



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.**

Campagne 2013

BTS MÉTIERS DE L'EAU

ÉTUDE DE CAS – U. 61

SESSION 2013

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).

- Ciseaux et colle

Document à rendre avec la copie :

- annexe 9.....page 16/16

Le sujet comprend trois parties : rédiger chaque partie sur une copie différente.

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 16 pages, numérotées de 1/16 à 16/16.**

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2013
Étude de cas – U. 61	MTE6EDC	Page : 1/16

GÉNIE DES PROCÉDÉS

(40 points)

Durée indicative : 2 h

Les nitrates

La ressource en eau d'une commune est une nappe phréatique située sous une plaine d'agriculture intensive (**document 1 – annexe 1, page 8/16**).

Le suivi du paramètre nitrate, montre que celui-ci est en constante augmentation depuis 1960. (**document 2 – annexe 1**)

Jusqu'en 2005, cette ressource est mélangée avec une eau de forage profond (**document 4 – annexe 1**) sans nitrate, mais riche en ammonium.

La concentration croissante en nitrate impose l'abandon de cette solution simple et son remplacement par un traitement spécifique dont l'objectif est de limiter la concentration à 25 mg NO_3^-/L .

Deux options sont envisagées : la dénitratisation par résine échangeuses d'ions et la dénitrification par biofiltration.

Le procédé retenu en 2012 est la biofiltration. Le synoptique de la filière installée est présenté dans le **document 1 – annexe 3 (page 10/16)**.

P1. Abandon du traitement par mélange (10 points)

P1.1. **Indiquer** les origines possibles des nitrates dans une ressource aquifère.

P1.2. **Expliquer** la toxicité des nitrates dans les eaux destinées à la consommation humaine.

P1.3. À partir des documents de l'**annexe 1** :

- **calculer** les débits-volumes des eaux de forage et des eaux de ressource de manière à ne pas dépasser la référence de qualité en nitrate de l'eau distribuée en 2010.

- **calculer** la concentration en ammonium dans l'eau distribuée en 2010 et **justifier** l'abandon du traitement par mélange des deux eaux.

P2. La dénitratisation par résine échangeuse d'ions (16 points)

P2.1. **Rappeler** les qualités indispensables d'une eau avant son passage sur une résine échangeuse d'ions.

P2.2. À l'aide du **document 1 – annexe 2 (page 9/16)**, **écrire** les équations d'échange dans la résine lors de la phase de production d'eau.

P2.3. En utilisant les données du **document 2 – annexe 2**, **montrer** que l'objectif fixé en 2012 peut être atteint en mélangeant environ 510 m³/h d'eau de ressource traitée par la résine avec environ 240 m³/h d'eau de ressource brute.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2013
Étude de cas – U. 61	MTE6EDC	Page : 2/16

P2.4. En ne tenant compte que des nitrates, **calculer** le volume minimal de résine à installer pour une autonomie de 24 h (voir masses molaires atomiques **document 4 – annexe 3, page 10/16**).

P2.5. **Donner** la composition qualitative des éluats de régénération et **préciser** quels peuvent être leurs devenir.

P3. La dénitrification par biofiltration (14 points)

P3.1. À l'aide du **document 2 – annexe 3**, **indiquer** le principe de la dénitrification réalisée par ce biofiltre. **Justifier** les ajouts d'acide phosphorique et d'éthanol.

P3.2. À partir des données des **documents 3 et 4 – annexe 3**, **justifier** les débits des pompes doseuses (**document 1 – annexe 3**) de ces deux réactifs.

AUTOMATISMES – RÉGULATION – ÉLECTROTECHNIQUE (28 points) Durée indicative : 1 h 25

Régulation (8,5 points)

Étude de la régulation du niveau d'eau dans le château d'eau (annexe 3 – document 1)

On s'intéresse à la régulation du niveau dans le château d'eau.
Elle est réalisée par le biais d'une régulation T.O.R.

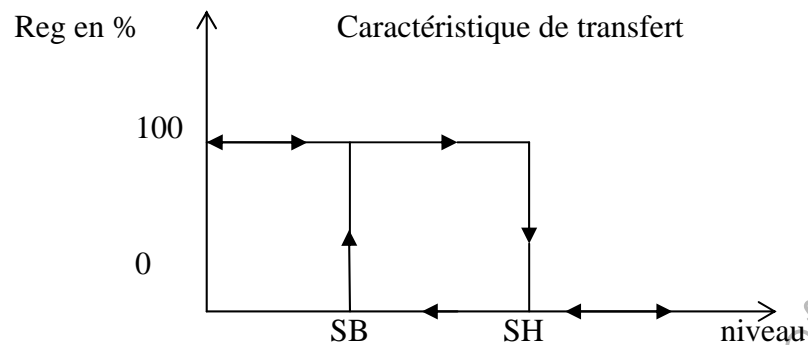
R1. Quelle est la différence entre une régulation analogique et une régulation T.O.R. ?

