

BTS CIRA (Contrôle Industriel de la Régulation Automatique)

Optimisations et améliorations des surpresseurs situés dans le bâtiment des biofiltres.



Stage réalisé en milieu professionnel au SIVOM du Littoral des Maures

Du 17/05/16 au 5/08/16

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon tuteur de stage M.JACOMET sans qui rien de tout cela n'aurait été possible. Merci à lui qui a su prendre sur son temps pour répondre à mes questions et me conseiller tout au long de ces trois mois de stage.

Merci à M.VAUBOURZEIX (Biofiltration/Physico-Chimique), M. MONTET (Déshydratation/Valorisation des eaux usées), M. DOMINGUEZ (Prétraitement/Désodorisation / Carrade), M.LETELLIER (Laboratoire / Physico-Chimique / Transport) et M. POSSIERI (Entretien Général / Espace Vert). Merci à eux pour avoir porté beaucoup d'intérêt à l'avancement de mon rapport de stage et avoir répondu à toutes mes questions.

Résumé

Le rapport présenté est le compte rendu du stage de 12 semaines que j'ai effectué du 17 mai au 3 août à la station d'épuration de Pardigon du SIVOM du littoral des Maures.

Les domaines de compétences étant très variés, j'ai pu prendre connaissance de toute la station dans son ensemble (les différents points de **traitement** de l'eau, les différents **capteurs** et procédés chimiques, changement de pièces et remplacement d'une machine).

Mon projet était de proposer des solutions afin d'améliorer/optimiser les **surpresseurs** du bâtiment **biofiltration** pour les rendre plus efficaces, plus rentables et plus stables et d'éviter leur détérioration.

Dans le cadre du changement d'un **surpresseur**, j'ai pu assister au travail des techniciens d'AERZEN pour le remplacement de la machine et des pièces.

De plus, j'ai participé à différentes opérations essentielles au fonctionnement de la station, telles que des prélèvements afin de connaître la charge polluante de l'eau prélevée, des relevés d'**analyse** de chlorure ferrique et de lait de chaux afin d'en connaître le taux circulant d'une étape de traitement à une autre.

Enfin j'ai pu assister au nettoyage d'un flocculateur : il s'agissait d'enlever la filasse présente sur les hélices facilitant le traitement de l'eau à certains points précis.

La station traitant des produits pouvant être dangereux, j'ai souvent assisté aux opérations sans pour autant pouvoir y participer concrètement.

Ce stage en entreprise m'a permis d'approfondir mes connaissances théoriques, ainsi que de voir ce à quoi ressemble la vie en entreprise.

Mots clés :

Surpresseurs

Traitement

Capteurs

Analyse

Biofiltration

Summary

The report presented is the 12 weeks internship's record I effected from 17 May to 3 August to the SIVOM du littoral des Maures wastewater treatment plant.

Including instrumentation, regulation and automatism, areas responsibilities were very varied. I took knowledge of all the plant, for example water analyses, calibration sensor, different chemical process, change of pieces to the replacement of a machine.

My project was to justify solutions in order to optimize/improve building's biofiltres surpressors.

Mon projet était de proposer des solutions afin d'optimiser/améliorer les surpresseurs du bâtiment des biofiltres afin qu'ils soient plus rentables et plus stables (afin qu'ils se détériorent moins vite).

En tant que stagiaire, j'ai pu participer à des opérations différentes dans la station (prélèvement d'eau polluée par exemple) et suivre le quotidien des techniciens, ce qui m'a permis d'approfondir mes connaissances théoriques, ainsi que de voir ce à quoi ressemble la vie en entreprise.

Table des matières

REMERCIEMENTS	1
RESUME	2
SUMMARY	3
TABLE DES MATIERES	4
INTRODUCTION	6
1 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE	7
1.1 PRESENTATION GENERALE	7
1.2 LOCALISATION	8
1.3 HISTORIQUE	9
1.4 PRESENTATION GENERALE DE LA STATION D'EPURATION	10
1.5 MISE AUX NORMES EUROPEENNES EN 2006	11
1.6 EQUIPEMENTS REALISES EN 2006	11
2 FONCTIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION	12
2.1 LA CARRADE	12
2.2 GENERALITES	13
2.3 LE PRETRAITEMENT	13
2.3.1 LE DEGRILLAGE	14
2.3.2 LE DESSABLAGE/DESHUILAGE (DEGRAISSAGE)	14
2.4 LE TRAITEMENT PRIMAIRE (PHYSICO-CHIMIQUE)	16
2.4.1 COAGULATION/FLOCULATION	16
2.4.2 LA DECANTATION	19
2.5 L'EPAISSISSEMENT	20
2.6 LA DESHYDRATATION	20
2.7 LA DESODORISATION	22
3 PROJET	25
3.1 LA BIOFILTRATION (VOIR PHOTO DU PRINCIPE EN-DESSOUS)	25
3.2 INSTRUMENTATION PRINCIPALE DE LA BIOFILTRATION	26
3.2.1 SONDE PT01 PIEZOMETRIQUE :	26

3.2.2	CONTROLE QUALITE :	28
3.2.3	PRELEVEUR DE SORTIE :	29
3.2.4	LES COMPRESSEURS + DESHUMIFICATEUR :	30
3.2.5	VANNE DE REGULATION D'AIR (ELECTROVANNE) + DEBITMETRE :	30
3.2.6	SONDE PT01 :	31
3.2.7	VANNE DE PURGE ET VANNES EAUX SALES TOR :	31
3.2.8	LA VANNE GENERALE :	32
3.2.9	VARIATEUR DE FREQUENCE :	32
3.3	LAVAGE/MINI LAVAGE	33
3.4	MON PROJET	35
3.4.1	INSTRUMENTATION PRINCIPALE DE CHAQUE SURPRESSEUR	36
3.4.2	MAINTENANCE NECESSAIRE (VOIR ANNEXE POUR LE PLANNING D'ENTRETIEN)	39
3.4.3	AMELIORATIONS ET SECURITE	41
4	CONCLUSION	42

Introduction

Je m'appelle Roggero Guillaume, j'ai suivi une formation dans le cadre du BTS CIRA au Lycée Rouvière à Toulon et mon stage s'est déroulé à la station d'épuration intercommunale du SIVOM du Littoral des Maures à Cavalaire-sur-mer.

Mon projet de stage a consisté à améliorer et optimiser les surpresseurs du bâtiment biofiltre de la station. Mon étude comporte trois parties. Tout d'abord, l'entreprise sera présentée dans son ensemble ; puis dans une seconde partie, nous étudierons le fonctionnement global de la station d'épuration ; pour terminer, mon projet sera détaillé. Une conclusion clôturera mon rapport de stage.

1 Présentation de l'entreprise

1.1 Présentation générale

Créé il y a maintenant plus de 40 ans, le SIVOM (Syndicat Intercommunal à Vocations Multiples) du littoral des Maures, qui est un Etablissement Public de Coopération Intercommunale (EPCI), gère les ouvrages communs :

- le poste de refoulement général de la Carrade,
- le poste de refoulement du Camping,
- les canalisations de refoulement,
- la station d'épuration,
- la canalisation gravitaire terrestre,
- les Emissaires en mer,
- la chambre de tirage émissaire.

L'objectif principal est d'établir des relations entre les communes membres afin de réaliser des projets qu'elles n'auraient pu faire seules.

Le SIVOM du littoral des Maures regroupe aujourd'hui deux du littoral varois : Cavalaire-sur-Mer et La Croix Valmer.

Commune	Superficie (km ²)	Population permanente	Population estivale	Linéaire côtier
Cavalaire-sur-Mer	16.8	7 083	60 000	10.0
La Croix Valmer	22.4	3 641	35 000	12.5
Total	39.20	10 724	95 000	22.5



Le SIVOM du littoral des Maures est soumis à la Certification ISO 14001 depuis le 24 juin 2013 pour son système de management environnemental lié à son activité de traitement des eaux usées.

La norme ISO 14001 traite des questions relatives à la protection de l'environnement tels que le rejet dans l'eau et l'air, les problèmes relatifs aux bruits et aux vibrations, la contamination de sols, la consommation d'énergie et de consommables, le recyclage et la valorisation des sous-produits (boues, sables, graisses) ou encore la sécurité des biens et des personnes.

1.2 Localisation



La station d'épuration est au centre d'un bassin versant comportant la plaine de Pardigon, le ruisseau de la Carrade faisant limite entre les communes de Cavalaire-sur-Mer et La Croix Valmer.

Plusieurs raisons expliquent la localisation d'une station d'épuration.

- Tout d'abord il est nécessaire d'éviter les zones inondables entraînant parfois des dysfonctionnements pendant de longues périodes (défaillances électriques ou détérioration du matériel). Sinon, il faut veiller à installer les équipements électriques hors d'eau.
- Il faut éviter de construire près des zones d'habitations ou des zones d'activités diverses (sportives, touristiques, industrielle...). Dans la pratique et pour éviter tout problème avec le voisinage, on estime une distance minimale de 200m en tenant compte de la dominance des vents si possible.
- Il est nécessaire de réaliser une étude géotechnique afin de vérifier la portance du sol par exemple (tenue des ouvrages et des canalisations de liaison), et de vérifier la qualité des sols.
- Il est aussi important de penser aux extensions ainsi qu'aux aménagements futurs (disponibilité et réservations de terrains).

