

BTS MÉTIERS DE L'EAU

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

SESSION 2022

Durée : 4 heures

Coefficient 4

DOSSIER TECHNIQUE

Amélioration de certaines performances d'un système d'assainissement

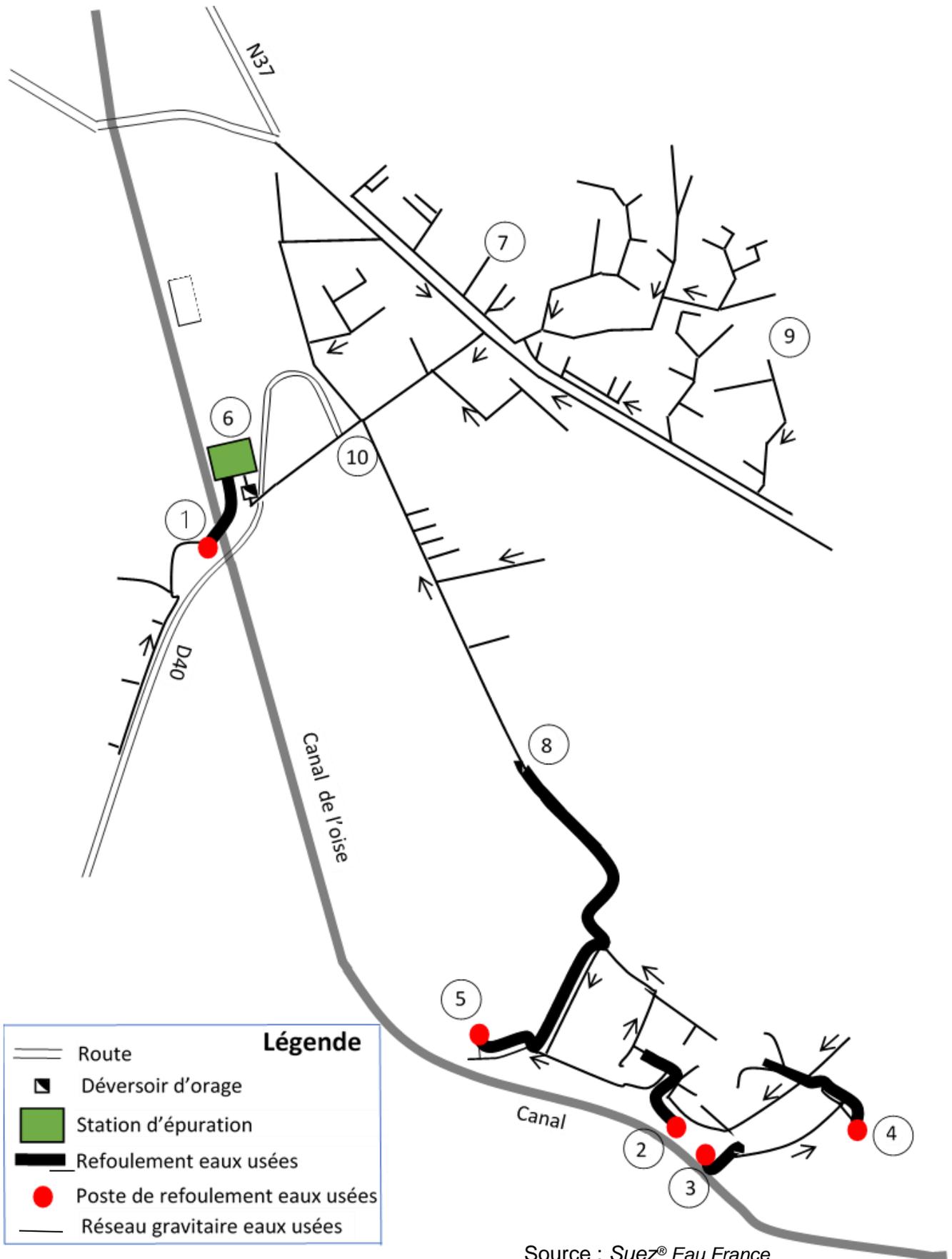
DOCUMENTS OU FICHES TECHNIQUES

Document 1 - Plan du réseau d'assainissement	2/13
Document 2 – Traitement du sulfure d'hydrogène	3/13
<i>Document 2A - Quelques caractéristiques du sulfure d'hydrogène</i>	<i>3/13</i>
<i>Document 2B - Caractéristiques du Nutriox SN50®</i>	<i>4/13</i>
<i>Document 2C - Extrait du document commercial Yara®</i>	<i>4/13</i>
Document 3 - Analyse des risques et défaillances	5/13
Document 4 - Caractéristiques de la pompe Flygt N3171	6/13
Document 5 - Caractéristiques et pertes de charges du poste de refoulement.....	7/13
Document 6 - Caractéristiques du système de collecte	8/13
Document 7 - Synoptique du bassin biologique	9/13
Document 8 - Arrêté préfectoral de rejet (extraits)	10/13
