

BTS MÉTIERS DE L'EAU

SOUS EPREUVE E31 - Pilotage d'opérations de production, de traitement et de transfert des eaux

SESSION 2020

Durée : 4 heures
Coefficient 4

DOSSIER TECHNIQUE

Étude de l'exploitation d'un procédé épuratoire d'une station d'épuration à boues activées

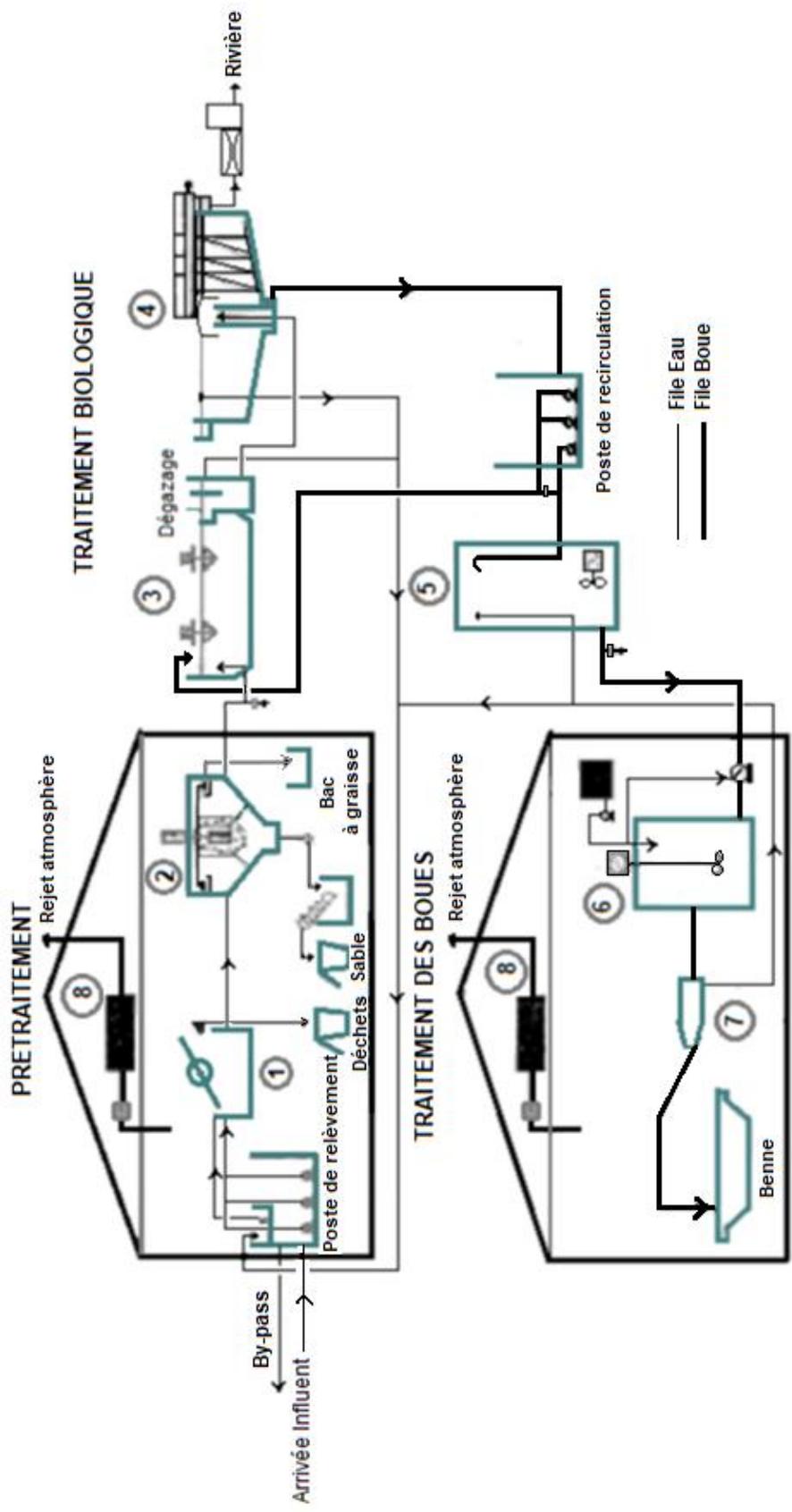
DOCUMENTS OU FICHES TECHNIQUES

Document 1 - Synoptique de la station d'épuration.....	2/15
Document 2 - Caractéristiques générales de la station d'épuration	3/15
Document 3 - Caractéristiques du relevage en entrée de station.....	4/15
Document 4 - Écran de supervision poste relèvement / déphosphatation.....	5/15
Document 5 - Résultats d'analyses de l'autosurveillance d'un échantillon moyen journalier au 05/09/2018	6/15
Document 6 - Arrêté préfectoral d'autorisation de rejet.....	6/15
Document 7 - Caractéristiques du système d'aération.....	6/15
Document 8 - Schéma électrique de commande	7/15
Document 9 - Schéma électrique de puissance.....	8/15
Document 10 - Extrait de catalogue « Contacteurs TeSys D »	9/15
Document 11 - Caractéristiques de la filière boues.....	10/15
Document 12 - Écran de supervision poste de recirculation / silo à boues.....	11/15
Document 13 - Étude biologique du bassin d'aération	12/15
Document 14 - Relation entre charge massique et profil faunistique	13/15
Document 15 - Détermination et exploitation de l'indice de Mohlman	14/15
Document 16 - Bordereau de livraison du polymère	15/15