1.3 Historique

1966 : création d'un SIVOM à la demande des communes de Cavalaire-sur-Mer et La Croix Valmer pour l'assainissement collectif des eaux usées.

1974 : adhésion de la commune du Rayol et création de la compétence « traitement des ordures ménagères »

1977 : construction d'une unité de traitement des ordures ménagères afin de régler le problème de mise en décharge des déchets par leur incinération.

1980 : mise en service par le SIVOM de la deuxième station d'épuration physico-chimique de tout le littoral français.

1985 : attribution de deux nouvelles compétences : le nettoyage mécanique des plages et l'entretien de la forêt, à savoir l'étude et la réalisation de plans de débroussaillage et d'aménagements forestiers.

1990 : transformation du SIVOM en syndicat à compétences optionnelles et changement de sa dénomination en « SIVOM du littoral des Maures ».

1993 : création de deux nouvelles compétences déléguées par Cavalaire-sur-Mer et La Croix Valmer afin de renforcer leur coopération « le développement économique » et « l'aménagement de l'espace ».

1996 : mise en place de la compétence « observatoire marin » déléguée par les trois communes du SIVOM.

1998 : adhésion de la commune de Ramatuelle au SIVOM pour sa compétence « observatoire marin ».

1999 : suppression de la compétence « traitement des déchets ménagers » et fermeture définitive de l'usine d'incinération des ordures ménagères. Création de la compétence « broyage des déchets verts ».

2005 : les deux compétences créées en 1993 sont supprimées.

2006 : extension et mise aux normes de la station d'épuration intercommunale.

2008 : création de la compétence « transport » afin de gérer le développement du transport de déchets.

2009 : signature d'une convention afin que Cavalaire et La Croix Valmer puissent confier leur mission d'obligation légale de débroussaillage au SIVOM.

2010 : réalisation de travaux de rénovation et d'extension des locaux du SIVOM qui répondent dorénavant aux dernières normes environnementales BBC (Bâtiment Basse Consommation).

2012 : le SIVOM exerce six compétences optionnelles et ses activités concernent plus de 13 000 habitants permanents ainsi que de très nombreux estivants.

2013 : création de la communauté de communes du Golfe de Saint Tropez regroupant les 12 communes du territoire. Chaque compétence du SIVOM du littoral des Maures y sont transférées, excepté le traitement des eaux usées et le nettoyage des plages.

1.4 Présentation générale de la Station d'épuration

Cavalaire et La Croix Valmer bénéficient d'une station d'épuration aux normes européennes depuis juillet 2006.

Les effluents qui arrivent à la station subissent un double traitement : un traitement physico-chimique et un traitement biologique. Ils sont ensuite envoyés en mer.

Afin de vérifier le bon état du matériel et la qualité de l'eau traitée dans la station, des contrôles sont effectués par deux organismes : la police de l'eau et l'agence de l'eau.

Cette dernière verse chaque année 200 000 € à la station dans le but de récompenser ses efforts pour réduire les pollutions rejetées.

Quelques chiffres :

Capacité de traitement : 68 000 équivalent-habitants

Taux de dépollution (quasi maximal) : 98 %

Caractéristiques principales :

Volume traité en moyenne par an : **1.7 millions de m^3** (dont 400 000 m^3 d'eaux pluviales)

Volume moyen traité par jour (par temps sec) : - **En été : 7 500 m^3 /J**
- **En hiver : 2 000 m^3 /J**

Débit de référence par jour : **10 200 m^3 /J**

MES : **6 120 kg/J**

DBO_5 : **4 080 kg/J**

DCO : **10 200 kg/J**

Débit rejeté dans le milieu naturel	
Volume journalier temps sec	10 200 m ³ /J
Débit de pointe temps sec	700 m ³ /h
Débit temps de pluie	1 400 m ³ /h

Les échantillons moyens journaliers doivent respecter...		
Paramètres	Concentration maximale	Rendement minimum
DBO5	25mg/L	80 %
DCO	125 mg/L	75%
MES	35 mg/L	90%

Toutes ces mesures ont été prises au cours de 104 bilans de 24 heures réalisés dans le cadre de l'auto-surveillance réglementaire à la station d'épuration, pendant l'année 2012.

MEST : il s'agit du dosage des matières en suspension totales dans les eaux brutes, les eaux traitées par filtration sur filtres en fibres de verre.

DCO : il s'agit de la Demande Chimique en Oxygène = Quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toutes les espèces réductrices en solution aqueuse.

DBO₅ : Il s'agit de la Demande Biologique en Oxygène = quantité d'oxygène (en mg/L) nécessaire aux micro-organismes pour décomposer, pendant 5 jours, la matière organique contenue dans une eau à 20°C.

1.5 Mise aux normes européennes en 2006

Afin de permettre l'agrandissement du réseau de collecte des eaux usées sur les deux communes, le SIVOM du littoral des Maures a décidé en 2006 d'augmenter la capacité de la station d'épuration de 50 000 à 68 000 équivalent-habitants.

De plus ces travaux portaient légalement sur l'ajout d'une filière de traitement biologique par biofiltration, ce qui permettrait d'augmenter les rendements épuratoires et de répondre également aux normes européennes du 31 décembre 2000.

1.6 Equipements réalisés en 2006

- ✚ Un traitement biologique de type « BIOSTYR » comprenant cinq cellules de 720 m³/h.
- ✚ Un bassin tampon d'une capacité de 3000 m³.
- ✚ Un épaisseur permettant un stockage de 230 m³ de boues.
- ✚ Un traitement biologique de graisses par BIOLIX.
- ✚ Une désodorisation à deux tours de lavage.
- ✚ Deux centrifugeuses.

2 Fonctionnement de la station d'épuration

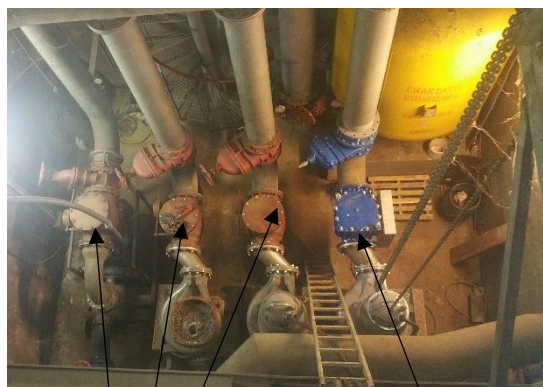
Principe : Une station d'épuration a pour objectif premier de recevoir les eaux usées collectées par le réseau d'assainissement. On les traite afin de les dépolluer un maximum afin qu'elles n'affectent pas la qualité du milieu naturel dans lequel elles sont finalement rejetées.

2.1 La Carrade

Les eaux brutes sont acheminées à la STEP par le biais d'un bâtiment appelé la Carrade. Celles-ci sont amenées de plusieurs postes de relevages situés à La Croix-Valmer et à Cavalaire.

Les eaux sont pompées à l'aide de trois pompes FLYGT type 3301 MT qui fonctionnent électriquement. A l'année, une pompe à la fois est en marche, elles se relayent environ toutes les heures et ont un débit théorique maximum de $700 \text{ m}^3/\text{h}$ (ces paramètres peuvent varier selon les réglages paramétrés en fonction des besoins).

En cas d'orage, si le débit maximum est dépassé, une deuxième pompe se met en marche. De plus, il y a une motopompe de secours en cas de pannes électriques qui fonctionne avec une batterie. Elle est autonome.



La carrade

Motopompe

Les 3 pompes FLYGT type 3301 MT

2.2 Généralités

Le dégraissage, l'ajout du lait de chaux et de chlorure ferrique ainsi que l'étape de décantation sont réalisés deux fois dans la station, dans deux tranches séparées l'une de l'autre, fonctionnant de la même façon mais différemment. La *tranche 1* est munie de décanteurs lamellaires tandis que la *tranche 2* est munie de décanteurs épaisseurs.

De plus, dans la *tranche 1*, l'ajout du chlorure ferrique et du lait de chaux se font directement dans la même cuve tandis que dans la *tranche 2*, les deux réactifs sont versés séparément (cela ne change rien). Quant au dégraissage, un éjecteur est utilisé en *tranche 1* et un pont racleur est employé en *tranche 2*. Pour finir, les deux dégrilleurs sont situés sur la *tranche 1*.



Tranche 1



Tranche 2

2.3 Le prétraitement

Plus généralement, le prétraitement vise à retirer la matière facilement collectable des eaux usées brutes afin de les éliminer.

L'objectif est d'éliminer toute matière solide telle que les graisses, le sable, l'huile, les pierres ou encore le gravier.

L'ensemble de celles-ci doivent être retirées afin d'éviter d'endommager les différents équipements dans la station (pompes,...) lors des différentes étapes du process.