R2. Le fond de la cuve dans le château est placé à 15 m du sol. La hauteur de la cuve est de 4 m. Un transmetteur de niveau standard fournit un signal 4-20 mA pour une hauteur d'eau comprise entre 15 et 19 m par rapport au sol. Il est utilisé pour mesurer la hauteur d'eau dans le château.

Calculer la hauteur d'eau par rapport au sol si le courant de sortie du transmetteur a pour valeur 12 mA ?

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2013
Étude de cas – U. 61	MTE6EDC	Page : 3/16

La régulation T.O.R. est une régulation à deux seuils de basculement.
 La caractéristique de transfert de cette régulation est donnée ci-dessous.
 Le signal « Reg » représente le signal de commande de la pompe de relèvement.



La régulation TOR s'effectue avec un hystérésis de $\pm 5\%$ de la pleine échelle de mesure (étendue de mesure), centré autour de la consigne.

La consigne est $W = 50\%$. Le transmetteur de niveau est réglé en 15 – 19 m.

R3. Calculer les valeurs (en % puis en mètres) des seuils haut et bas notés respectivement SH et SB.

R4. Compléter le document 1 de l'annexe 9 (page 16/16, à découper et coller sur la copie), en faisant figurer les seuils SB et SH, puis **tracer** la variation du signal « Reg » à l'aide de la caractéristique de transfert.

R5. Le régulateur est-il en mode direct ou inverse ? Justifier la réponse.

Automatisme (10 points)

Le remplissage des réservoirs 10 et 11 de *l'annexe 3 (page 10/16)*, est assuré par les pompes P_1 et P_2 dont le fonctionnement est conditionné par le signal « **Reg** » défini dans la partie **régulation** : « **Reg** = 1 », s'il faut remplir le réservoir, « **Reg** = 0 », si le niveau est suffisant.

Remarque : il n'est pas nécessaire d'avoir défini le signal « Reg » pour faire cette partie.

Le cycle de remplissage du réservoir 10 est lancé par l'appui sur un bouton « **Remp** » et à condition que le niveau dans le réservoir 11 soit inférieur au niveau **LI** (non indiqué sur le document).

L'eau est pompée du filtre 3 par l'intermédiaire de la pompe P_1 afin de remplir le réservoir 10 qui remplit par sur-verse le réservoir 11.

Lorsque le niveau haut **Lh** (non indiqué sur le document) du réservoir 11 est atteint, la pompe P_1 est arrêtée et on injecte de l'eau de Javel par l'intermédiaire d'une micro vanne (V_1).

Un débitmètre à impulsions délivrant un signal FT tous les 10 μ L, mesure la quantité d'eau de Javel injectée. Lorsque 100 mL ont été injectés, on laisse se refermer la vanne V_1 et on permet la mise en route de la pompe de remplissage P_2 du château d'eau. Le remplissage du château d'eau se fait si le signal « **Reg** » est à « 1 ». Si le niveau du réservoir 11 devient inférieur au niveau **LI**, le remplissage du château d'eau s'arrête et on recommence un cycle de remplissage du réservoir 11.

Tous les actionneurs sont monostables et la vanne V_1 est normalement fermée.

Le capteur de niveau haut **Lh** est normalement fermé et s'ouvre si le niveau lui est supérieur.

Le capteur de niveau bas **LI** est normalement ouvert et se ferme si le niveau lui est supérieur.

A1. Compléter le Grafcet point de vue partie opérative donné sur le **document 2 de l'annexe 9** et calculer le nombre d'impulsions que le compteur doit totaliser.

Nota : la mesure de volume de 100 mL se fera par comptage sur le front montant des impulsions FT.

A2. Indiquer deux méthodes de mesure de niveau.

A3. Justifier pourquoi le capteur de niveau haut **Lh** est normalement fermé.

Électrotechnique (9,5 points)

Étude d'un groupe moto-variateur associé à une pompe

Une des pompes de l'installation est pilotée par un groupe moto-variateur.

Le variateur est alimenté par un réseau triphasé de tension 400 V à la fréquence de 50 Hz.

Le schéma électrique de l'installation est présenté en **annexe 5 (page 12/16)**.

Au fonctionnement nominal, le moteur absorbe un courant de ligne de 76 A, le facteur de puissance ayant une valeur de 0,9.

E1. Calculer la puissance électrique absorbée (P_{abs}) par ce moteur en fonctionnement nominal.