Le dossier technique comporte 15 pages numérotées de 1/15 à 15/15.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 1/15

Document 1 - Synoptique de la station d'épuration



BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 2/15

Document 2 - Caractéristiques générales de la station d'épuration

1. Capacités nominales

	Équivalent Habitants (EH)	Débit (m ³ ·j ⁻¹)	DBO ₅ (kgO ₂ ·j ⁻¹)	DCO (kgO ₂ ·j ⁻¹)	MES (kg·j ⁻¹)	NK (kg·j ⁻¹)	PT (kg·j ⁻¹)
Temps sec	10 000	2000	600	1350	700	120	20

Débit moyen : 3200 m³·j⁻¹

2. Description simplifiée des files de traitement et des principaux équipements

- File Eau :

- *types de traitement* :
 - traitement biologique
- *filière de traitement* :
 - boues activées faible charge
- *ouvrages et équipements* :
 - relevage : groupe de 3 pompes de relevage ;
 - un dégrilleur fin + dégrilleur statique de secours ;
 - un dessableur-dégraisseur ;
 - by-pass prétraitement avec déphosphatation ;
 - un bassin d'aération dont le volume est de 1664 m³ ;
 - un clarificateur de diamètre 24,1 m dont le volume est de 1049 m³ ;
 - ouvrage de sortie avec débitmètre en canal Venturi.

- File Boues :

- *types de traitement* :
 - déshydratation des boues ;
- *filières de traitement* :
 - déshydratation mécanique par centrifugation ;
- *ouvrages et équipements* :
 - silo de stockage des boues extraites ;
 - cuve de préparation du polymère ;
 - cuve de floculation des boues ;
 - déshydratation par centrifugeuses.

- Désodorisation

Dans les bâtiments du prétraitement et du traitement des boues, la désodorisation de l'air vicié est réalisée par du charbon actif.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 3/15

Document 3 - Caractéristiques du relevage en entrée de station

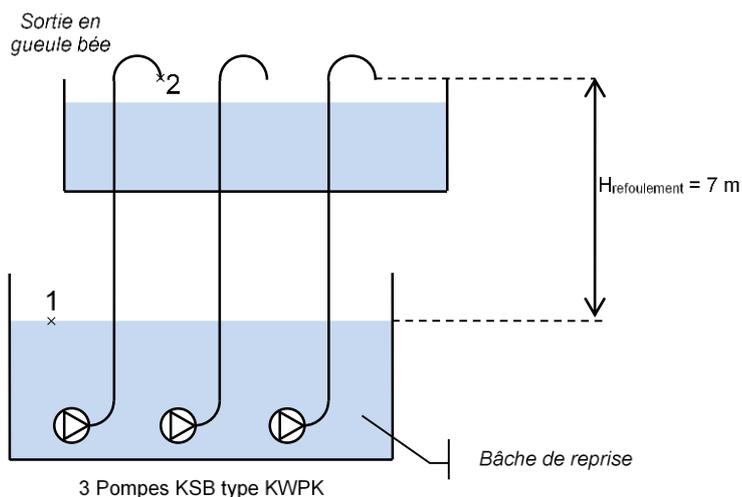
Le réseau d'assainissement en amont est de type séparatif.

Extrait du cahier des charges fonctionnelles du poste

Le poste de relevage en tête de station est équipé de trois pompes ($125 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) permettant d'assurer le relevage des eaux usées à partir d'une bache de $44,5 \text{ m}^3$ (2 pompes en fonctionnement + 1 en secours)

Caractéristiques du poste de relevage

Relevage réalisé par 3 pompes KSB KWPK 100-250, Roue \varnothing 230.



Formulaire

Théorème de Bernoulli

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + H_{MT} = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H$$

P : pression en Pa

V : vitesse en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

z : altitude en m

ρ : masse volumique des eaux usées ; $\rho = 1020 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