Trois étapes importantes sont distinguées :

1. Le dégrillage
2. Le dessablage
3. Le dégraissage

2.3.1 Le dégrillage

Après l'arrivage des eaux usées à la STEP, à l'entrée du traitement, celles-ci traversent des **dégrilleurs** qui retiennent les solides d'une taille supérieure aux espaces de la grille (*voir ci-dessous*).

Ici, les eaux brutes (eaux n'ayant subies aucun traitement) sont directement relevées de la Carrade puis sont filtrées à l'aide de 2 dégrilleurs de maille 3mm. Ce qui est filtré (filasse ou autre matière volumineuse) est évacué par camion et est emmené en décharge.

Les dégrilleurs ont un débit maximum de $1400 \text{ m}^3/\text{h}$ et seulement $720 \text{ m}^3/\text{h}$ d'eau peut être envoyé vers le traitement primaire. Donc si plus de $720 \text{ m}^3/\text{h}$ venait à arriver (à cause de fortes pluies par exemple), le surplus d'eau serait envoyé directement dans le bassin tampon.

Il s'agit d'un bassin de 3000 m^3 qui a pour fonction d'absorber les pointes en période sèche (lorsque la fréquentation touristique est élevée voire la plus haute) et surtout en période pluvieuse.



Schéma de principe du dégrilleur

2.3.2 Le dessablage/déshuilage (dégraissage)

Un dessableur sépare les solides supérieurs à $200 \mu\text{m}$ par décantation sous l'effet de la gravité (un agitateur est utilisé pour accélérer la décantation).

Ce sable est pompé, égoutté sur un classificateur puis est stocké dans une benne. Par la suite, les eaux ainsi que les particules de sable inférieures à $200 \mu\text{m}$ sont dirigées vers le déshuileur (ou dégraisseur) et celles-ci sont diluées dans l'eau.

La station est équipée de deux déshuileurs, chacun étant équipé selon la tranche.

Dans la *tranche 1*, un éjecteur est utilisé pour séparer les graisses de l'eau. Il s'agit de « bras » qui tournent et qui raclent la graisse en surface. Celle-ci est pompée par une pompe à graisse et est envoyée vers le traitement BIOLIX (la fosse à graisse).



Ejecteur



Pompe à graisse

Dans la *tranche 2*, un pont racleur est utilisé. De la même façon que l'éjecteur, il pousse directement la graisse vers la fosse (*image ci-dessous*).



Pont racleur

Les graisses situées dans les fosses sont acheminées vers le traitement BIOLIX par pompage (pompe à graisse).

Le BIOLIX est l'endroit où les graisses sont stockées puis transformées en boues afin que celles-ci soient renvoyées vers l'épaississeur. Celui-ci est équipé d'une sonde pH et d'une sonde rH, servant à contrôler l'acidité et le taux d'oxygène présents à l'intérieur de la cuve.

2.4 Le traitement primaire (physico-chimique)

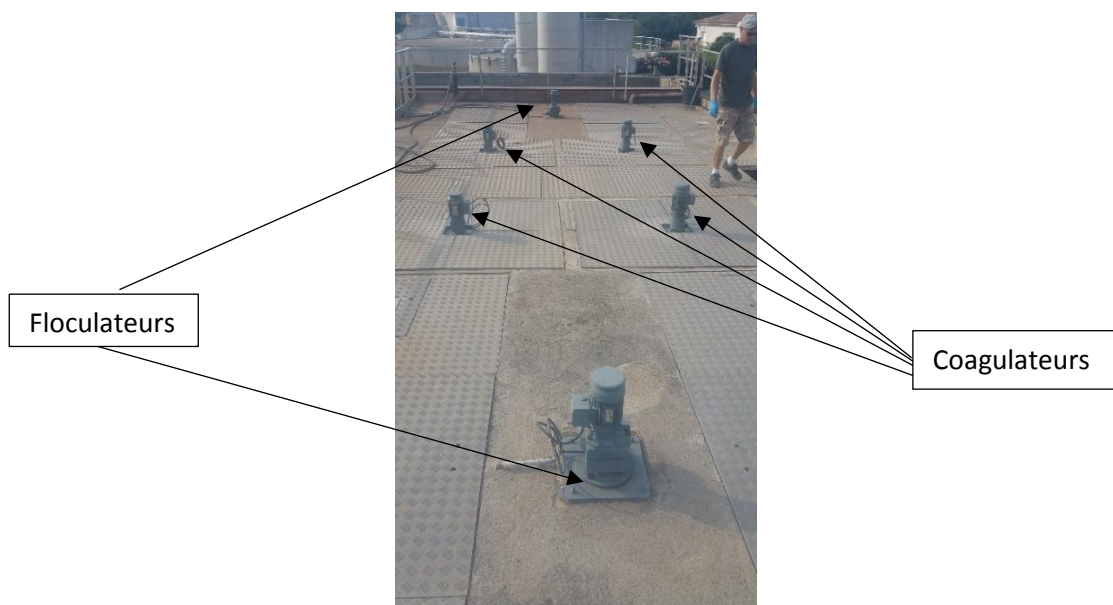
Après avoir été prétraitée, l'eau va subir un traitement physico-chimique au travers 3 phases :

- la coagulation,
- la floculation,
- la décantation.

2.4.1 Coagulation/Floculation

Il reste en suspension dans l'eau de très fines particules appelées colloïdes, celles-ci causant la turbidité de l'eau (la teneur d'une eau en particules qui la trouble) et sont créées par les eaux d'égouts, industrielles ou agricoles.

Du fait de leur grande stabilité, ces colloïdes ont tendances à ne pas s'accrocher les unes des autres. Afin de les éliminer, on a recours au principe de **coagulation-floculation**.



Coagulateurs et floculateurs tranche 1

La coagulation

Ce phénomène a pour but principal de déstabiliser les colloïdes par l'utilisation de chlorure ferrique ($FeCl_3$). Il s'agit d'un acide fort et est l'un des principaux coagulants utilisés dans les stations d'épuration.

On ajoute aussi du lait de chaux car étant basique, il va permettre de contrôler l'acidité de l'eau, mais aussi d'alourdir les matières en suspension (ici, les colloïdes) afin d'accentuer le phénomène de **décantation**. Viens ensuite le phénomène de floculation.

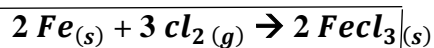


Ajout de chlorure ferrique



Ajout du lait de chaux

Formule chimique de la formation du chlorure ferrique :



Préparation du lait de chaux :



Préparation de la chaux (tranche 2)



Préparation de la chaux (tranche 1)

Cuve de
préparation

Les gros silos ci-dessus mélangent de la chaux éteinte ventilée avec de l'eau afin de former du lait de chaux $Ca(OH)_2$. Il est ensuite dirigé vers une cuve de préparation et c'est une pompe péristaltique qui pompe la chaux vers le traitement de coagulation.



Pompe péristaltique

La floculation

La floculation a pour but de favoriser, à l'aide d'un polymère anionique qui va figer les MES (le floculant), les contacts entre les colloïdes déstabilisés.

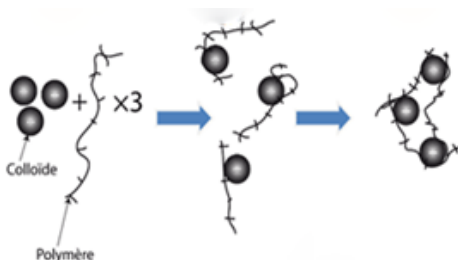
Ce floculant va les attirer et les absorber et va ensuite s'enrouler sur lui – même pour ainsi former des blocs appelés le « floc » qui pourront être facilement éliminés par **décantation**.

Afin de favoriser le processus de mélange, des floculateurs sont utilisés.



Le « floc » en suspension

La floculation se déroule en trois étapes distinctes :



Tout d'abord, chaque « fil » de polymère va s'ajouter à un colloïde pour s'enrouler autour de lui. Une fois que chacun des colloïdes a été emprisonné, de gros blocs appelés « flocs » se forment et restent en suspension dans l'eau, ce qui facilite la décantation (*voir photo ci-dessus*).

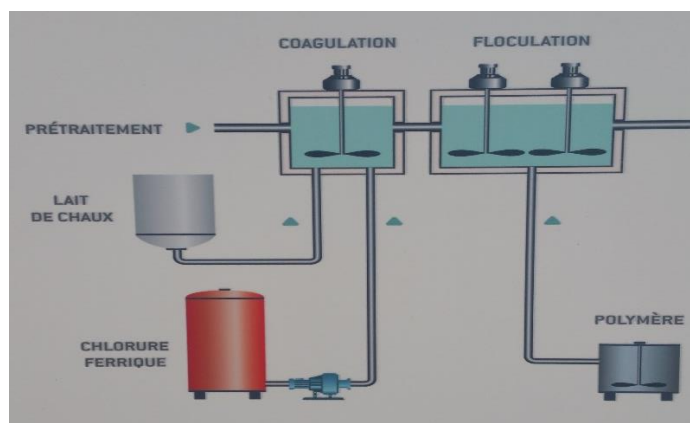


Schéma de la coagulation/floculation

2.4.2 La décantation

Le phénomène de **décantation** permet de supprimer la majeure partie des matières en suspension (MES) suite aux procédés de **coagulation** et de **floculation**.