Document 9 - Impact de l'injection de Nutriox SN50® dans le réseau de collecte sur la concentration en phosphore dans le rejet de la STEU	11/13
Document 10 - Réglage de la supervision de la pompe doseuse de chlorure ferrique	11/13
Document 11 - Fiche technique des surpresseurs pour deux régimes de fonctionnement différents	12/13
Document 12 - Bilan d'exploitation des temps de fonctionnement exprimés en heures, des principaux équipements du bassin biologique pour le mois de janvier 2019	13/13

Le dossier technique comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	DT Page 1/13

Document 1 - Plan du réseau d'assainissement



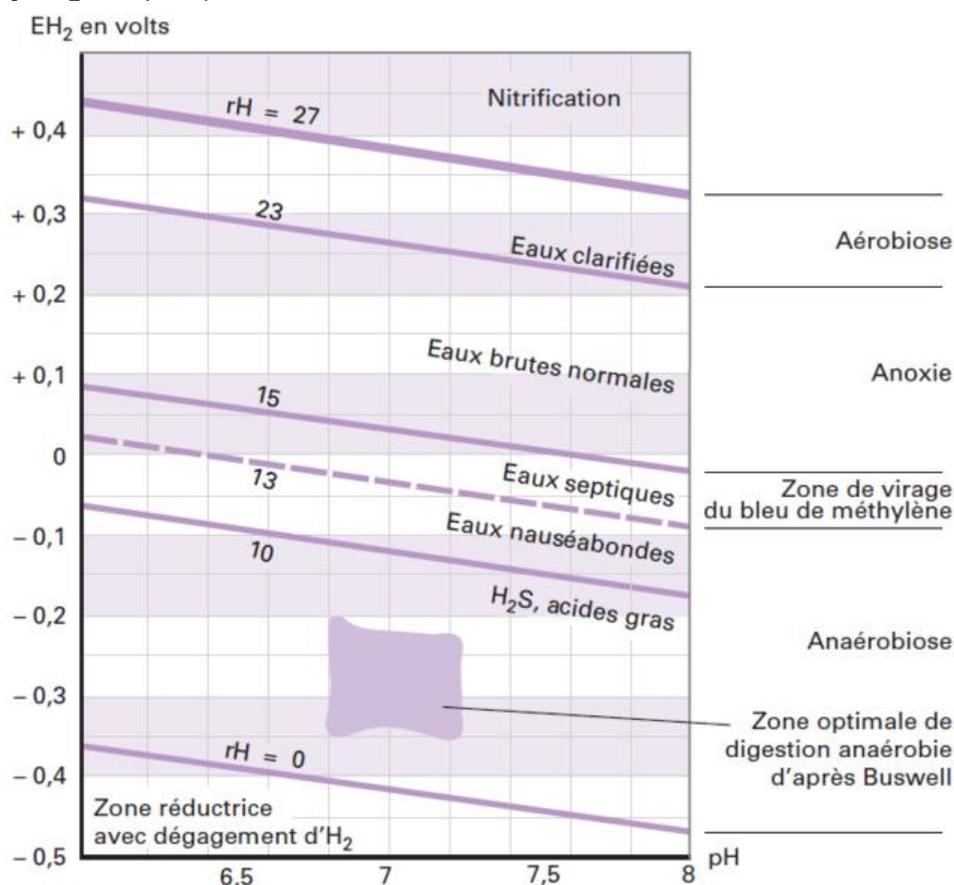
BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	DT Page 2/13

Document 2 - Traitement du sulfure d'hydrogène

Document 2A - Quelques caractéristiques du sulfure d'hydrogène

Origine

En milieu anaérobie, les ions sulfates présents dans les eaux usées peuvent être réduits en sulfure d'hydrogène (H_2S) sous l'action de bactéries sulfato-réductrices.



