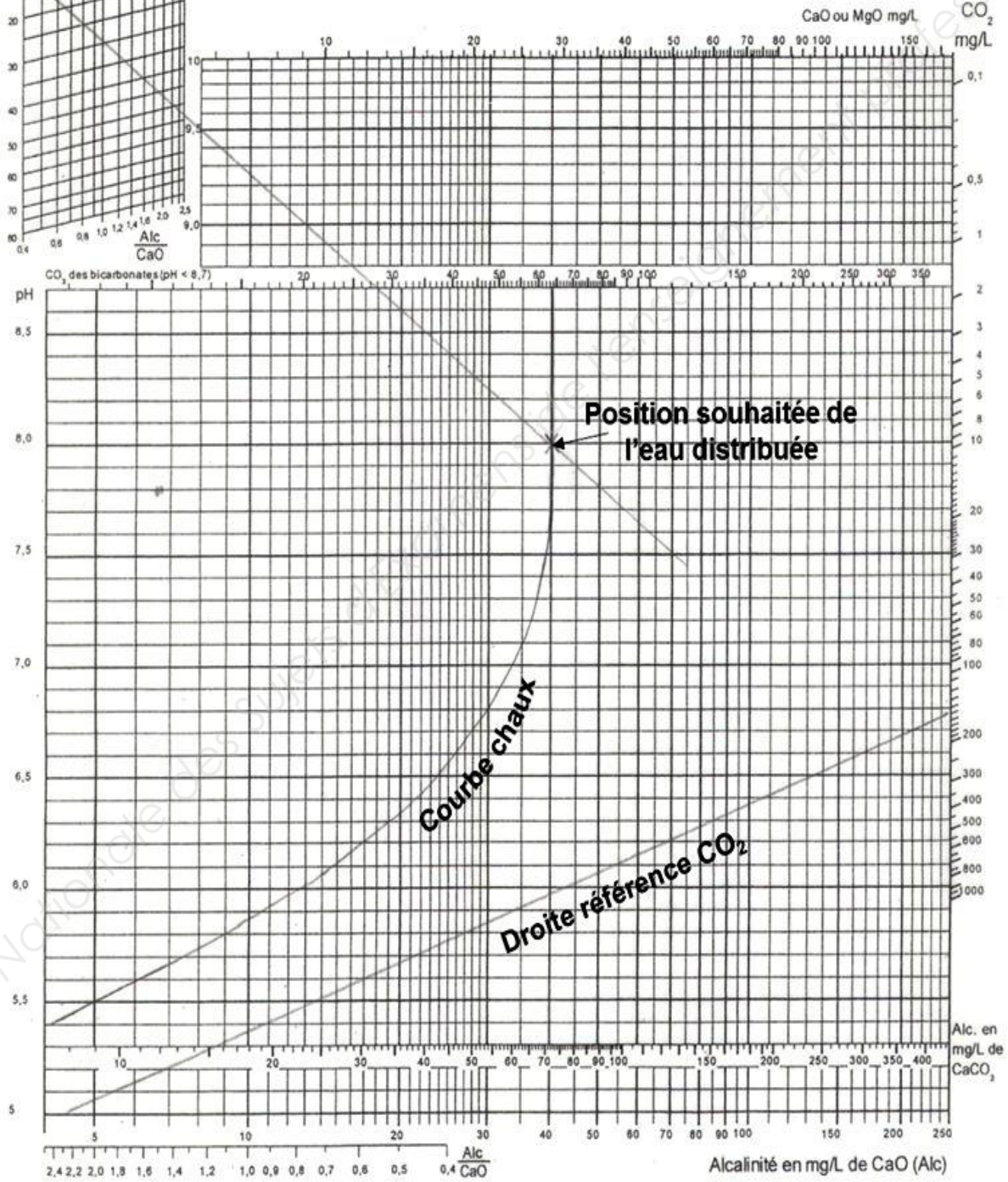
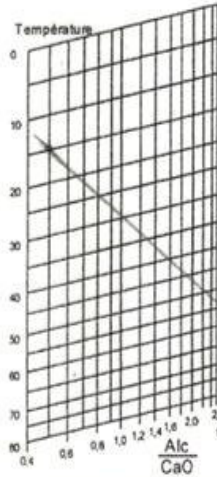
Date de prélèvement : \_\_\_\_\_

pH : .....






Alc : .....

CaO : .....

Température : .....



**DOCUMENT-RÉPONSE N° 2 – RÉGULATION**  
(À coller sur la copie)

Symboles	Désignation
	
	
	
	
	

**DOCUMENT-RÉPONSE N° 3 – AUTOMATISME**  
(À coller sur la copie)

Questions A2. et A3. (table de vérité des sorties %Q2.0, %Q2.1 et %Q2.2).