Les matières supprimées forment au fond du décanteur un « lit de boues » qui sont appelées boues primaires.

Les boues décantées sont évacuées à l'aide d'une pompe (pompe à boue) vers un épaisseur et l'eau qui est traitée est envoyée vers la **biofiltration**.



2.5 L'épaississement

Après récupération des boues à la sortie du **décanteur**, un groupe de pompes à boues les emmènent dans une cuve et celles-ci sont mélangées avec de la chaux qui a la propriété de la sécher et de l'épaissir.

Les boues du BIOLIX sont envoyées également au même endroit, puis le tout est ensuite envoyé vers l'**épaississeur**.

L'**épaississement** est la première étape du traitement des boues.

Son rôle est de concentrer, par gravitation, les boues extraites des **décanteurs** avant leur envoi en déshydratation dans une cuve de stockage de $230m^3$.

Afin d'améliorer leur **décantation**, l'**épaississeur** est équipé d'une herse tournante de 12m de diamètre et les boues peuvent être stockées pendant environ 4 jours avant d'être envoyées en **déshydratation** par pompage (pompes à boues) vers des centrifugeuses.

Les eaux de surverse restantes sont envoyées en tête de station afin d'être retraitées.



Processus de l'épaississement



Pompes à boues situées en dessous de l'épaississeur

2.6 La déshydratation

La **déshydratation** est un procédé qui consiste à séparer l'eau des boues. Celles – ci sont épaissies par la force centrifuge développée dans un cylindre tournant à grande vitesse appelé **une centrifugeuse**.

La **déshydratation** permet de diminuer la teneur en boues et d'atteindre une siccité (qualité, état de ce qui est sec ; mesure de cette qualité) allant de 15 à 40 %.

Avant de débiter le processus, un **polymère** est ajouté afin de favoriser la séparation entre l'eau et les boues, et dans le but d'augmenter leur teneur massique, de la **chaux** est également ajoutée.



Les boues circulent dans des tuyaux puis atterrissent finalement dans des bennes et celles-ci sont envoyées dans un centre de compostage pour le recyclage.



Afin de faciliter leur passage, on utilise de préférence une **pompe gaveuse** conçue pour le transfert de produits à forte viscosité comme les boues, les déchets ou les pâtes très épaisses.



Afin de faciliter le mélange et le transport du produit, on utilise une **vis de gavage** qui se prolonge jusqu'à la zone de compression.

Caractéristiques de la pompe

Débit	215 m ³ /h
Pression	48 bars
Température	De -10 à 100 °C

Cette pompe a l'avantage d'être facile à entretenir et est conçue afin de fonctionner à vitesse lente pour endommager au minimum les produits sensibles aux cisaillements.

2.7 La désodorisation

Le système de **désodorisation** a pour but de traiter l'air extrait par le système de ventilation afin d'éliminer les composés odorants gênants pour le voisinage et surtout pour l'environnement.

L'air vicié provenant des différentes phases de traitement est acheminé (10 000m³/h) vers un extracteur (le plénum) puis est refoulé par un ventilateur.

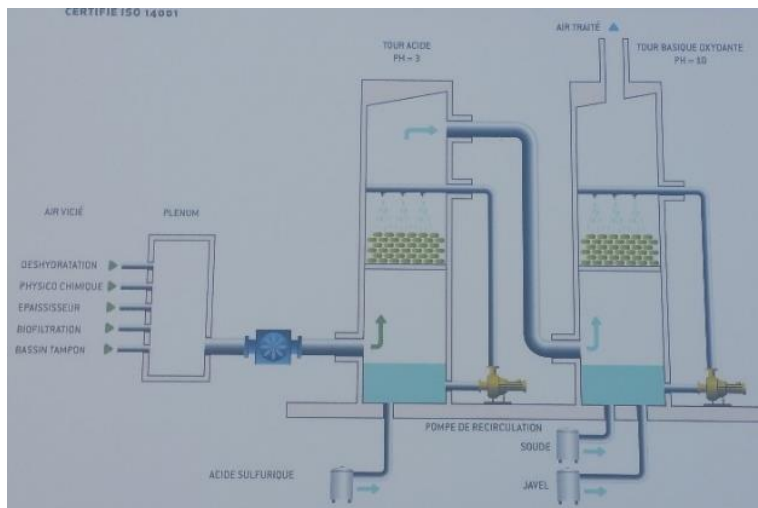
Cet air est mis en contact avec une eau mélangée à des réactifs afin de transformer les gaz à éliminer.

L'installation de désodorisation comprend deux tours de lavage placées en séries où un contact air/eau/réactifs a lieu.



Les deux tours de lavage

Processus de désodorisation :



Une fois arrivé dans la première tour (plus communément appelée la **tour acide**), l'**air vicié** est traité une première fois. Les **composés gazeux azotés** situés en haut de la tour (l'ammoniac NH_3 et les amines) descendent, traversent une **zone de contact** et un **filtre** pour ainsi atteindre une cuve remplie d'eau. Pendant ce temps, cette eau circule à l'aide d'une **pompe centrifuge** vers un système d'arrosage et est redistribuée dans son propre bassin qui est lui-même composé d'**acide sulfurique** qui va traiter les **composés azotés**. C'est un **capteur de pH** qui va réguler lui-même l'acidité de son propre bassin.

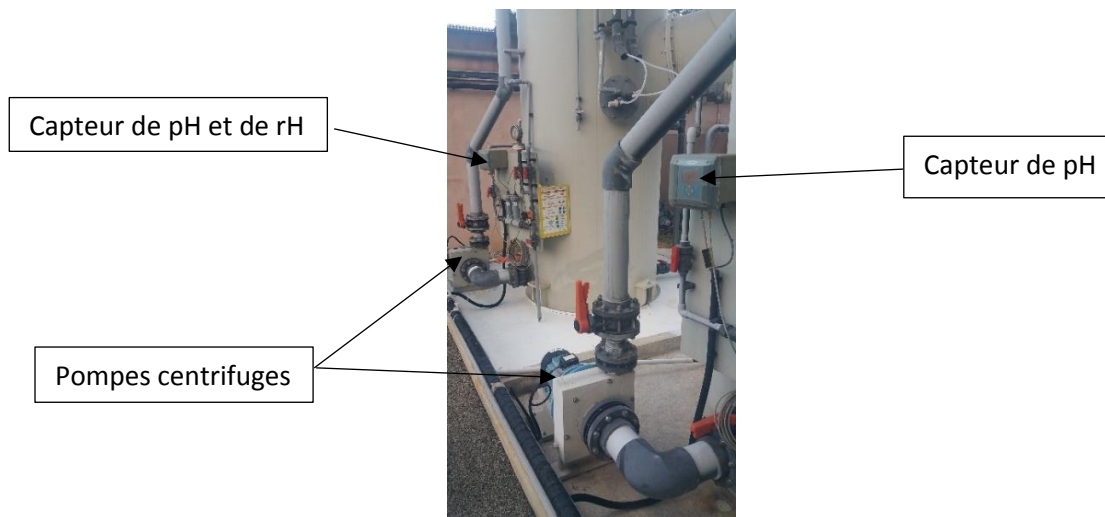


Capteur de pH



Capteur de rH

L'air va être ensuite envoyé vers une deuxième tour (**basique oxydante**) afin d'être traité de nouveau. De l'**hydrogène sulfuré** (H_2S) va subir le même processus mais cette fois, de la **soude** ($NaOH$) et de l'**eau de javel** (appelée aussi **hypochlorite de soude** $NaClO$) seront ajoutées pour l'éliminer. Pour ce bassin seront régulés l'**acidité** ainsi que le **potentiel d'oxydo-réduction** à l'aide d'un **capteur de pH** et d'un **capteur de rH**. L'air enfin traité est libéré en sortie de la tour dans l'atmosphère.



Afin d'éviter la propagation des odeurs en dehors de la station d'épuration, il est important de respecter des normes. Par exemple, la concentration massique de l'hydrogène sulfuré et de l'ammoniac doivent être inférieure à 0.1 et 1 mg/Nm³.