E2. Le rendement nominal du moteur est de 92 %.

Calculer la puissance utile (P_u) nominale fournie par ce moteur à la pompe.

Pour cette installation, le montage du moteur associe un disjoncteur, un contacteur de puissance et un variateur (cf. le schéma électrique de **l'annexe 5 – schéma 1**).

Le secondaire du transformateur T1 délivre une tension de 230 V.

Le variateur est utilisé pour une application à couple standard.

E3. À l'aide de **l'annexe 5 (page 12/16) puis de l'annexe 4 (page 11/16)**, **déterminer** les références complètes du variateur puis du disjoncteur et du contacteur de puissance.

E4. Nommer le dispositif A sur **l'annexe 5 – schéma 1**.

E5. Préciser le nom et la fonction du dispositif B.

E6. Le dispositif C est un relais de défaut.

Préciser son rôle.

E7. Le schéma de liaison à la terre de l'installation est TT.

Préciser l'appareil qui assure la protection des personnes en cas de défaut d'isolement.

HYDRAULIQUE

(12 points)

Durée indicative : 35 min

Étude d'une adduction d'eau potable

Une conduite d'adduction d'eau de diamètre 500 mm et de longueur 1 km relie un bassin B_1 alimenté par un groupe de sources à un réservoir de stockage R.

Ce réservoir permet l'approvisionnement en eau de la commune.

Un schéma du réseau d'adduction figure en **annexe 6 (page 13/16)**.

La conduite d'adduction d'eau comporte un robinet-vanne RV qui permet le réglage du débit Q_1 . La caractéristique du robinet-vanne figure en **annexe 7 (page 14/16)**.

L'expression des pertes de charge linéaire est fournie en **annexe 8 (page 15/16)**.

Dans les conditions usuelles de fonctionnement, le robinet-vanne est ouvert à $\frac{P}{D} = \frac{5}{8}$ et seul le bassin B_1 alimente le réservoir R.

H1. Par application du théorème de Bernoulli, et en conservant les notations du sujet, **démontrer** la relation entre les cotes Z_{B_1} des plans d'eau du bassin B_1 et Z_R du réservoir R.

H2. En déduire l'expression suivante : $Q_1 = \sqrt{\frac{Z_{B_1} - Z_R}{LC + \frac{8K}{\pi^2 g D^4}}}$

H3. Calculer le débit Q_1 . **Donner** sa valeur en m^3 par jour.

La commune étant située dans une zone très touristique, elle voit sa population s'accroître de façon très significative en période estivale.

Les besoins en eau nécessitent un apport journalier au réservoir R d'environ $45000 m^3$.

Dans ces conditions, le robinet-vanne est ouvert à $\frac{P}{D} = \frac{1}{8}$.

H4. Dans le cas où seul le bassin B_1 contribue à l'alimentation en eau du réservoir R, **déterminer** la valeur du débit Q_1 .

Les besoins en eau sont-ils alors assurés ?

H5. Déterminer le débit supplémentaire Q_S nécessaire pour assurer l'approvisionnement journalier en eau de la commune en période estivale.

Calculer le débit Q_S que l'on peut envisager si le tronçon B_2 -R est constitué d'une conduite de diamètre 600 mm et de longueur 3 km et que la cote du plan d'eau du bassin B_2 est 268 m.

Conclure.

Données

Le modèle pour le calcul des pertes de charge linéaires est le modèle de Dubin dont la table et les formules figurent en **annexe 8 (page 15/16)**.

Les pressions dans les bassins et dans le réservoir sont pris égaux à 1 bar.

On considère les niveaux d'eau dans les bassins et le réservoir constants.

On néglige les pertes de charge singulières autres que celle du robinet-vanne.

On prend l'accélération de pesanteur $g = 10 m.s^{-2}$.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2013
Étude de cas – U. 61	MTE6EDC	Page : 7/16

ANNEXE 1

Document 1 : qualité de l'eau de la ressource (nappe phréatique) en 2012

Paramètres	T°C	NTU	T _{Ca} °F	TAC mmol/L	[Mg ²⁺] mg/L	[SO ₄ ²⁻] mg/L	[NO ₃ ⁻] mg/L	[NH ₄ ⁺] mg/L
Valeurs	10,8	0,09	38,6	28,9	8,4	26	72	0

Document 2 : évolution de la teneur en nitrates et en ammonium de la ressource de 1960 à 2010

Année	1960	1970	1980	1990	2000	2010
[NO ₃ ⁻] mg/L	1	3	14	29	50	67
[NH ₄ ⁺] mg/L	0	0	0	0	0	0

Document 3 : références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté ministériel du 11/01/07)