Potentiel redox des eaux résiduaires

Nuisances

Le sulfure d'hydrogène, s'il n'est pas traité, peut occasionner :

- de graves nuisances olfactives pour les riverains proches de ces réseaux (odeur d'œuf pourri ; de 0,02 à 0,1 ppm) ;
- un risque pour la santé des opérateurs intervenant sur le réseau, l' H_2S pouvant être un gaz mortel à partir d'une concentration de 700 ppm sur une durée de 10 minutes ;
- la corrosion des canalisations.

Sources : TSM numéro 1/2 - 2012 - 107e année, et <https://www.suezwaterhandbook.fr/> (consulté le 12/06/2020)

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	DT Page 3/13

Document 2B - Caractéristiques du Nutriox SN50®

On utilise un réactif commercial dénommé Nutriox SN50®. Il s'agit de nitrate de calcium $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ se dissociant en milieu aqueux : $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^{-}(\text{aq})$

Les ions nitrate permettent d'augmenter le potentiel redox des eaux usées pour atteindre celui de la zone d'anoxie, empêchant ainsi les réactions de réduction qui aboutiraient à la formation de H_2S .

Caractéristiques du Nutriox SN50®

- Débit d'eaux usées (ERU) dans la canalisation au point d'injection : $500 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$
- Taux de traitement en Nutriox SN50® : $95 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
- Nutriox SN50®:
 - densité = 1,5 ;
 - pureté = 50 % (m/m).

Volume commandé	Prix en euros (hors taxe) de la tonne de Nutriox®
Commande par 3 m ³	350
Commande par 6 m ³	330
Commande par 10 m ³	310
Commande par 15 m ³	300

Source : Yara® France, entretien téléphonique du 08/06/2020

Résultat de la pesée du camion de livraison :

masse camion vide : 13 760 kg ;

masse camion après chargement du Nutriox SN50® : 22 760 kg.

Document 2C - Extrait du document commercial Yara®

	Produits			Procédés	Mesures		
	YaraNutriox SN50	YaraNutriox SN40	YaraNutriox FsC15		Yara télémétrie	H ₂ S Mini	IDA-100
	Solution de nitrate de Calcium 50%	Solution de nitrate de Sodium 40%	Solution de chlorure ferreux(20%)	Blogas Plant Optimiser	Télémétrie	Capteur enregistreur d'H ₂ S	Optimisateur de dosage
Poste de refoulement	•	•	•	•	•	•	•
Réseau gravitaire	•	•	•	•	•	•	•

Source : Yara® France

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	DT Page 4/13

Document 3 - Analyse des risques et défaillances

Pour chaque fonction identifiée comme sensible, les différents organes électromécaniques ou les cas de dysfonctionnement pouvant générer un risque font l'objet d'une cotation qui repose sur 3 critères :

- **la fréquence F** : elle est évaluée à partir de la fréquence de l'évènement et dotée d'une note de 1 (rarissime) à 5 (quotidien) ;

1	Évènement rarissime (moins d'une fois par 10 ans)
2	Évènement exceptionnel (moins d'une fois par an)
3	Évènement peu fréquent (quelques fois/an)
4	Évènement fréquent (plusieurs fois/mois)
5	Évènement de récurrence quotidienne

- **la gravité G** : elle est évaluée à partir de la nature de l'impact sur le fonctionnement de la STEU et la qualité du traitement et dotée d'une note de 1 (pas d'impact) à 5 (très grave) ;

1	Sans impact (sortie d'astreinte, intervention de l'hydrocureuse, ...)
2	Impact de faible gravité (sorties d'astreinte récurrente, arrêt de l'évacuation des boues sur 1 ou 2 jours, impact financier inférieur à 2 k€, ...)
3	Impact modéré (arrêt de l'évacuation des boues sur 3 à 4 jours, impact financier inférieur à 5 k€, ...)
4	Impact fort (plainte des riverains, arrêt de l'évacuation des boues plus de 4 jours, vidange de bassin, impact financier supérieur à 10 k€, ...)
5	Impact majeur (déversement au milieu naturel, pollution du sous-sol, impact financier supérieur à 20 k€, ...)