3 projet

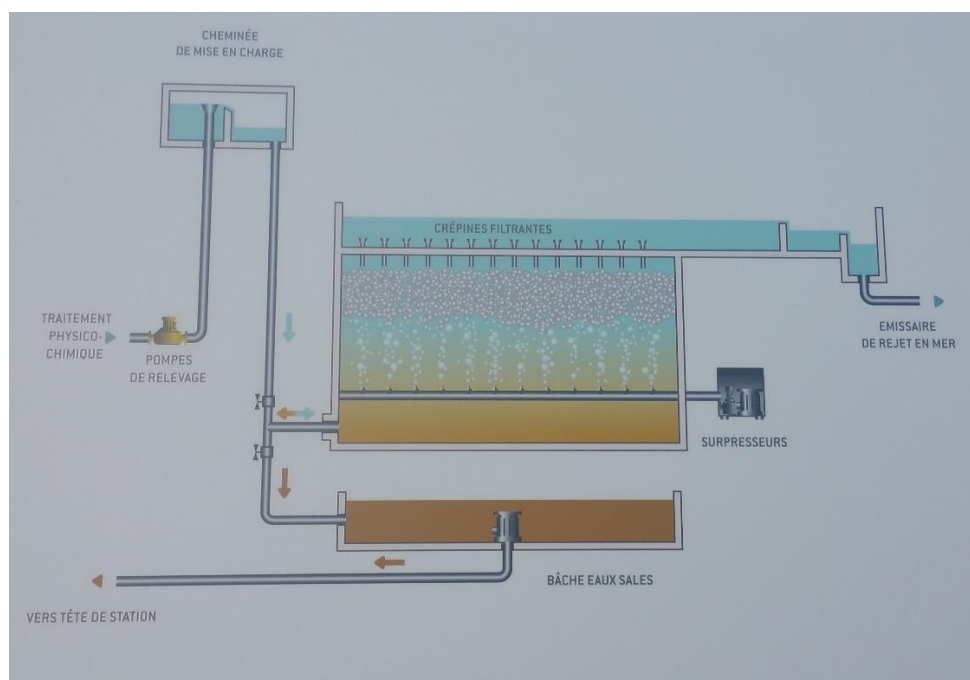
Le projet qui m'a été donné était d'essayer d'optimiser/améliorer le fonctionnement des surpresseurs d'air présents dans le bâtiment des biofiltres. En effet, le surpresseur n°3 est tombé en panne en décembre 2015 et est resté inactif depuis ce mois-ci.

La même chose étant arrivé deux ans auparavant pour le surpresseur n°1, il était donc important de trouver une solution afin de remédier à ce problème.

3.1 La biofiltration (voir photo du principe en-dessous)



Bâtiment biofiltration



Principe de fonctionnement de la Biofiltration

Une fois le traitement physico-chimique achevé, l'épuration est complétée par un traitement biologique. Le procédé mis en œuvre est appelé **Biostyr®**.

Les eaux traversent de bas en haut **5 biofiltres** de 27 m² et de 750 m³, chacun constitué d'une couche de **billes de polystyrène** pouvant accepter jusqu'à 720 m³/h d'effluent. Sur le polystyrène se fixent des **micro-organismes aérobies** qui dégradent les matières organiques. Celles-ci sont dissoutes grâce à l'apport d'oxygène.

Cet apport se fait par le biais d'une rampe d'air provenant des surpresseurs qui éjectent l'air de bas en haut vers les cinq biofiltres. Le développement de ces micro-organismes et la rétention de **MES** encrassent les filtres, ce qui nécessite **un lavage à l'air et à l'eau**.

Finalement, les eaux épurées sont récupérées en partie haute puis envoyées dans **l'émissaire de rejet** en mer. Le surplus d'eau qui n'a pas pu être épuré est renvoyé en tête de station afin qu'elle puisse subir de nouveau le traitement depuis le début.



Biofiltre

3.2 Instrumentation principale de la Biofiltration

3.2.1 Sonde PT01 piézométrique :



Canal Venturi

Dans la station, le canal à contraction latérale (ou canal venturi) est utilisé pour mesurer la mesure du débit de rejet en caniveau ouvert. Il s'agit d'un obstacle de géométrie définie qui permet de déterminer le débit qui s'écoule dans le canal grâce à une simple mesure de hauteur.

Une sonde qui est reliée au canal permet de déterminer le débit ainsi que la hauteur de l'eau qui y circule. Une simple mesure de hauteur permet donc de calculer en temps réel le débit dans le canal.

LE CANAL VENTURI ISO : le canal Venturi ISO est un ouvrage préfabriqué pour la mesure des débits d'écoulements à surface libre. Les parois lisses et le fond plat limitent l'accumulation de dépôts dans le canal et permettent ainsi son utilisation en eaux usées. Les Venturi ISO sont conformes aux normes internationales (ISO 4359, une norme internationale qui traite la mesure de débit dans les rivières et les canaux artificiels).



Avantages :

- les canaux Venturi peuvent être directement adaptés aux canaux en construction ou existants,
- de par sa construction et contrairement aux déversoirs, aucun dépôt ou accumulation de particules n'est à craindre,
- le matériau utilisé possède une grande résistance aux agressions chimiques,
- la grande diversité de canaux disponibles permet de répondre à la majorité des débits et configurations de site.

Sonde piézométrique: de manière générale, les sondes et capteurs piézométriques 4/20 mA CNR (Capteurs de Niveau pour Réservoir) sont des transmetteurs immergeables de technologie piézo-résistive. Ils réalisent la surveillance et la mesure, en pression différentielle, de niveau de liquide stable ou en mouvement. Ce sont des sondes souvent utilisées dans les stations d'épuration.



Sonde piézométrique

3.2.2 Contrôle qualité :

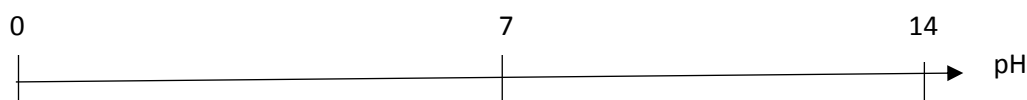
Le contrôle qualité, situé en fin de traitement, permet, à l'aide de deux sondes (pH et rH), de contrôler la qualité de l'eau : l'acidité ainsi que le taux d'oxygène présents.

Les résultats relevés sont contrôlés par la police de l'eau et l'agence de l'eau.

Sonde pH : la sonde pH est équipée d'un boîtier électronique qui permet l'affichage de la valeur numérique du pH. Elle est constituée d'une électrode de verre qui permet la mesure et, d'une électrode de référence. Une fois plongée dans la solution étudiée, le fonctionnement de la sonde fait le rapport entre la concentration des ions $[H_3O^+]$ et la différence de potentiel électrochimique qui s'établit dans le pH-mètre.

Le calcul du pH se fait à l'aide de la formule suivante :

$$pH = 20 \log [H_3O^+]$$



$0 \leq pH < 7$: acide.

$pH = 7$: neutre

$8 \leq pH \leq 14$: basique

L'importance d'avoir installé une sonde pH à cet endroit est de vérifier que les différentes étapes du process se sont déroulées sans anomalies. Il faut que le pH de l'eau traitée ait une valeur maximale de 8.7.

Sonde rH (sonde O_2): le potentiel rédox (ou potentiel d'oxydo-réduction) est une mesure qui indique le degré auquel une substance peut oxyder ou réduire une autre substance. Plus simplement, le potentiel rédox va permettre de juger de l'état de l'eau (plus ou moins oxydante).

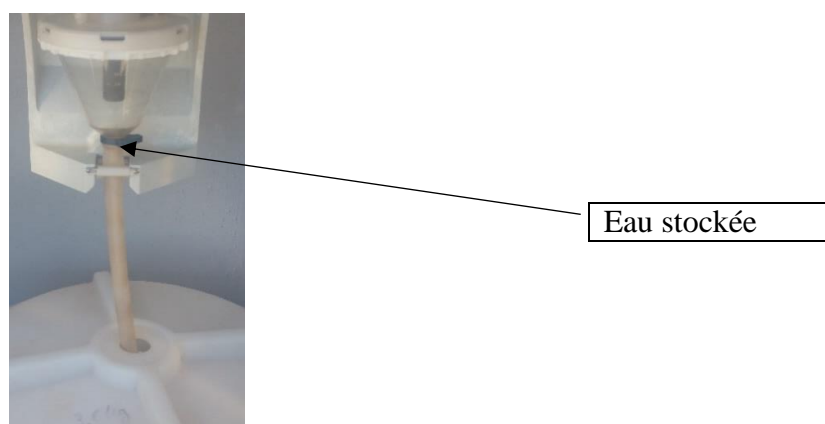
Un potentiel rédox positif signifie qu'une substance est un agent oxydant. Plus la mesure est élevée, plus elle est oxydante. Au contraire, un potentiel rédox négatif indique que la substance est un agent réducteur. Donc plus la mesure est basse et plus elle est antioxydante.

Dans la station, une valeur comprise entre 4 et 6 mg/L est souhaitable pour la vie des bactéries des biofiltres.



3.2.3 Préleveur de sortie :

Le préleveur collecte l'eau en sortie du canal à l'aide d'un tuyau afin de pouvoir déterminer la DCO (Demande Chimique en Oxygène), ce qui permettra de connaître la charge polluante entrante dans la biofiltration.



3.2.4 Les compresseurs + déshumificateur :

Le local est muni de deux compresseurs air-pilote (dont un sur les deux est un compresseur de secours) et d'un déshumificateur.

La fonction du compresseur est de produire de l'air dans le but de commander les vannes électropneumatiques (électrovannes). Sans cet air (qui circule à l'aide d'un circuit électropneumatique), les vannes de régulation ne peuvent fonctionner.