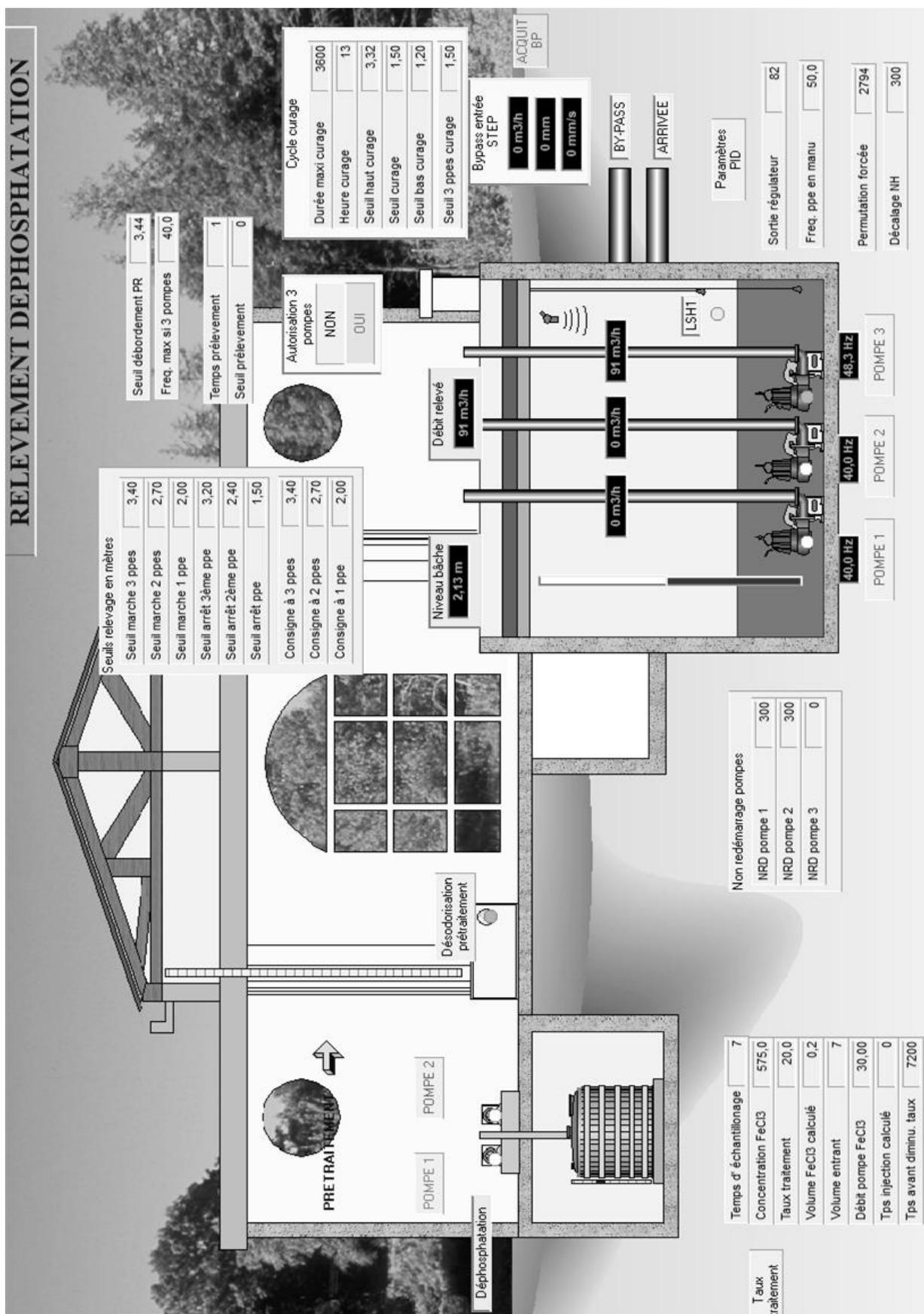
g : accélération de la pesanteur ; $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

H_{MT} : hauteur manométrique totale en m_{CE}

ΔH : pertes de charge en m_{CE}

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 4/15

Document 4 - Écran de supervision : poste relèvement / déphosphatation



BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 5/15

Document 5 - Résultats d'analyses de l'autosurveillance d'un échantillon moyen journalier au 05/09/2018

Paramètre	Débit	MES	DCO	DBO ₅	NK	PT
Unité	m ³ .j ⁻¹	mg.L ⁻¹	mgO ₂ .L ⁻¹	mgO ₂ .L ⁻¹	mgN.L ⁻¹	mgP.L ⁻¹
Valeur moyenne journalière entrée	1273	259	541	240	66	7,9
Valeur moyenne journalière sortie	1273	5	31	3	8,6	1,8

Document 6 - Arrêté préfectoral d'autorisation de rejet

L'arrêté préfectoral du 08 juillet 2013 précise les valeurs limites de rejets suivantes :