%I0.0	%I0.1	%I0.2	%Q2.0	%Q2.1	%Q2.2
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

Questions A3.

%Q2.2 = .....

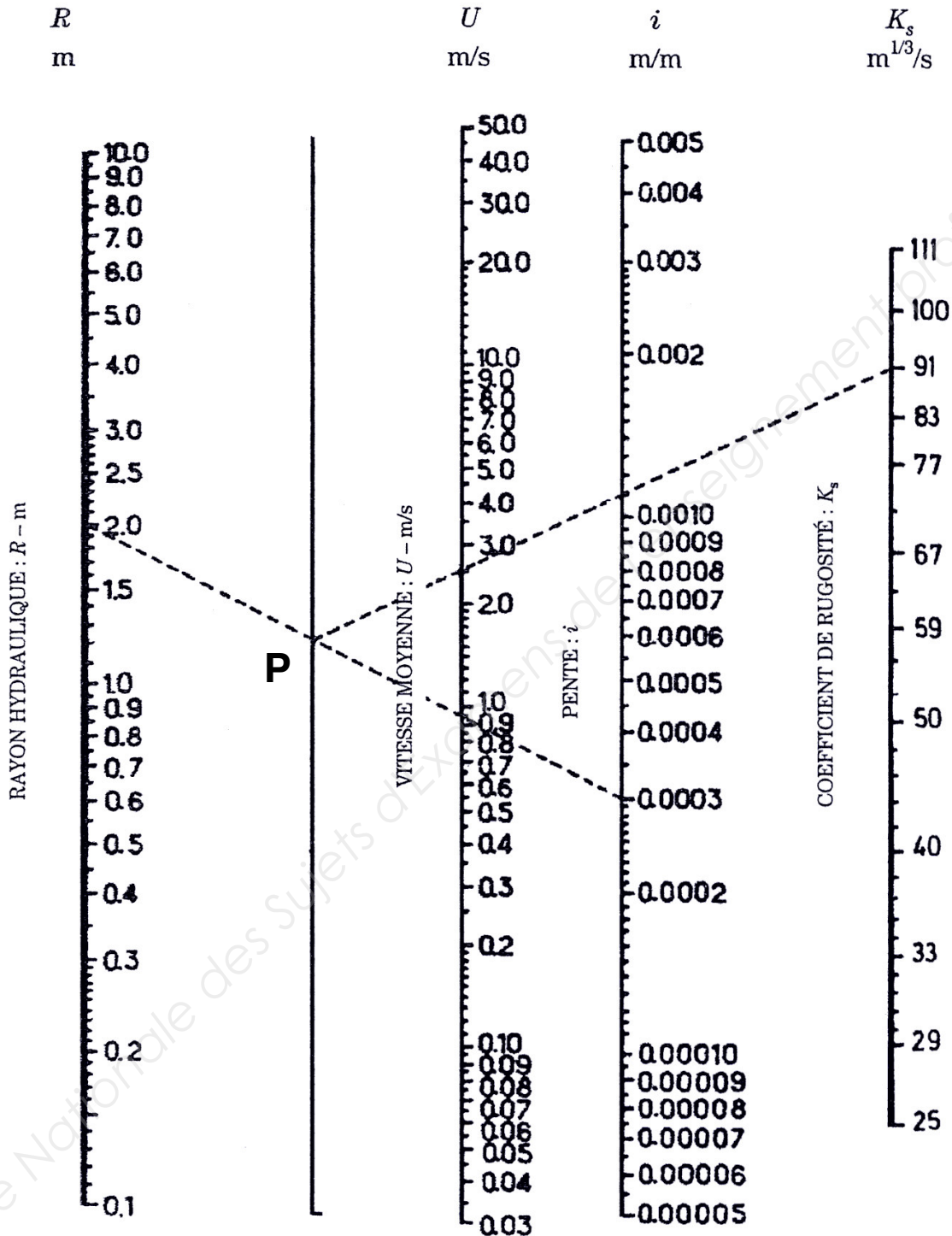
Questions A4.

%Q2.2 = .....

# DOCUMENT-RÉPONSE N° 4 – HYDRAULIQUE

## (À coller sur la copie)

### Abaque pour l'utilisation de la formule de Manning-Strickler



#### MODE D'EMPLOI :

- on trace la droite joignant le rayon hydraulique  $R_h = 2,0$  m à la pente  $i = 0,0003$  m/m ;
- on trouve **P**, un point pivot que l'on joint ensuite à la valeur du  $K_s$  ;
- on lit une vitesse  $U = 2,5$  m/s.