Ammonium (NH₄⁺) = 0,1 mg/L Nitrates (NO₃⁻) = 50 mg/L

Document 4 : qualité de l'eau de forage ("diluant") en 2010

Paramètre	Conductivité μS.cm ⁻¹	TAC mmol/L	[Fe] mg/L	[NH ₄ ⁺] mg/L	[NO ₃ ⁻] mg/L
Valeur	277	13	0,1	0,6	0

Débit de production = Q_{eau de forage} + Q_{ressource} = 750 m³ . h⁻¹

ANNEXE 2

Document 1 : *dénitratation par résine échangeuse d'ions anionique forte*

Affinité des anions pour la résine : $\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{OH}^-$

Régénération par saumure NaCl à 350 g/L

Document 2 : *caractéristiques de la résine anionique forte utilisée*

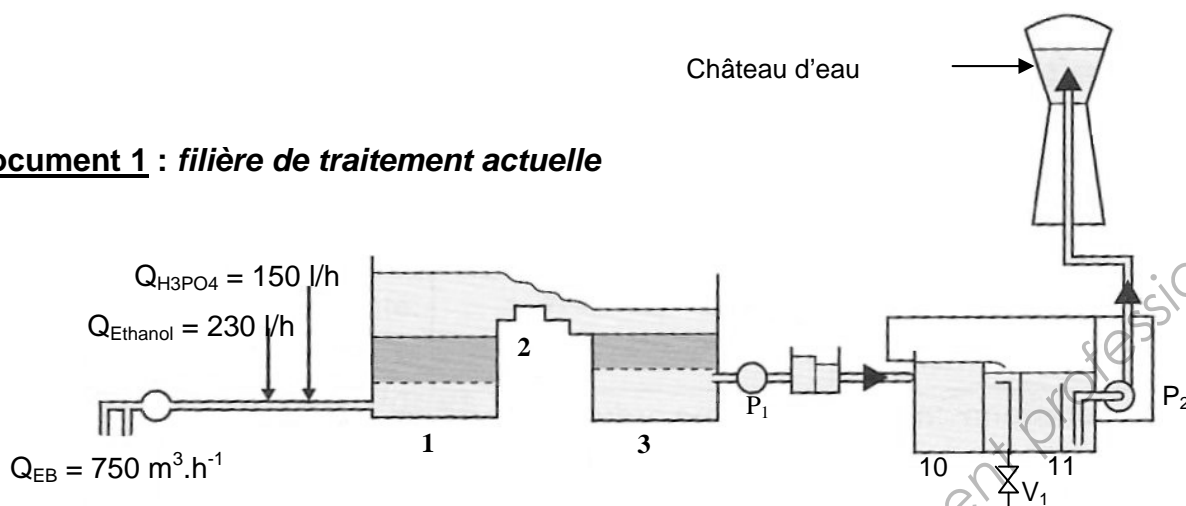
- Capacité réelle : 1,2 Eq / L de résine.
- Rétention des nitrates (NO_3^-) = 95 %.

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

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2013
Étude de cas – U. 61	MTE6EDC	Page : 9/16

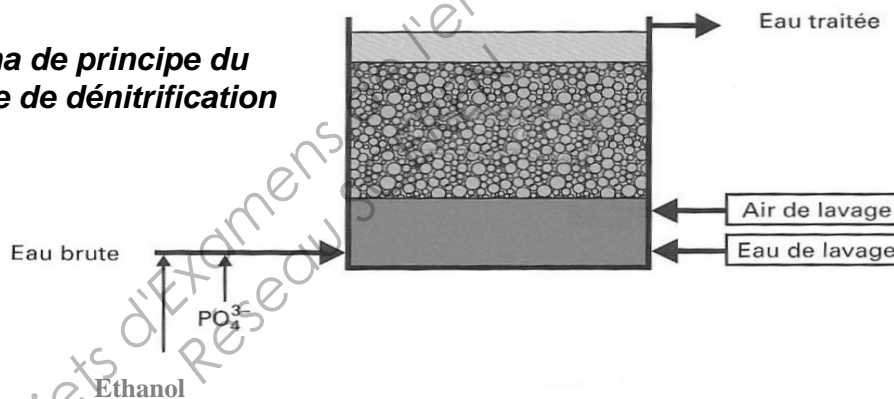
ANNEXE 3

Document 1 : filière de traitement actuelle



- 1 = biofiltre de dénitrification – 2 = aération par cascade – 3 = filtre à CAG
 10 = réservoir d'eau traitée – 11 = réservoir de chloration