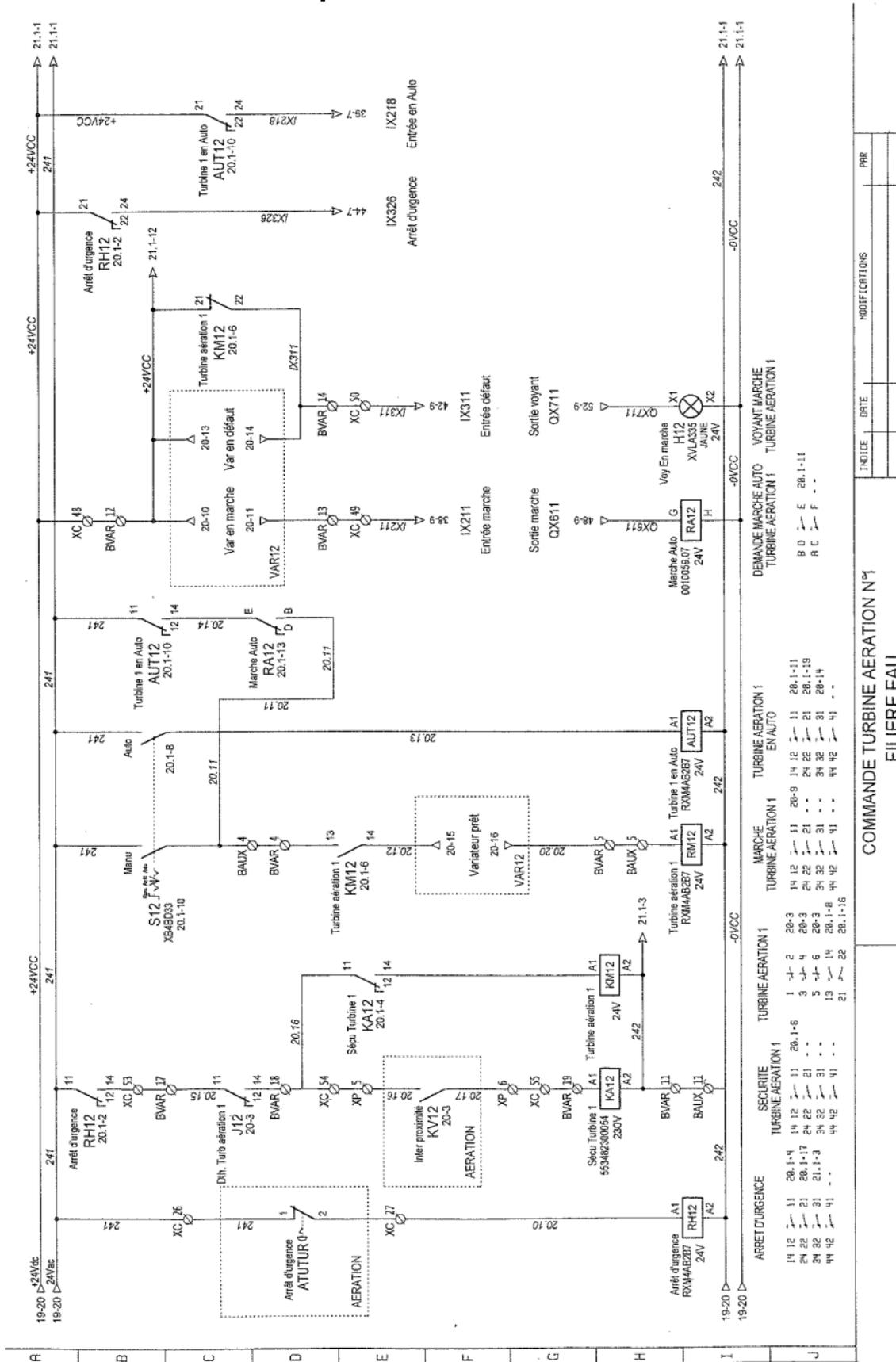
Paramètre	Valeur limite en concentration (mg.L ⁻¹)	OU	Valeur limite en rendement %
MES	35	ou	90
DBO ₅	25	ou	80
DCO	125	ou	75
NK	40		
PT			30 en instantané 70 en moyenne annuelle

Document 7 - Caractéristiques du système d'aération

- Aérateurs de surface de type turbines lentes
- Nombre d'aérateurs = 2
- Apport Spécifique Brut (ASB) en eau claire = 1,8 kgO₂.kWh⁻¹ par turbine
- Facteur Correctif Global (FCG) = 0,7
- Temps d'aération = 14 heures par jour
- Consommation horaire moyenne d'une turbine = 45 kWh.h⁻¹

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 6/15

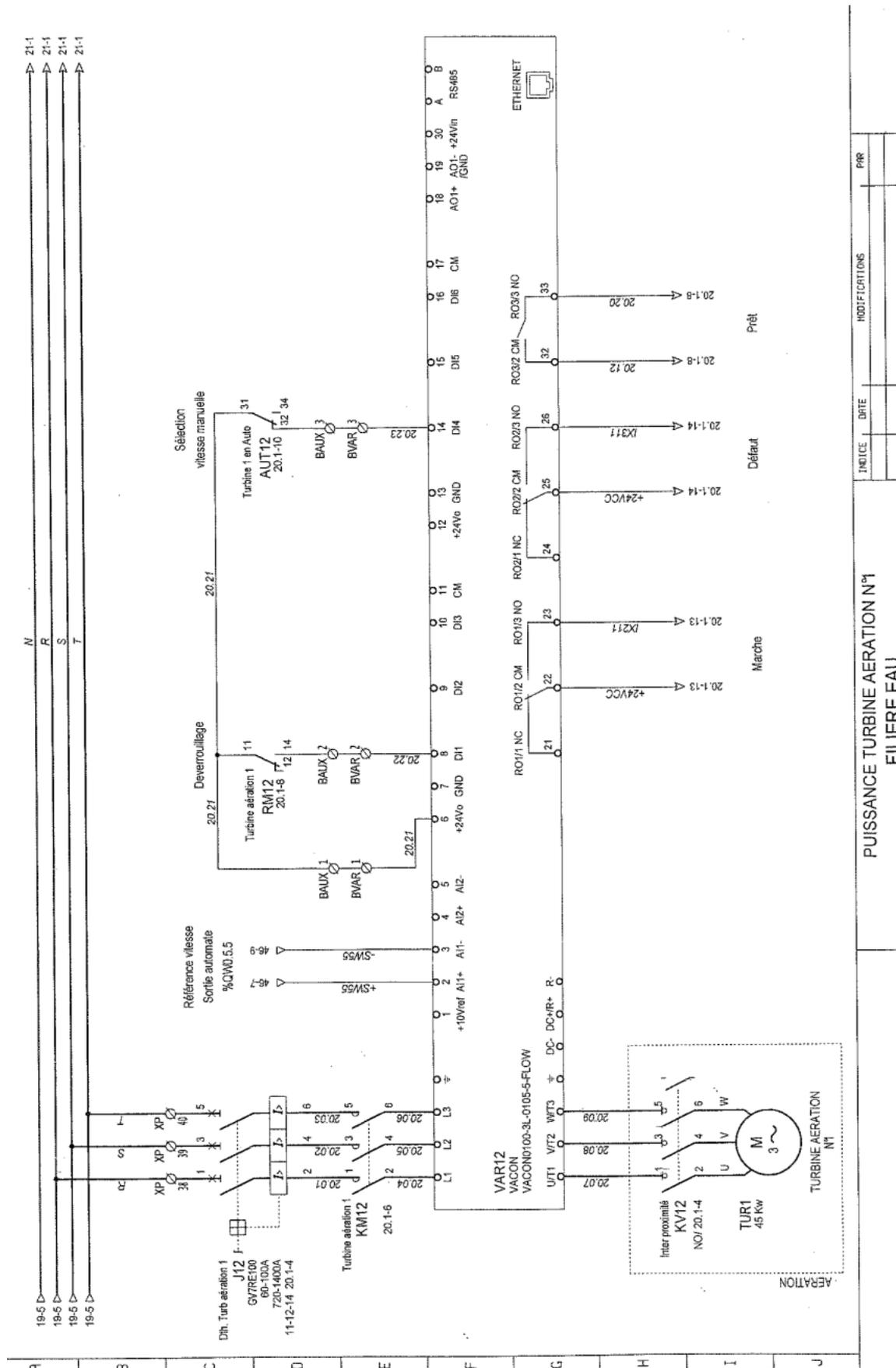
Document 8 - Schéma électrique de commande