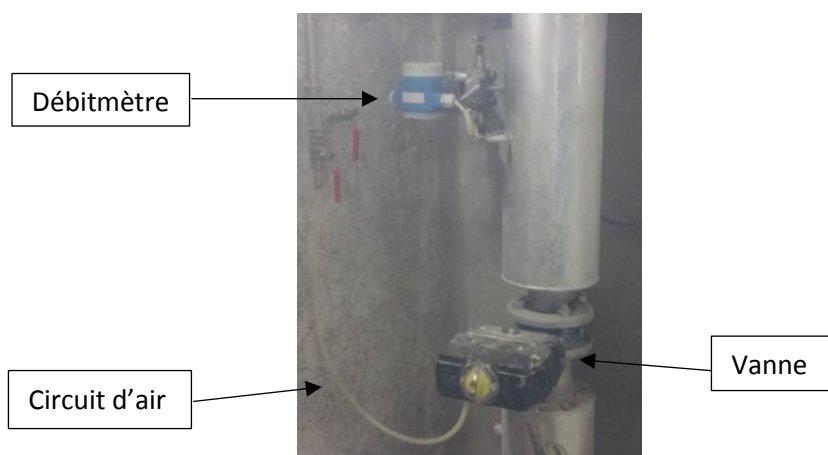
Quant au déshumificateur, il est destiné à réduire le taux d'humidité du bâtiment, ce qui est important pour le bon fonctionnement des surpresseurs.



3.2.5 Vanne de régulation d'air (électrovanne) + débitmètre :

Etant reliée à un circuit d'air électro – pneumatique, les débitmètres air process lisent la quantité d'air par biofiltre et permettent à l'automate d'envoyer une consigne de pourcentage d'ouverture à l'électrovanne d'air process du biofiltre.

Il s'agit d'une vanne proportionnelle qui envoie l'air directement dans les biofiltres. Le débitmètre, quand à lui, va mesurer le débit d'air qui circule.



3.2.6 Sonde PT01 :

Cette sonde, placée dans le local à surpresseur, permet de déterminer l'indice de colmatage du biofiltre : quand celui-ci est encrassé, la pression va augmenter.



3.2.7 Vanne de purge et vannes eaux sales TOR :

Une vanne de purge est présente pour chaque bassin. Au démarrage de chaque biofiltre, cette vanne s'ouvre dans le but d'évacuer l'eau qui se trouve dans la rampe d'air.

Quant aux vannes eaux sales, elles ne fonctionnent que lorsqu'un cycle de lavage est déclenché. Lorsqu'elles s'ouvrent, un courant descendant est créé dans les bassins (sens inverse au sens de filtration).

Ces vannes sont également utiles pour le décolmatage du Biostyrène.



Vanne de purge



Vannes eaux sales

3.2.8 La vanne générale :

Il s'agit de la vanne qui va permettre la chute de l'eau dans la bache eau sale. Elle va s'ouvrir lorsque n'importe quelle vanne eau sale va elle-même s'ouvrir.



3.2.9 Variateur de fréquence :

Ces variateurs permettent de faire varier la fréquence des moteurs électriques dans les surpresseurs. Dans le local où se trouvent les trois surpresseurs, on remarque que le bruit qu'ils émettent varie plus ou moins.

Il y a une régulation du traitement biologique. On régule en fonction des besoins de l'installation (en fonction des demandes en oxygène). Il y a une variation de la fréquence des moteurs électriques.



Comme tout appareil électronique, les boutons servent à naviguer dans les menus (Enter, esc, déplacer : haut et bas).

3.3 Lavage/Mini lavage

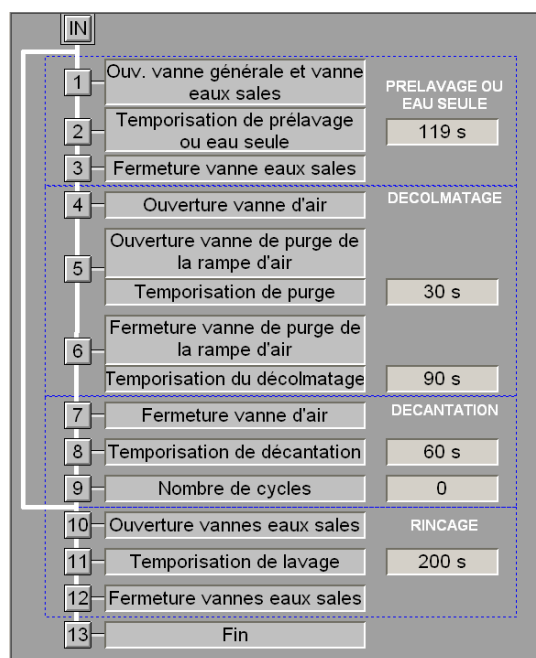
Lors du développement de biomasse ainsi que de MES qui génèrent de la boue qui colmate peu à peu les biofiltres, on procède à des lavages. Ils sont nécessaires et doivent être faits périodiquement.

Leur lavage va dépendre de la saison :

Eté	Toutes les 24h
Hiver	Toutes les 48h
Printemps/Automne	Toutes les 36h

Les lavages

D'une manière générale, les lavages sont des opérations journalières destinées à éliminer régulièrement la biomasse et les MES retenues dans les biofiltres.

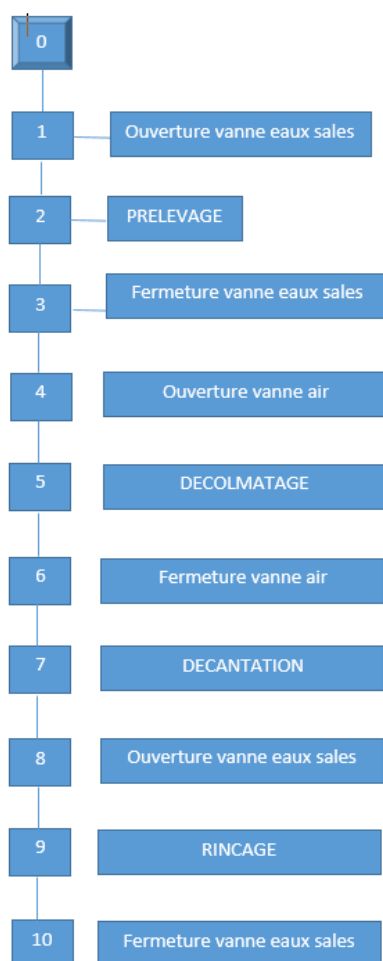


Graficet en supervision des lavages

Le Graficet en supervision permet de suivre le déroulement des lavages. En fin de cycle de lavage, le filtre se met en veille sans air (c'est-à-dire que la vanne est fermée donc l'eau ne passe pas, et le surpresseur ne projette pas d'air) et n'est remis en mode de filtrage seulement si le cycle doit recommencer un certain nombre de fois.

Les mini-lavages

Les mini - lavages étant effectués plus rarement, ils sont mis en œuvre quand le colmatage du filtre a atteint le seuil critique de 75 %.



Grafcet des mini-lavages

Ce grafcet détermine le déroulement des mini-lavages. Il est identique au premier grafcet et en fin de cycle, le filtre se met en veille et n'est remis en filtration que si le cycle doit recommencer un certain nombre de fois.

3.4 Mon projet

PROBLEMATIQUE

Le bâtiment biofiltration est composé de surpresseurs ayant pour rôle d'alimenter en air les bassins (biofiltres) situés en amont du bâtiment. Depuis décembre 2015, le surpresseur n°3 (de secours) a cessé de fonctionner pour une raison que les techniciens ignoraient. Quand le SAV est venu, ils ont constaté que la révision de la machine avait été mal faite, ce qui a entraîné sa défaillance. Pour une autre raison, deux ans auparavant, le surpresseur n°1 avait lui aussi cessé de fonctionner. La problématique était de comprendre l'une des raisons du dysfonctionnement régulier des surpresseurs et pour rappel, le but de mon projet était de trouver une ou des idées afin d'optimiser ou d'améliorer le fonctionnement/rendement des trois surpresseurs d'air.

Fonction des surpresseurs : fonctionnant de 8 à 10h en période estivale (varie selon les besoins), le rôle principal des surpresseurs est d'alimenter en air les cinq bassins (biofiltres) situés en amont. Cet oxygène est apporté aux bactéries qui vont dégrader les matières organiques.



3.4.1 Instrumentation principale de chaque surpresseur

Une fois l'air récupéré par le filtre d'aspiration, la machine fait la surpression grâce à des vis qui compressent l'air (d'où le nom du surpresseur à vis).

L'air est ensuite envoyé dans les bassins comme il a été décrit plus haut.



Vue de devant



Vue de l'autre côté

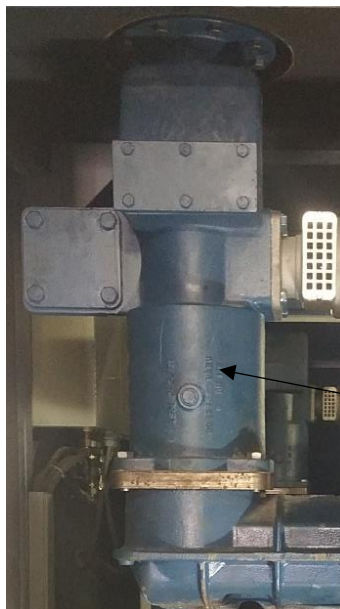
Dans chaque surpresseur, toute une instrumentation permet le fonctionnement optimal du surpresseur et joue un rôle capital.