Document 2 : schéma de principe du biofiltre de dénitrification

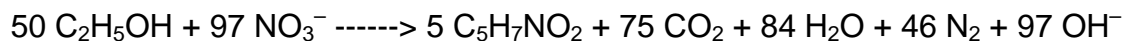


Document 3 : caractéristiques des réactifs

Éthanol	Concentration = 50 g/L	Acide phosphorique	Pureté = 85 %
	DCO = 104 g O ₂ /L		Densité = 1,69
	Rapport de biodégradabilité = 1,4		Dilution au 1/400 avant injection
	Débit = 270 l/h		Débit = 180 l/h

Document 4 : métabolisme de la dénitrification

Équation globale de la réaction :



Ratio d'assimilation de l'azote et du phosphore : DBO / N / P = 100 / 5 / 1

Masses molaires (g/mol) : P = 31 O = 16 N = 14 C = 12 H = 1

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2013
Étude de cas – U. 61	MTE6EDC	Page : 10/16

ANNEXE 4



GV2 L
+
LC1 D
+
ATV 58

Tension d'alimentation monophasée 220 à 240 V

puissances normalisées des moteurs triphasés 4 pôles 50/60 Hz 230 V P	disjoncteur référence	calibre A	courant de court-circuit maxi kA	contacteur de ligne référence de base à compléter par le repère de la tension (1)	contacteur aval	variateur de vitesse référence à compléter
0,37	GV2 L10	6,3	50	LC1 D18..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U09M2
0,75	GV2 L14	10	50	LC1 D18..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U18M2
1,5	GV2 L20	18	50	LC1 D25..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U29M2
2,2	GV2 L22	25	50	LC1 D25..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U41M2
3	GV2 L22	25	50	LC1 D25..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U72M2
4	NS80HMA50	50	100	LC1 D40..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U90M2
5,5	NS80HMA50	50	100	LC1 D50..	LC1 D18	ATV 58.D12M2

Tension d'alimentation triphasée 200 à 230 V

1,5	GV2 L14	10	50	LC1 D18..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U29M2
2,2	GV2 L16	14	50	LC1 D18..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U41M2
3	GV2 L20	18	50	LC1 D25..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U54M2
4	GV2 L22	25	50	LC1 D25..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U72M2
5,5	NS80HMA50	50	100	LC1 D40..	LP4 D1810BD3	ATV 58.U90M2
7,5	NS80HMA50	50	100	LC1 D50..	LC1 D25..	ATV 58.D12M2

Tension d'alimentation triphasée 380 à 415 V

puissances normalisées des moteurs triphasés 4 pôles 50/60 Hz 400 V P	disjoncteur référence	calibre A	courant de court-circuit maxi kA	contacteur de ligne référence de base à compléter par le repère de la tension (1)	contacteur aval	variateur de vitesse référence à compléter
0,75	GV2 L08	4	50	LC1 D18..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U18N4
1,5	GV2 L10	6,3	50	LC1 D18..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U29N4
2,2	GV2 L14	10	50	LC1 D18..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U41N4
3	GV2 L16	14	50	LC1 D18..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U54N4
4	GV2 L16	14	50	LC1 D18..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U72N4
5,5	GV2 L22	25	50	LC1 D25..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U90N4
7,5	NS80HMA50	50	25	LC1 D40..	LP4 K0610BW3	ATV 58.D12N4
11	NS80HMA50	50	25	LC1 D40..	LC1 D18..	ATV 58.D16N4
15	NS80HMA50	50	25	LC1 D50..	LC1 D25..	ATV 58.D23N4
18,5/22	NS80HMA50	50	35	LC1 D40..	LC1 D32..	ATV 58.D28N4
22/30	NS80HMA80	80	35	LC1 D65..	LC1 D40..	ATV 58.D33N4
30/37	NS80HMA80	80	35	LC1 D65..	LC1 D50..	ATV 58.D46N4
37/45	NS100NMA100	100	25	LC1 D80..	LC1 D80..	ATV 58.D54N4
45/55	NS160NMA150	150	35	LC1 D115..	LC1 D80..	ATV 58.D64N4
55/75	NS160NMA150	150	35	LC1 D115..	LC1 D115..	ATV 58.D79N4