- **la maîtrise des événements M** : elle est évaluée en fonction des moyens susceptibles d'être mis en œuvre par l'entreprise (préventifs et correctifs) pour maîtriser l'impact et suivant une note de 1 (maîtrise) à 4 (aucune maîtrise).

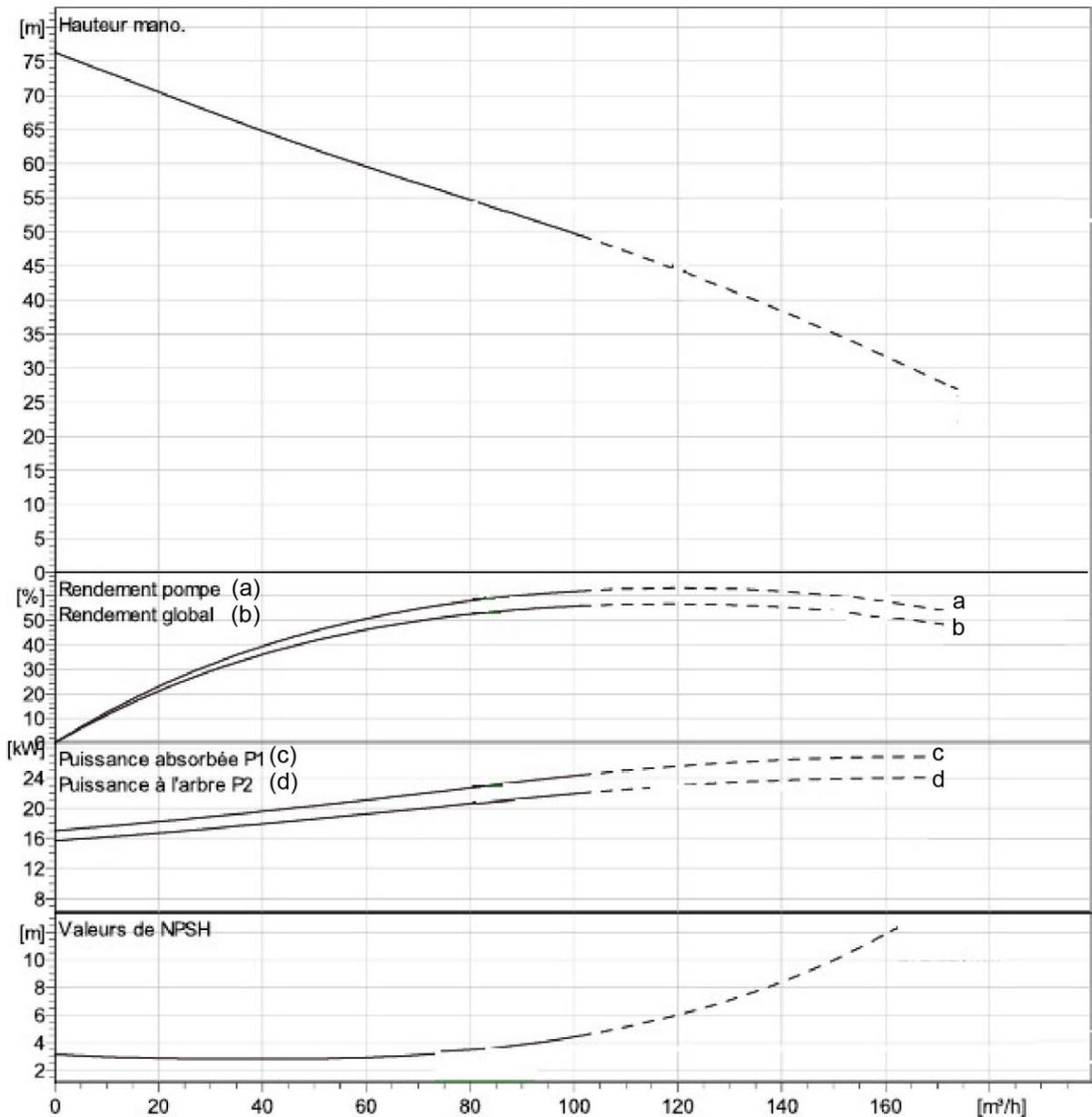
1	Mesures correctives et préventives appliquées
2	Mesures préventives existantes
3	Mesures correctives existantes
4	Pas de maîtrise de l'impact

La cotation attribuée à chaque situation est le résultat de la multiplication des 3 notes (F x G x M) attribuées.