INDICE		ORIGINE		MODIFICATIONS	

**COMMANDE TURBINE AERATION N°1
FILIERE EAU**

Document 9 - Schéma électrique de puissance



BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite		DT Page 8/15
Code : METEU31		

Document 10 - Extrait de catalogue « Contacteurs TeSys D »

Références - TeSys D

Contacteurs TeSys

Contacteurs TeSys D pour commande de moteurs jusqu'à 75 kW sous 400 V, en AC-3

Avec raccordement par vis-étriers et cosses fermées



LC1D09●●



LC1D25●●



LC1D65A●●



LC1D95●●

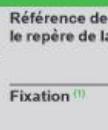


LC1D115●●

Contacteurs tripolaires

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3 (θ ≤ 60 °C)

Courant assigné d'emploi en AC-3 440 V jusqu'à



Contacts auxiliaires instantanés

Référence de base à compléter par le repère de la tension (1)

Masse (2)

220 V 380 V 415 V 440 V 500 V 660 V 1000 V
230 V 400 V 690 V

kW kW kW kW kW kW kW A kg

Raccordement par vis-étriers

2,2	4	4	4	5,5	5,5	-	9	1	1	LC1D09●●	0,320
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	-	12	1	1	LC1D12●●	0,325
4	7,5	9	9	10	10	-	18	1	1	LC1D18●●	0,330
5,5	11	11	11	15	15	-	25	1	1	LC1D25●●	0,370
7,5	15	15	15	18,5	18,5	-	32	1	1	LC1D32●●	0,375
9	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	-	38	1	1	LC1D38●●	0,380

Raccordement puissance par connecteurs EverLink® à vis BTR (6) et contrôle par bornes à ressort

11	18,5	22	22	22	30	-	40	1	1	LC1D40A●●	0,850
15	22	25	30	30	33	-	50	1	1	LC1D50A●●	0,855
18,5	30	37	37	37	37	-	65	1	1	LC1D65A●●	0,860
22	37	37	37	37	37	-	80	1	1	LC1D80A●● (5)	0,860

Raccordement par vis-étriers ou connecteurs

22	37	45	45	55	45	45	80	1	1	LC1D80●●	1,590
25	45	45	45	55	45	45	95	1	1	LC1D95●●	1,610
30	55	59	59	75	80	85	115	1	1	LC1D115●●	2,500
40	75	80	80	90	100	75	150	1	1	LC1D150●●	2,500

Raccordement par cosses fermées ou barres

Dans la référence choisie ci-dessus, ajouter le chiffre 6 devant le repère de la tension.

Exemple : LC1D09●● devient LC1D096●●.

Éléments séparés

Blocs de contacts auxiliaires et modules additifs : voir pages B8/23 à B8/29.

- (1) LC1D09 à D80A : encliquetage sur profilé L de 35 mm AM1DP ou par vis.
- LC1D80 à D95 ~ : encliquetage sur profilé L de 35 mm AM1DP ou 75 mm AM1DL ou par vis.
- LC1D80 à D95 ~ : encliquetage sur profilé L de 75 mm AM1DL ou par vis.
- LC1D115 et D150 : encliquetage sur 2 profilés L de 35 mm AM1DP ou par vis.