Tension d'alimentation triphasée 440 à 500 V

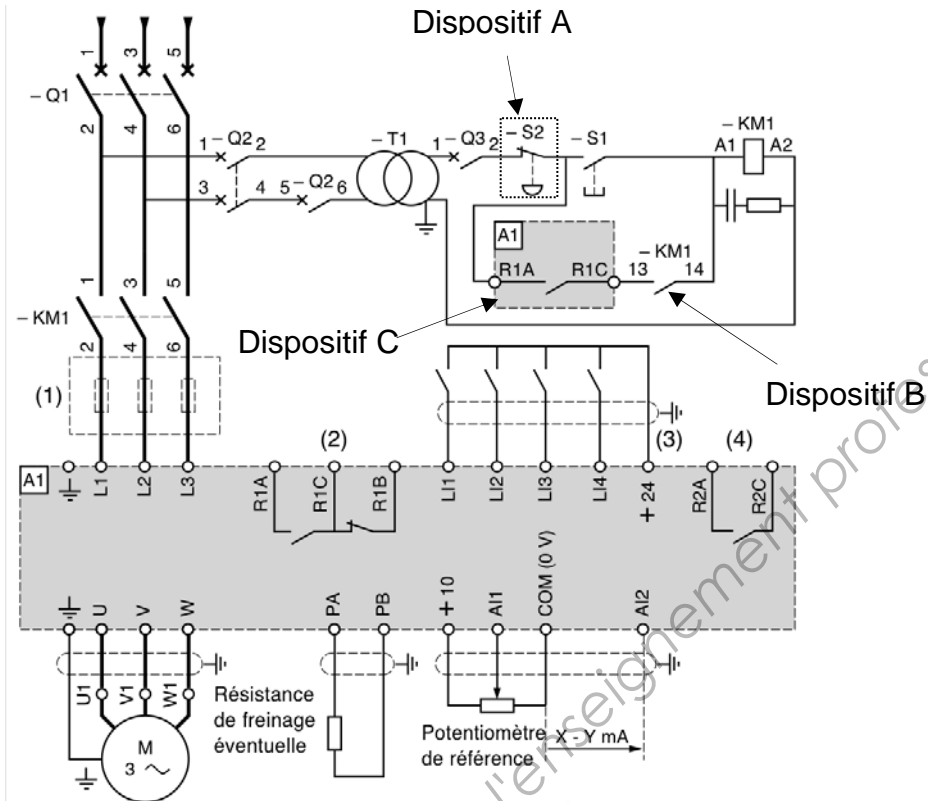
0,75	GV2 L08	4	50	LC1 D18..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U18N4
1,5	GV2 L10	6,3	50	LC1 D25..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U29N4
2,2	GV2 L10	6,3	50	LC1 D25..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U41N4
3	GV2 L14	10	10	LC1 D25..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U54N4
4	GV2 L14	10	10	LC1 D25..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U72N4
5,5	NS80HMA50	50	25	LC1 D40..	LP4 K0610BW3	ATV 58.U90N4
7,5	NS80HMA50	50	25	LC1 D40..	LP4 K0610BW3	ATV 58.D12N4
11	NS80HMA50	50	25	LC1 D40..	LC1 D18..	ATV 58.D16N4
15	NS80HMA50	50	25	LC1 D40..	LC1 D25..	ATV 58.D23N4
18,5/22	NS100LMA50	50	100	LC1 D80..	LC1 D32..	ATV 58.D28N4
22/30	NS100LMA50	50	100	LC1 D80..	LC1 D40..	ATV 58.D33N4
30/37	NS100LMA100	100	100	LC1 D80..	LC1 D50..	ATV 58.D46N4
37/45	NS100LMA100	100	100	LC1 D80..	LC1 D80..	ATV 58.D54N4
45/55	NS100LMA100	100	100	LC1 D115..	LC1 D80..	ATV 58.D64N4
55/75	NS160LMA150	150	100	LC1 D115..	LC1 D115..	ATV 58.D79N4

(1) Tensions du circuit de commande usuelles.
Circuit de commande en courant alternatif

volts ~	24	48	115	230
50/60 Hz	B7	E7	FE7	P7

ANNEXE 5

Schéma 1 :



Borne	Fonction
R1C	Contact du relais de défaut (ouvert en présence d'un défaut ou si le variateur est à l'arrêt)
R1A	

Schéma 2 :

Applications à fort couple (170 % Cn)