Identification des évènements critiques : un seuil de criticité a été fixé à 20 en accord avec la collectivité.

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	DT Page 5/13

Document 4 - Caractéristiques de la pompe Flygt N3171



Source : Xylem®

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	DT Page 6/13

Document 5 - Caractéristiques et pertes de charges du poste de refoulement

Liquide pompé	Eau	Nombre de pompes	1
Débit	75 m ³ .h ⁻¹	Type d'installation	Pompe seule
Hauteur géométrique	12,16 m	Options de représentation	Installation submergée
Viscosité	1,569 mm ² .s ⁻¹	Modèle de calcul	Colebrook

Pertes de charge		
Conduite de refoulement commune		
Tuyauterie 1		H (m)
Pertes de charge totales		0,4598
Tuyauterie 2		H (m)
Pertes de charge totales		2,9999
Tuyauterie 3		H (m)
Pertes de charge totales		27,2
Tuyauterie 4		H (m)
Pertes de charge totales		8,701
Pertes de charge		39,36 m
Pression de refoulement statique		11,16 m
Hauteur mano. Totale		50,52 m

Source : Xylem®

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	DT Page 7/13

Document 6 - Caractéristiques du système de collecte

Extrait du contrat entre le maître d'ouvrage et la collectivité

.../...Obligations contractuelles entre l'exploitant du réseau et la collectivité

Un curage annuel est imposé sur :

- 20 % du linéaire total du réseau gravitaire séparatif d'eaux usées ;
- 10 % du linéaire total du réseau gravitaire séparatif d'eaux pluviales ;
- 10 % du linéaire total du réseau gravitaire unitaire.

La quantité de sous-produits est calculée par estimation du taux d'encrassement, soit 8 m³/km. .../...