Soupape de sécurité

La soupape de sécurité a pour fonction de protéger la machine en cas de surpression.

Si la pression d'air est supérieure à la pression réglée (2,8 bar), la soupape s'ouvre et laisse le surplus d'air s'échapper.



Clapet anti retour

Non visible de l'extérieur, le clapet anti-retour joue un rôle de sécurité car il permet d'éviter que l'eau revienne circuler dans le circuit d'air du surpresseur.



Régulateur de température

Réfrigérant

Raccordements hydrauliques

L'huile installée vient se loger dans un réservoir d'une capacité maximale de 21L (les surpresseurs utilisés ici sont de type VML 25R), circule ensuite dans un tuyau directement raccordé à un régulateur de température ayant une valeur réglée de 55 °C.

La température maximale étant de 90°C, si l'huile est trop chaude, elle est envoyée vers un réfrigérant où des lamelles tournent afin de la refroidir. Sinon elle est directement envoyée vers les organes à graisser.

L'huile utilisée est la DELTA Lube 06. Il s'agit d'une huile résistante aux hautes et basses températures, pouvant également résister aux fortes charges, à l'usure et à la corrosion.



Dénébulisateur

La fonction du dénébulisateur est de séparer l'huile de l'air. Cette huile revient à l'aide d'un tube d'aspiration jusqu'à son réservoir.



Courroies trapézoïdales

Le système poulies/courroies sert à établir une liaison entre le moteur et la machine afin d'optimiser le fonctionnement du surpresseur. Donc si les courroies se cassent, la machine ne fonctionne plus.



Moteur triphasé



Plaque signalétique

Il s'agit d'un moteur électrique triphasé alimenté via un variateur de fréquence. Cette variation augmente ou diminue en fonction de la demande du surpresseur.



Capot d'insonorisation

Le capot d'insonorisation des surpresseurs est fabriqué en tôle d'acier galvanisé. Le procédé de galvanisation consiste à recouvrir une pièce d'une couche de zinc, ce qui permet de protéger de la corrosion.

3.4.2 Maintenance nécessaire (voir annexe pour le planning d'entretien)

Afin de faire fonctionner chaque surpresseur dans des conditions optimales, il est important d'assurer un bon rendement ainsi qu'un bon fonctionnement de la machine.

La maintenance est importante car elle permet forcément d'éviter au mieux la détérioration des surpresseurs et de faire des économies afin d'éviter l'achat d'un nouveau surpresseur.

Les agents du SIVOM ont pour rôle de s'occuper eux-mêmes de l'instrumentation suivante :

Filtre d'aspiration	L'encrassement du filtre est contrôlé chaque semaine et est remplacé si l'indicateur de colmatage est dans la zone rouge. La pression maximale du filtre est de 45 mbar.
Des ouvertures d'aération et de ventilation	Le capot d'insonorisation est contrôlé et nettoyé afin d'optimiser la dissipation de la chaleur.
Courroies trapézoïdales	Le bon fonctionnement des courroies est contrôlé. Elles sont remplacées si nécessaire (courroies cassées).
De la soupape de pression	Le bon fonctionnement de la soupape est contrôlé. On vérifie si elle assure bien la sécurité en cas de surpression.
Niveau et de la pression d'huile	Contrôlé et corrigé si nécessaire.
Filtre à huile	Remplacement du filtre à huile à chaque vidange.
Clapet anti-retour	Contrôle de l'usure et de l'étanchéité, le clapet est remplacé si nécessaire.
Lames du radiateur, insert de séparation du dévésiculeur d'huile	Un simple nettoyage.
Commande, avertisseur d'anomalies et des capteurs de pression et de température	Contrôle des différents capteurs.

Si une pièce doit être remplacée, (par exemple les courroies, un surpresseur en général ou alors une révision plus poussée), le SAV d'Aerzen est contacté.

De plus, toutes les 20 000 h de service, soit tous les 3 ans, une révision complète des surpresseurs est programmée.

On va pouvoir effectuer une remise en état préventive des pièces de rechange et d'usure comme par exemple les paliers, les joints, etc... et par de là même changer les pièces usées ainsi que vérifier l'ensemble de la machine.

Pour réaliser le suivi de la maintenance, j'ai créé une fiche sur Excel qui permet aux techniciens d'enregistrer leurs interventions de maintenance préventive. De plus, j'en ai créé une autre pour la maintenance préventive à réaliser après les 500 premières heures de fonctionnement.

3.4.3 Améliorations et sécurité

Des améliorations se faisant nécessaires, après le changement du surpresseur n°3, J'ai pu discuter avec le technicien qui m'a proposé des améliorations importantes pour les surpresseurs.

Pour un meilleur fonctionnement, un environnement plus favorable serait conseillé pour les surpresseurs. Il faudrait donc surveiller un peu plus la température ainsi que l'humidité du local. Il est aussi favorable de contrôler plus souvent la ventilation afin qu'il y ait une meilleur circulation d'air dans le local.

D'un point de vue environnemental, on essaye aujourd'hui d'optimiser au mieux la consommation d'énergie et d'adapter au mieux les machines en fonction de leur consommation.

La révision complète d'un surpresseur coûte entre 3000 et 4000 € et un surpresseur neuf coûte 30 000 €. Une amélioration d'un point de vue économique serait de faire plus de préventif. C'est important et ça revient moins cher. Cela éviterait les problèmes de fonctionnement où la dégradation de l'équipement.

Plus généralement, on propose des améliorations en fonction des diagnostics effectués lors de contrôles ou autres.

On ne peut ni améliorer ni remplacer sans avoir pris connaissance du terrain et de l'environnement.

Il est important pour chaque intervention de vérifier :

- qu'il tourne sans aucune résistance,
- qu'il tourne sans frottement,
- qu'il fonctionne correctement.

Une autre amélioration importante (qui m'a été conseillée par M. Jacomet) serait également d'avoir des fiches de suivi pour la maintenance des surpresseurs. J'en ai donc rédigé une qui s'avérera utile après l'installation (*voir Annexe 2*) et j'en ai confectionnée une seconde qui devra être utilisée chaque semaine (*voir Annexe 1*).

4 Conclusion

Durant ma période de stage, j'ai assisté à différentes opérations : des prélèvements, des analyses, des opérations de nettoyage et de maintenance des appareils de mesure, au remplacement d'une machine Ce stage m'a donc apporté une multitude de connaissances théoriques nouvelles et une meilleure connaissance du monde de l'entreprise.

Je me suis rendu compte que l'essentiel du travail consistait à vérifier les différentes étapes du fonctionnement du process. Or, pour faire cela, il faut bien connaître les normes (le coefficient de l'acidité de l'eau, de l'oxygène ...). Il s'est avéré que mes connaissances acquises en cours ne me permettaient pas de réaliser parfaitement ce travail de « maintenance ». Il faut vraiment travailler en milieu professionnel pour bien comprendre l'importance des normes et savoir les utiliser à bon escient en fonction des demandes industrielles.

J'ai pu aussi constater les avantages et les inconvénients de la vie en entreprise. Les techniciens sont d'astreinte la nuit, ils doivent se relayer et en période de crise (par exemple en alerte inondation), ils doivent être particulièrement vigilants. Les conséquences d'un mauvais fonctionnement de la station peuvent créer des risques sanitaires importants : j'ai donc pu mesurer à quel point le travail fourni au service de la population était un facteur d'angoisse important. On ne peut se permettre de mal faire les choses ou de les faire de façon approximative : la précision et la rigueur sont de mise.

Ce qui est enthousiasmant, c'est de voir que les techniciens sont des personnes dévouées, qui aiment leur travail. On peut donc s'épanouir pleinement dans son milieu professionnel et pour moi qui envisage d'être technicien ou ingénieur, c'est un message positif et important pour m'encourager à poursuivre dans la voie que je me suis tracée.

Les contacts avec les entreprises extérieures sont très bons : la convivialité est de rigueur, les gens se connaissent, discutent ... le monde de l'entreprise n'est donc pas cloisonné.

J'ai toujours été attiré par les problématiques environnementales : aujourd'hui, je suis convaincu que c'est bien dans le domaine environnemental que je veux poursuivre mes études. Ce stage a donc confirmé mon projet d'orientation. L'année prochaine, j'aimerai continuer mes études, peut-être en licence professionnelle ou en école d'ingénieur. Mon objectif est de lier des études avec des dominantes techniques, industrielles et les problématiques de développement durable.