(2) Repères des tensions du circuit de commande existantes (délai variable, consulter notre agence régionale) :

Courant alternatif

Volts	24	42	48	110	115	220	230	240	380	400	415	440	500
LC1D09...D150 (bobines D115 et D150 antiparasitées d'origine, par diode d'écrêtage bidirectionnel)													
50/60 Hz	B7	D7	E7	F7	FE7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7	S7
LC1D80...D115													
50 Hz	B5	D5	E5	F5	FE5	M5	P5	U5	Q5	V5	N5	R5	S5
60 Hz	B6	-	E6	F6	-	M6	-	U6	Q6	-	-	R6	-

Courant continu

Volts	12	24	36	48	60	72	110	125	220	250	440
LC1D09...D38 (bobines antiparasitées d'origine par diode d'écrêtage bidirectionnel)											
U 0,7...1,25 Uc	JD	BD	CD	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD
LC1D40A...D65A (bobines antiparasitées d'origine par diode d'écrêtage bidirectionnel)											
U 0,75...1,25 Uc	JD	BD	CD	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD
LC1D80...D95											
U 0,85...1,1 Uc	JD	BD	CD	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD
U 0,75...1,2 Uc	JW	BW	CW	EW	-	SW	FW	-	MW	-	-
LC1D115 et D150 (bobine antiparasitée d'origine)											
U 0,75...1,2 Uc	-	BD	-	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD

Basse consommation

Volts	5	12	20	24	48	110	220	250
LC1D09...D38 (bobines antiparasitées d'origine par diode d'écrêtage bidirectionnel)								
U 0,8...1,25 Uc	AL	JL	ZL	BL	EL	FL	ML	UL

Alimentation c.a. / c.c. - basse consommation

Voir Te Sys D Green, page B8/13

Autres tensions de 5 à 690 V, voir pages B8/33 à B8/36.

(3) Les masses indiquées sont celles des contacteurs pour circuit de commande en courant alternatif. Pour circuit de commande en courant continu ou basse consommation ajouter 0,160 kg de LC1D09 à D38, 0,075 kg de LC1D40A à D80A et 1 kg pour LC1D80 et D95.

(4) Vis BTR : à 6 pans creux. En accord avec les règles locales d'habilitation électrique, l'utilisation d'une clé Allen n°4 isolée est requise (référence LADALLEN4, voir page B8/29).

(5) Disponible fin 2017.

<https://download.schneider-electric.com/files>

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 9/15

Document 11 - Caractéristiques de la filière boues

La filière boues fonctionne 12 mois par an.

Bassin d'aération	MS (g·L ⁻¹)	2,8
	V ₃₀ (mL·L ⁻¹)	336
Boues recirculées	MS (g·L ⁻¹)	4,9

- Production moyenne de boues épaissies = 12980 kgMS/mois.
- Taux de traitement en polymère = 20 kg/tMS.
- Poids d'un container de polymère AQUAPOLYM 3375 = 1050 kg.

Taux de recirculation théorique des boues:

$$\frac{C_S}{(C_R - C_S)} \times 100$$

Avec : C_S = concentration en MS dans le bassin d'aération en g·L⁻¹ ;
C_R = concentration en MS dans les boues recirculées en g·L⁻¹ .

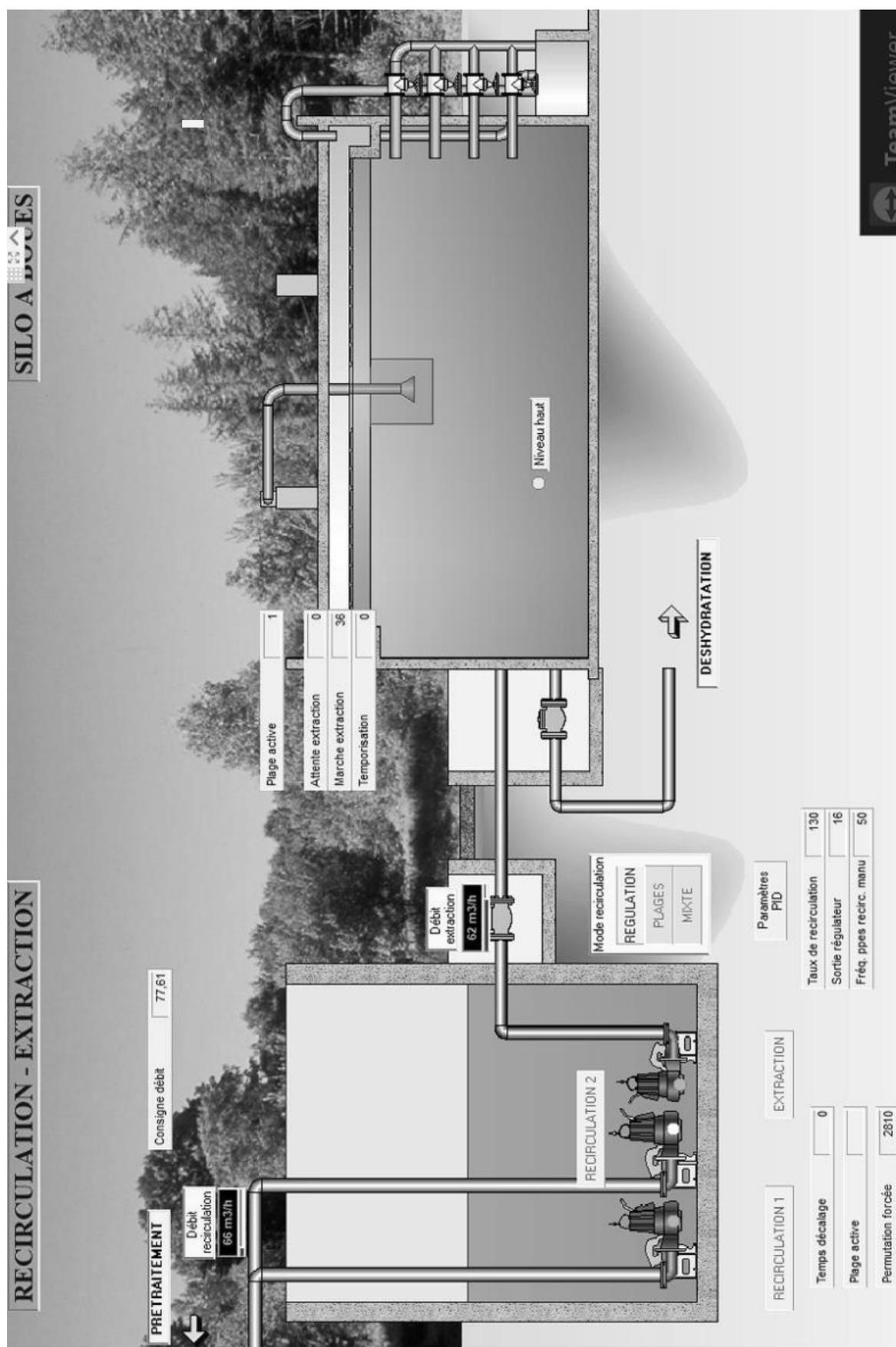
Taux de recirculation appliqué :