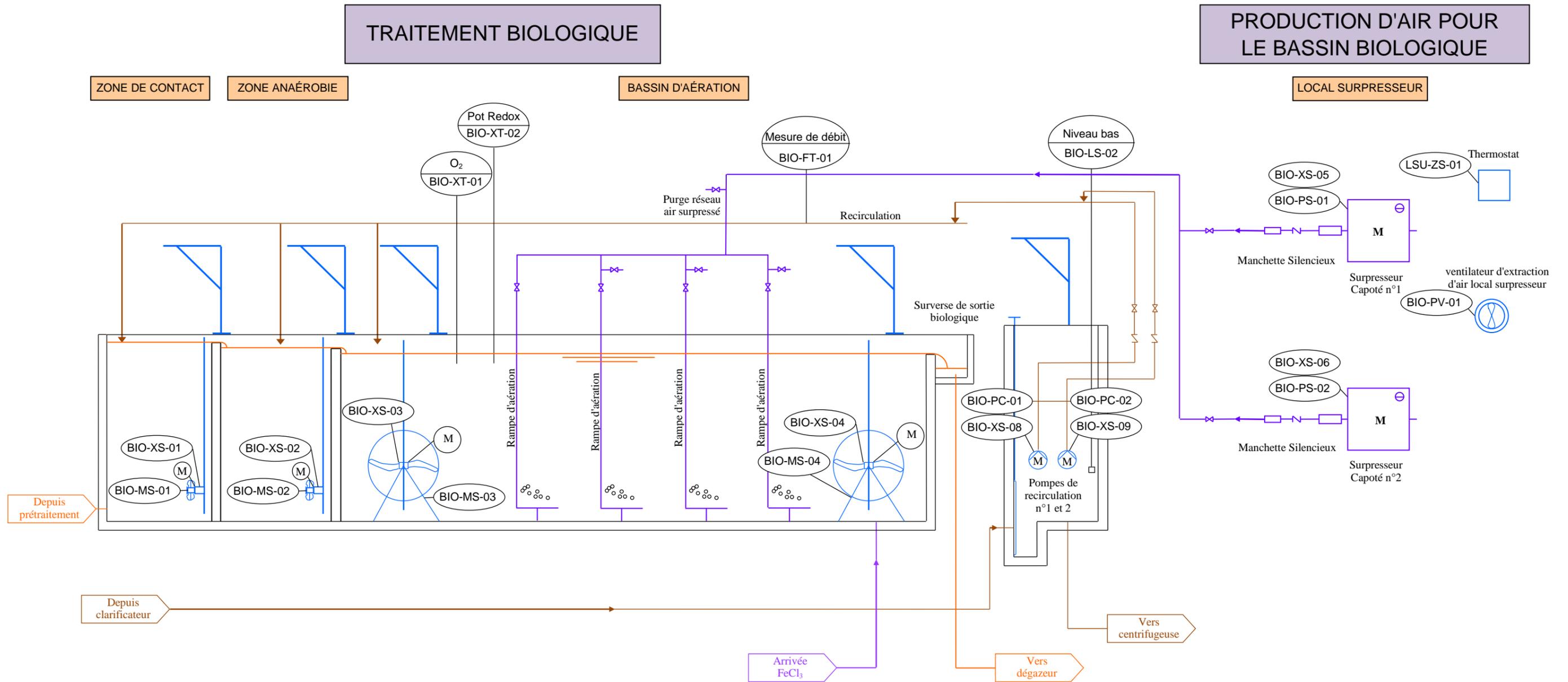
Réseau

Système d'assainissement	Coulaud-au-Bac		
Longueur de réseau gravitaire (mètre linéaire)	29 721		
	Séparatif		Unitaire
	Eaux pluviales 5 808	Eaux usées 9 711	14 202
Longueur de réseau en refoulement (mètre linéaire)	4271		
Nombre de regards de voirie	282		

Source : Suez® Eau France

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	DT Page 8/13

Document 7 - Synoptique du bassin biologique



Source : Suez® Eau France

BTS MÉTIERS DE L'EAU Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	Session 2022 DT Page 9/13
---	------------------	---

Document 7
 DT page 9/13

Document 8 - Arrêté préfectoral de rejet (extraits)

- Débit de référence par temps sec : 1240 m³.j⁻¹
- Flux de DBO₅ par temps sec : 684 kg.j⁻¹
- Flux de phosphore par temps sec : 19 kg.j⁻¹

Normes de rejet sur 24 h

Sur des échantillons moyens, prélevés sur 24 heures proportionnellement au débit, les concentrations de rejet ci-dessous doivent être respectées, et les concentrations ne doivent jamais dépasser les valeurs réductrices, tant que le débit de référence de la station n'est pas atteint :