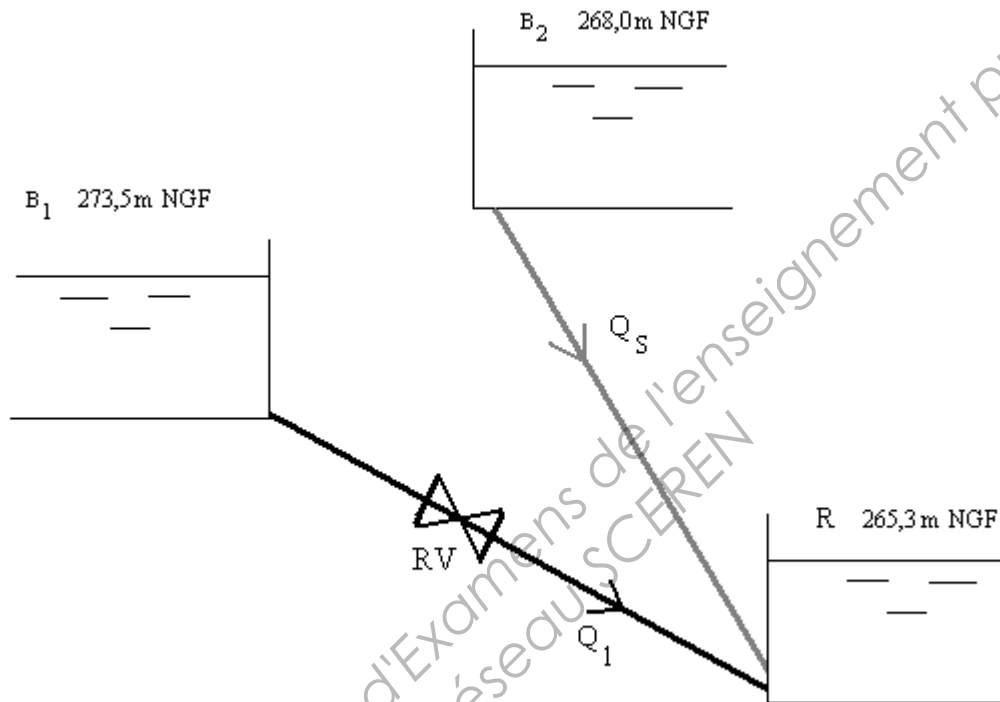
réseau			moteur		Altivar 58		référence
courant de ligne	lcc ligne maxi	puissance indiquée	courant de sortie	courant transitoire	puissance dissipée		
à	à	sur plaque	permanent	maxi	à la charge nominale		
U mini	U maxi	kW	A	A	W		
tension d'alimentation 380...500 V (5) 50/60 Hz triphasé							
43	35	22	18,5	41	55	630	ATV 58HD28N4
51	41	22	22	48	66	750	ATV 58HD33N4
68	55	22	30	66	90	910	ATV 58HD46N4
82	66	22	37	79	108	995	ATV 58HD54N4
101	82	22	45	94	127	1205	ATV 58HD64N4
121	98	22	55	116	157	1675	ATV 58HD79N4

Applications à couple standard (120 % Cn)

réseau			moteur		Altivar 58		référence
courant de ligne	lcc ligne maxi	puissance indiquée	courant de sortie	courant transitoire	puissance dissipée		
à	à	sur plaque	permanent	maxi	à la charge nominale		
U mini	U maxi	kW	A	A	W		
tension d'alimentation 380...500 V (5) 50/60 Hz triphasé							
51	41	22	22	44	55	630	ATV 58HD28N4
67	53	22	30	60	66	750	ATV 58HD33N4
82	66	22	37	72	90	910	ATV 58HD46N4
99	79	22	45	85	108	995	ATV 58HD54N4
121	97	22	55	105	127	1205	ATV 58HD64N4
160	130	22	75	138	157	1675	ATV 58HD79N4

ANNEXE 6

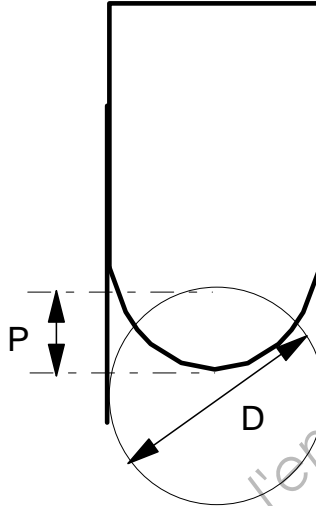
SCHÉMA DU RÉSEAU D'ADDUCTION



ANNEXE 7

CARACTÉRISTIQUE DU ROBINET-VANNE

Les pertes de charge ΔH dans le robinet-vanne RV sont données en hauteur de fluide par la relation : $\Delta H = K \cdot \frac{u^2}{2g}$ où u désigne la vitesse moyenne du fluide et g l'accélération de pesanteur.



Le tableau ci-dessous donne des valeurs expérimentales du coefficient de perte de charge K en fonction de la distance de pénétration P de l'obturateur dans la section, supposée circulaire, offerte par le robinet-vanne au passage du liquide.

D : diamètre de la section circulaire.

P et D sont dans la même unité.