$$\frac{Q_R}{Q_E} \times 100$$

Avec Q_R = débit de recirculation des boues en m³·h⁻¹ ;
Q_E = débit d'entrée des eaux usées en m³·h⁻¹.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 10/15

Document 12 - Écran de supervision : poste de recirculation / silo à boues



BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 11/15

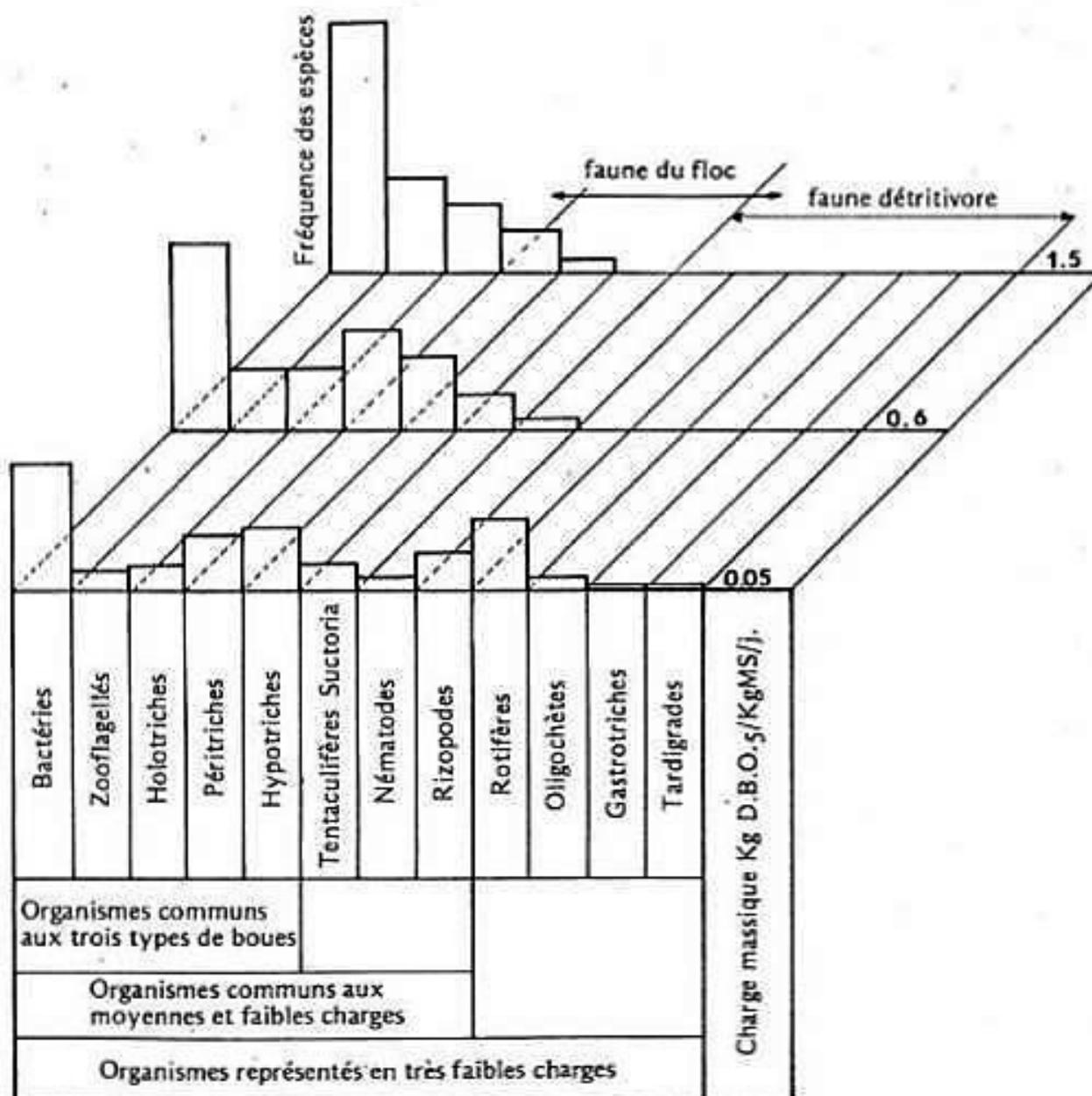
Document 13 - Étude biologique du bassin d'aération