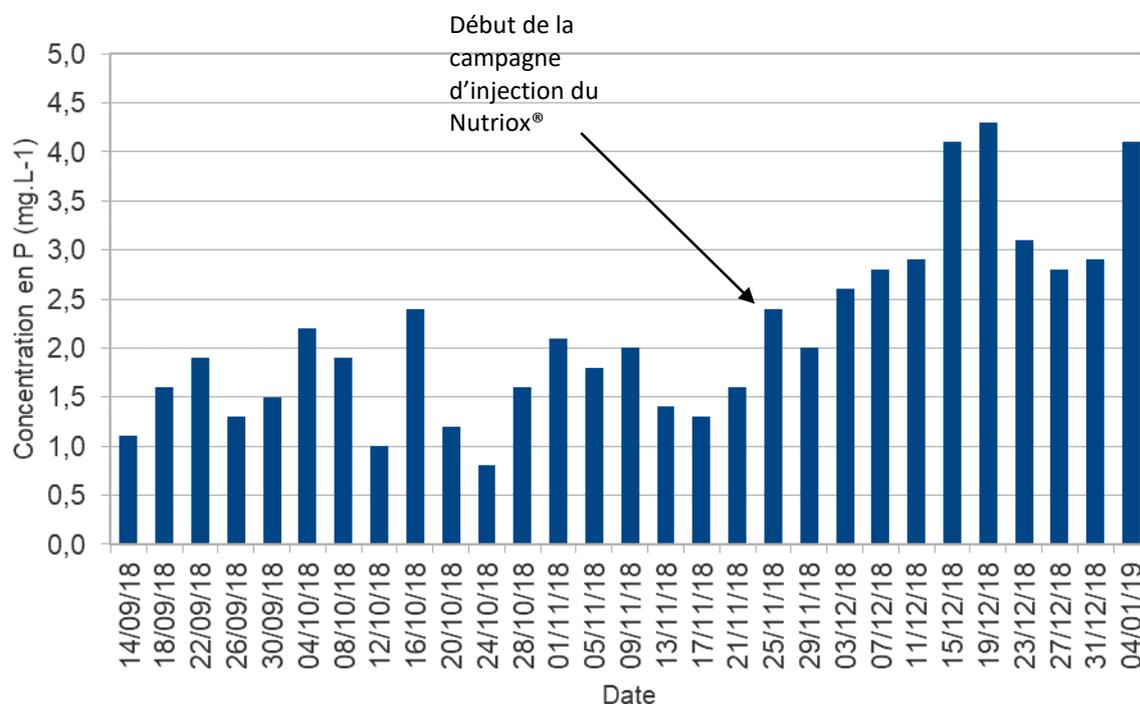
Paramètre	Concentration maximale sur échantillon 24 h	Valeur réductrice en concentration
MES	30 mg.L ⁻¹	85 mg.L ⁻¹
DBO ₅	20 mg.L ⁻¹	50 mg.L ⁻¹
DCO	90 mg.L ⁻¹	180 mg.L ⁻¹
P _{total}	2 mg.L ⁻¹	4 mg.L ⁻¹
NTK	10 mg.L ⁻¹	15 mg.L ⁻¹
NGL	15 mg.L ⁻¹	20 mg.L ⁻¹

Nombre de non-conformités autorisées par an sur la concentration maximale du paramètre phosphore : 1.

Sources : Suez® Eau France et Légifrance

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	DT Page 10/13

Document 9 - Impact de l'injection de Nutriox SN50® dans le réseau de collecte sur la concentration en phosphore dans le rejet de la STEU



Suivi de la concentration en phosphore dans le rejet

Document 10 - Réglages de la supervision de la pompe doseuse de chlorure ferrique

Débit en FeCl_3 ($\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$) = K x Débit de la pompe doseuse

$$K = \frac{\text{temps de marche}}{\text{temps d'arrêt} + \text{temps de marche}}$$

Donnée : débit de la pompe doseuse = 25 $\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$

Source : Suez® Eau France

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	DT Page 11/13

Document 11 - Fiche technique des surpresseurs pour deux régimes de fonctionnement différents

Surpresseur à pistons rotatifs AERZEN GM 30 L **Delta Blower**

Exécution: Delta Blower G5

Données de performance: Pour un fonctionnement en variation de fréquence

type de gaz	air			Mini
Débit refoulé ramené aux conditions d'aspiration	Q ₁	m ³ /min	29,7	11
Débit refoulé ramené aux conditions d'aspiration	Q ₁	m ³ /h	1784	660
Débit aux conditions normales ce qui correspond à T1=273K, p1=1,013 bar, HR=0%	Q _N	Nm ³ /h	1601	592
Débit massique	m	kg/h	2068	765
densité aux conditions d'aspiration	Rho ₁	kg/m ³	1,159	1,159
Pression à l'aspiration (abs.)	p ₁	bar	1,009	1,009
Pression de refoulement (abs.)	p ₂	bar	1,689	1,689
Pression différentielle	Δp	mbar	680	680
Température d'aspiration	t ₁	°C	30	30
Température de refoulement	t ₂	°C	98	112
Vitesse de rotation du surpresseur	n _{HR}	tr/min	4290	1924
Puissance absorbée à l'arbre compresseur	P _k	kW	43,2	18,1
Electric. unit power * incl. al auxiliant equipment + motor	W2P	kW	46,7	19,4
Vitesse de rotation du moteur	n _M	tr/min	2908	1305
Puissance installée	P _{Mot}	kW	55	
Fréquence du moteur	f	Hz	49	22