ANNEXES

FICHE DE SUIVI DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE DU SURPRESSEUR													
	Fréquence	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6	Semaine 7	Semaine 8	Semaine 9	Semaine 10	Semaine 11	Semaine 12
Contrôle de l'encrassement du filtre	hebdomadaire												
Remplacement de l'élément filtrant	annuelle												
Nettoyer l'élément filtrant côté refoulement	semestrielle												
Ouvertures d'aération et de ventilation	semestrielle												
Contrôle des courroies trapézoïdales	semestrielle												
Remplacement des courroies trapézoïdales	bisannuelle												
Contrôle de l'alignement des poulies	bisannuelle												
Contrôle du bon fonctionnement de la soupape de pression	annuelle												
Contrôler le niveau et la pression d'huile	hebdomadaire												
Remplacement de l'huile DELTA LUBE O6	bisannuelle												
Remplacement des autres huiles agréées	annuelle												
Remplacement du filtre à huile si utilisation de DELTA LUBE O6	bisannuelle												
Remplacement du filtre à huile si utilisation d'autres huiles agréées	annuelle												
Contrôle de l'usure et de l'étanchéité du clapet anti-retour	annuelle												
Nettoyage des lames du radiateur, insert de séparation du déviateur d'huile	semestrielle												
Commande, avertisseur d'anomalies, capteurs de pression et de température	annuelle												
Conduites hydrauliques, pneumatiques et de mesure	triannuelle												
Inspection générale/entretien	triannuelle												
Entretien du moteur d'entraînement													
liste des intervenants													
RV	Roland Vaubourzeix												
ED	Eric Dominguez												
FM	Franck Montet												
MP	Marco Possieri												
EXTERNE													

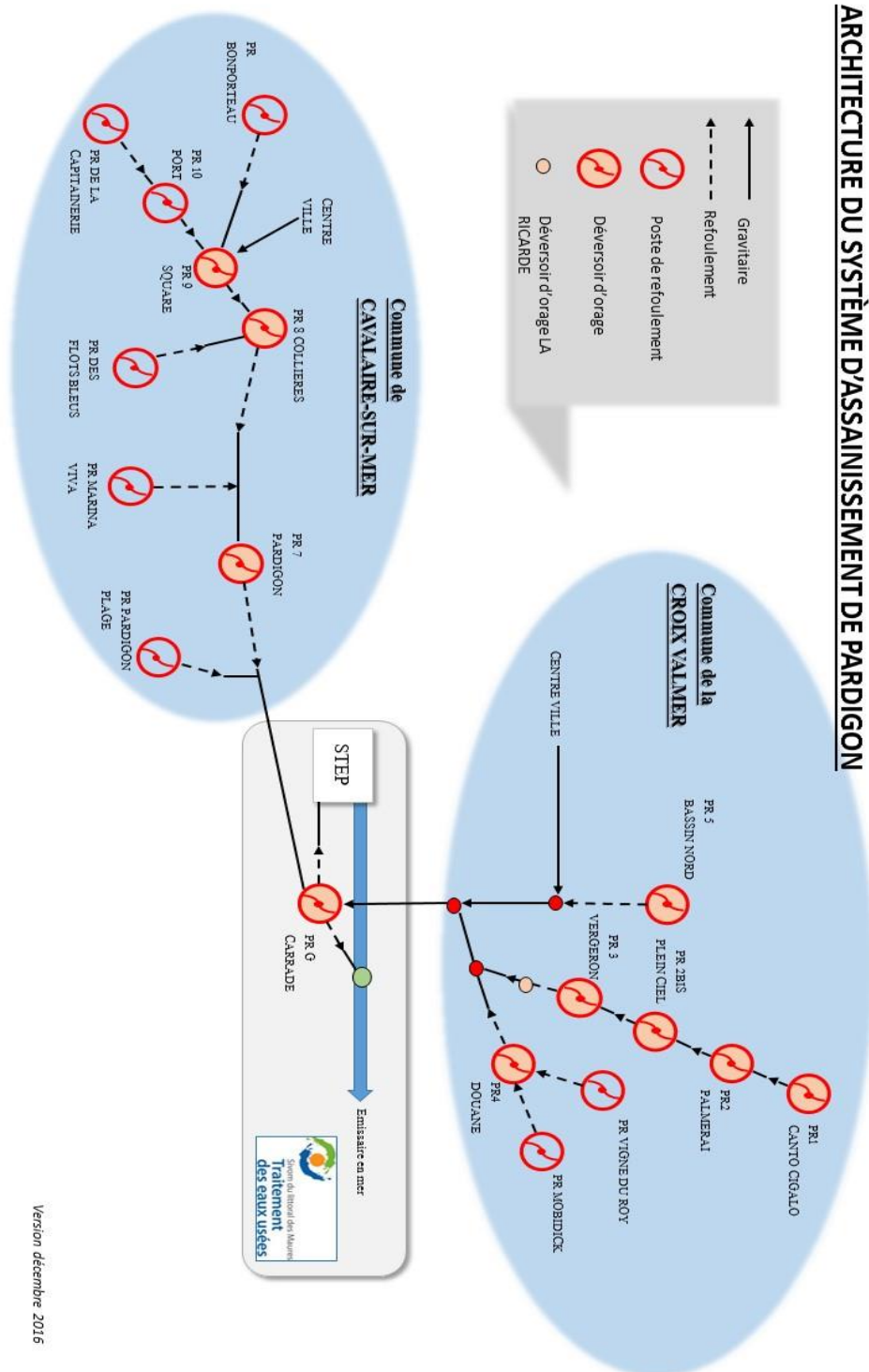
Fiche de suivi de la maintenance préventive d'un surpresseur



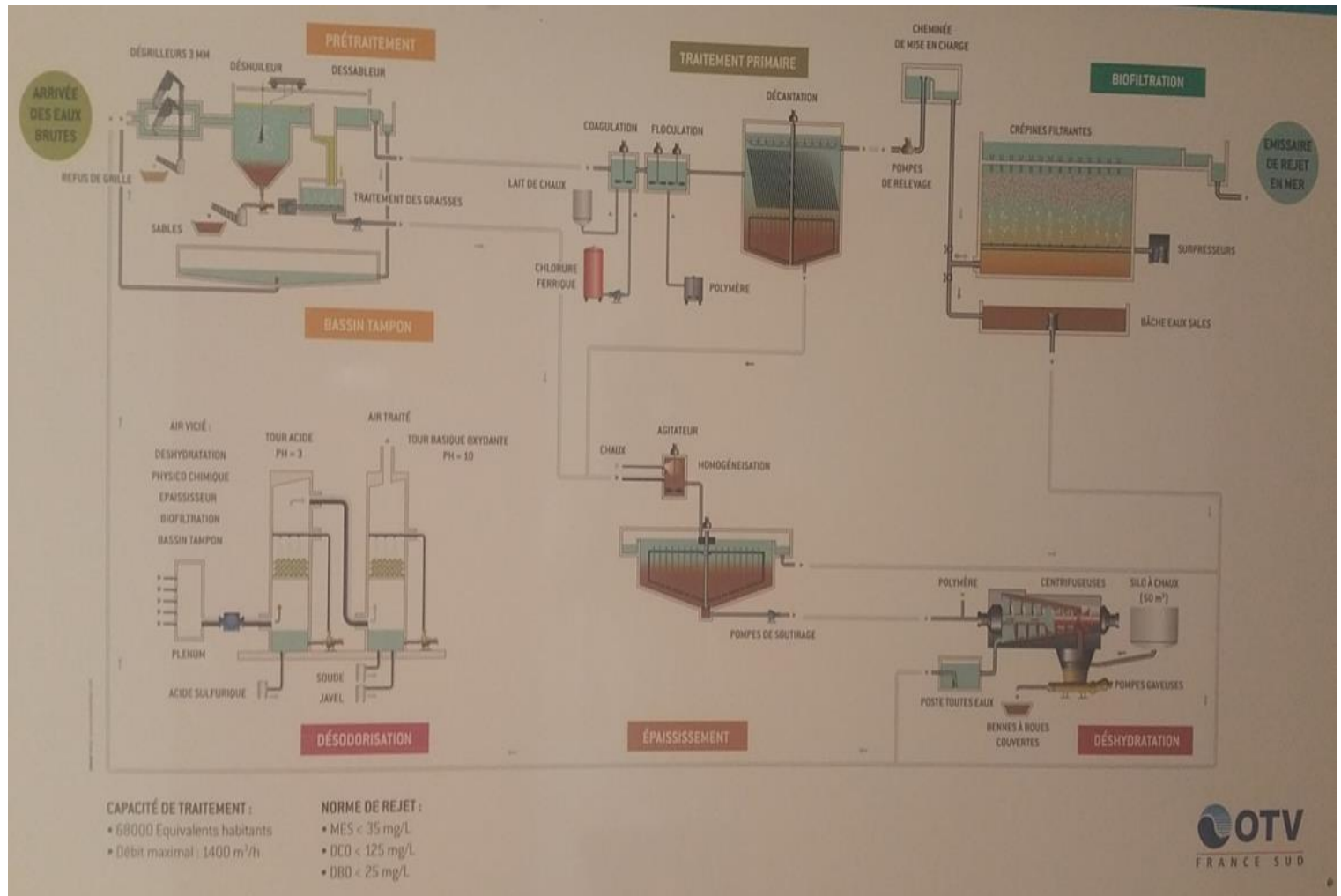
FEICHE DE SUIVI DE LA MAINTENANCE PREVENTIVE DU SURPRESSEUR SUITE A INSTALLATION

Maintenance d'un surpresseur suite à l'installation

ARCHITECTURE DU SYSTÈME D'ASSAINISSEMENT DE PARDIGON



Version décembre 2016



Fonctionnement global de la station