- Charge massique théorique < 0,1 kg_{DBO5}.kg_{MVS}.j⁻¹.
- Couleur de la boue : marron foncé – chocolat.
- Aspect du floc : floc de petite taille, assez bien défini, assez granulaire.
- Liquide interstitiel : *bactéries libres* : absence ;
bactéries filamenteuses : quelques bactéries filamenteuses ramifiées, de petite taille et sortant du floc .

PROTOZOAIRES								
N° lame	Densité (nombre/lame)							Signification(s) de leur présence
	1	2	3	4	5	6	Moyenne	
Rhizo-flagellés	0							
Rhizopodes								
Amibes	0							Appartiennent à la faune des boues d'aération prolongée, bien stabilisées, indicateur de la minéralisation des boues avec un bon degré d'aération et un bon traitement.
Thécamébiens	5	4	2	6	8	3	4,6	
Ciliés holotriches								
<i>Trachelophyllum</i>	0							
<i>Litonotus</i>	0							
Ciliés hypotriches								
<i>Aspidisca</i>	12	11	13	11	12	13	12	Extrêmement fréquent dans les boues activées. Signe d'une bonne oxygénation et d'un bon traitement du C. Bon indice d'épuration entre les Péritriches et les Thécamébiens.
<i>Euplotes</i>	0							
<i>Epistylis</i>	8	10	5	9	10	8	8,3	Fréquent dans les boues en équilibre. Développement corrélé à de longues périodes d'anoxie. Indicateur d'effluents traités de bonne qualité.
Ciliés péritriches								
Vorticelles (petites)	0							Présence non liée à un domaine de charge particulière. Espèce relativement fragile à l'apport de toxiques et à un manque d'oxygénation. Indicateur d'une efficacité épuratrice correcte.
Vorticelles (grosses)	5	7	5	5	6	7	5,8	
Tentaculifères	0							
MÉTAZOAIRES								
Rotifères	2	4	3	2	4	2	2,8	Caractéristique d'âges de boues assez long et de boue faible charge.
Nématodes	1	0	0	1	0	0	0,3	Présent dans les boues d'âge élevé. Peu de rapport avec le niveau d'épuration.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite		Code : METEU31 DT Page 12/15

Document 14 - Relation entre charge massique et profil faunistique



L'analyse écologique des boues activées - Bernard Védry - Technique et documentation Lavoisier - 1987

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 13/15

Document 15 - Détermination et exploitation de l'indice de Mohlman

L'indice de Mohlman (IM) permet d'apprécier l'aptitude des boues activées à décanter dans un clarificateur et d'estimer l'aspect du floc bactérien.

$$IM = \frac{V_{30}}{MS_{\text{Bassin}}}$$

Avec :

- IM exprimé en mL·g⁻¹ ;
- V₃₀ exprimé en mL·L⁻¹ ;
- MS_{Bassin} exprimé en g·L⁻¹.

Interprétation des résultats de l'IM.

IM (mL·g ⁻¹)	Signification
< 50	Floc bactérien trop fin, trop granuleux
100	Floc bactérien bien constitué, bonne décantation, situation idéale
100 < IM ou IB < 150	Floc normalement constitué, décantation normale
150 < IM ou IB < 200	Floc léger, décantation ralentie
>200	Floc gonflé et trop léger, décantation mauvaise

Si IM atteint 500 à 800 mL·g⁻¹ : mauvais fonctionnement du bassin d'aération influencé par le développement de bactéries filamenteuses. Les boues activées ne décantent plus dans le clarificateur et sont entraînées avec l'effluent vers le milieu naturel. Les normes de rejet ne sont plus respectées.

Pour obtenir un IM voisin de 100 mL·g⁻¹, il faut :

- maîtriser l'oxygénation du bassin d'aération ;
- maîtriser l'extraction des boues en excès.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 14/15

AQUAPOLYM

9, RUE DU MARECHAL DE LATTRE DE TASSIGNY
88130 CHARMES

CONTACT :
Mr PROTIN

ADRESSE :
USINE DE DEPOLLUTION

Charmes, le 24 SEPTEMBRE 2018

BON DE LIVRAISON

- Exemple CLIENT -

DATE:	24/09/2018
REFERENCE	
EXPEDITION	TRANSPORT SIMONIN

PRODUITS	QUANTITE	CONDITIONNEMENT
1050KG AQUAPOLYM 3375	1	CONTENEUR

Remarques particulières :

.....

.....

Date : / /

Signature :

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2020
Épreuve E31 « Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux », Sous épreuve écrite	Code : METEU31	DT Page 15/15