* Calculated using Aerzen standard drive components

Tolérances

sur le débit aspiré	%	+5 / -5
sur la puissance absorbée	%	+5 / -5

Niveau sonore

Pression acoustique sans capotage env.	L _p (A)	dB(A)	104
'Pression acoustique avec capotage env.	L _p (A)	dB(A)	75

Mesuré en champ libre à 1m de la périphérie du groupe, sans tenir compte d'éventuels phénomènes de résonance, notamment au niveau des tuyauteries (tolérances ± 2 dB(A)), suivant norme DIN EN ISO 2151. En ce qui concerne le niveau sonore au niveau de l'installation, se reporter à la notice TN01184 (disponible sur simple demande).

Raccordement à la tuyauterie:

Côté de refoulement DN 150, ISO 168,3 mm Ø

N° plan standard : 4000336710 4900057939

N.B. : Electric unit power inc. al auxiliant equipment + motor = puissance absorbée par le surpresseur et ses auxiliaires sur le réseau électrique.

Source : Aerzen®

BTS MÉTIERS DE L'EAU		Session 2022
Épreuve E31 - Pilotage d'opération de production, de traitement et de transfert des eaux - Sous épreuve écrite	Code : 22METEU31	DT Page 12/13

Document 12 - Bilan d'exploitation des temps de fonctionnement, exprimés en heures, des principaux équipements du bassin biologique pour le mois de janvier 2019

BAS SIN BIOLOGIQUE							
Date	Agitateur contact	Agitateur anaérobie	Accélérateur 1	Accélérateur 2	Surpresseur 1	Surpresseur 2	Ventilateur
1	48,05	48,05	48,05	48,04	6,37	6,45	0,00
2	24,02	24,02	24,02	24,02	2,45	2,50	0,00
3	24,02	24,02	24,02	24,02	2,35	2,03	0,00
4	24,02	24,02	24,02	24,02	2,42	2,27	0,00
5	24,02	24,02	24,02	24,02	3,36	3,31	0,00
6	24,02	24,02	24,02	24,02	2,33	1,89	0,00
7	24,02	24,02	24,02	24,02	3,01	2,93	0,00
8	24,02	24,02	24,02	24,02	3,37	3,21	0,00
9	24,02	24,02	24,02	24,02	2,04	2,01	0,00
10	24,02	24,02	24,02	24,02	2,66	2,55	0,00
11	24,02	24,02	24,02	24,02	2,69	2,80	0,00
12	24,02	24,02	24,02	24,02	2,56	3,07	0,00
13	24,02	24,02	24,02	24,02	2,86	2,45	0,00
14	17,83	17,83	17,83	17,84	2,15	2,48	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	54,43	54,44	54,44	54,43	7,14	6,68	0,00
17	24,02	24,02	24,02	24,02	2,55	2,31	0,00
18	24,02	24,02	24,02	24,02	3,15	3,21	0,00
19	24,02	24,02	24,02	24,02	2,72	2,32	0,00
20	24,02	24,02	24,02	24,02	2,78	3,60	0,00
21	24,02	24,02	24,02	24,02	2,38	2,40	0,00
22	24,02	24,02	24,02	24,02	3,67	3,06	0,00
23	24,02	24,02	24,02	24,02	3,18	3,66	0,00
24	24,02	24,02	24,02	24,02	2,88	3,17	0,00
25	24,02	24,02	24,02	24,02	3,93	3,39	0,00
26	24,02	24,02	24,02	24,02	3,04	4,07	0,00
27	24,02	24,02	24,02	24,02	3,16	3,28	0,00
28	24,02	24,02	24,02	24,02	3,25	3,12	0,00
29	24,02	24,02	24,02	24,02	3,06	3,26	0,00
30	24,02	24,02	24,02	24,02	3,45	3,13	0,00
31	24,02	24,02	24,02	24,02	3,16	3,32	0,00
Total	768,74	768,75	768,75	768,74	94,13	94,13	0,00
Moyenne	24,80	24,80	24,80	24,80	3,04	3,04	0,00
Maxi	54,43	54,44	54,44	54,43	7,14	6,68	0,00
Mini	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00