$\frac{P}{D}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{7}{8}$
K	0,07	0,26	0,81	2,1	5,5	17	98

ANNEXE 8

TABLE DE DUBIN

Coefficients de débit C et unités de débit $\frac{1}{\sqrt{C}}$ de conduites de diamètre D.

h : perte de charge linéaire engendrée dans une conduite de longueur L.

$$h = L.C.Q^2 \quad h \text{ en m, L en km et Q en m}^3/\text{s} ;$$

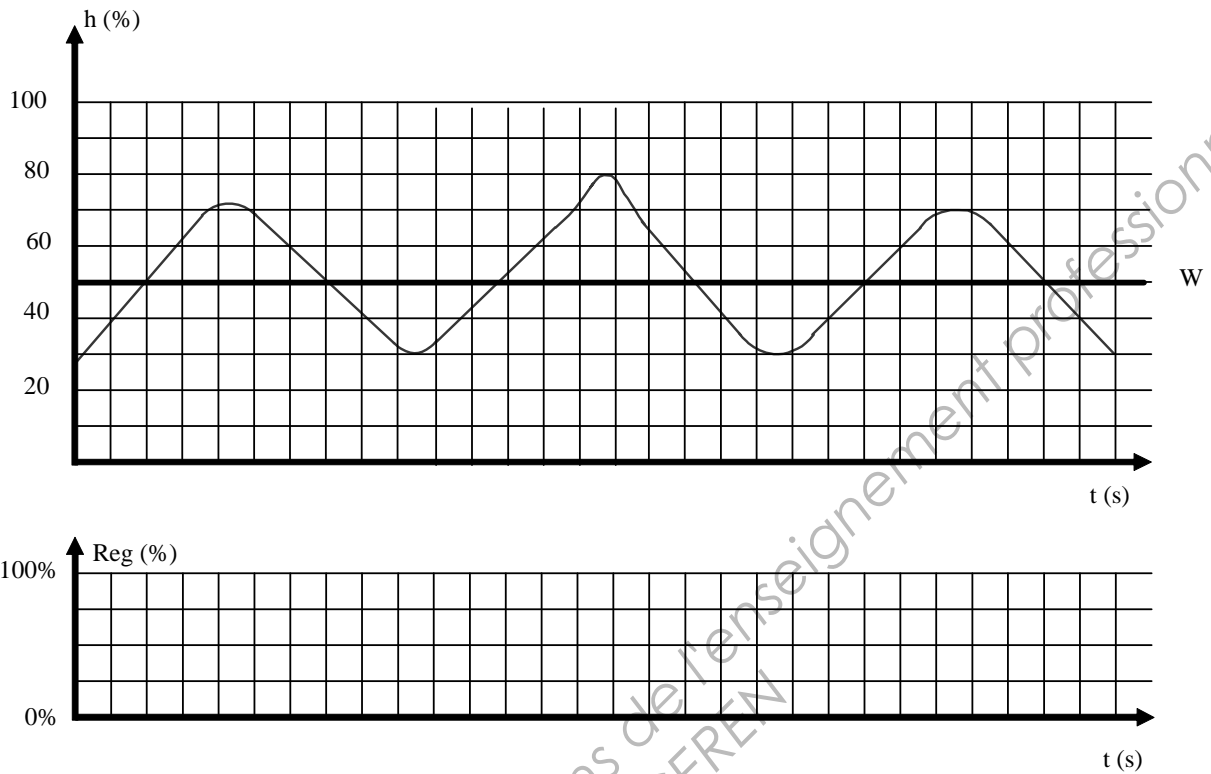
$$\frac{1}{\sqrt{C}} = Q \cdot \sqrt{\frac{L}{h}} \quad h \text{ en m, L en m et Q en L/s.}$$

D en m	C	$\frac{1}{\sqrt{C}}$	D en m	C	$\frac{1}{\sqrt{C}}$
0,040	42762000	4,836	0,300	915,6	1045
0,050	12841000	8,825	0,350	405,6	1570
0,060	4818000	14,41	0,400	200,5	2233
0,070	2107000	21,79	0,450	107,8	3046
0,080	1030000	31,16	0,500	61,86	4021
0,090	549100	42,68	0,600	23,7	6496
0,100	312800	56,54	0,700	10,54	9740
0,108	207500	69,42	0,750	7,335	11680
0,120	118300	91,94	0,800	5,227	13830
0,125	95170	102,5	0,900	2,817	18840
0,135	63190	125,8	1,000	1,621	24840
0,150	36080	166,5	1,100	0,9836	31890
0,162	23960	204,3	1,200	0,6235	40060
0,175	15910	250,7	1,250	0,5034	44570
0,200	7832	357,3	1,400	0,2782	59960
0,216	5208	438,2	1,500	0,1939	71820
0,225	4196	488,2	1,800	0,07472	115700
0,250	2402	645,2	2,000	0,04308	152300

ANNEXE 9

(À découper et coller sur la copie)

Document 1



Document 2

