

RAPPORT DE STAGE

pour obtenir le diplôme de
Diplôme Universitaire de Technologie

Discipline : Génie Chimique Génie des Procédés
présenté et soutenu publiquement

par
Pierre Malandin
le vendredi 26 juin 2015

Titre : Étude de différents types de dessableurs

Tuteur entreprise : Peter Vanrolleghem

Tuteur Institut : Nicolas Roche

Année universitaire : 2014/2015

Remerciements :

Je remercie tout particulièrement le professeur Peter Vanrolleghem qui m'a reçu dans son équipe et qui m'a permis de réaliser ce stage à l'université Laval.

Je remercie également mes professeurs Cristelle Crampon et Nicolas Roche qui m'ont aidé à trouver ce stage et à partir au Canada et qui m'ont aidé dans la construction de mon rapport.

Merci à Jessy Carpentier avec qui j'ai travaillé tout au long de mon stage et qui m'a beaucoup appris sur le fonctionnement des dessableurs.

Merci à Bernard Patry pour m'avoir pris en charge au début de mon stage et m'avoir enseigné le protocole ViCAs.

Merci à Sovanna Tik pour m'avoir aidé lors des différents échantillonnages à la station Beauport de Québec.

Merci à Sey-Hana Saing qui a toujours été disponible pour m'aider lors de mes expériences sur le pilote.

Merci à Sylvie Leduc pour m'avoir aidé notamment sur les démarches administratives.

Je tiens également à remercier tous les autres membres de l'équipe modelEAU avec qui je n'ai pas eu la chance de travailler mais qui ont toujours fait preuve d'une grande sympathie et qui ont favorisé mon intégration.

Je tiens également à remercier tous les stagiaires que j'ai rencontrés lors de mon stage pour l'aide qu'ils m'ont apportée chaque fois que j'en avais besoin ainsi que pour avoir fait de cette aventure au Canada une expérience exceptionnelle.

J'aimerais également remercier les personnes de l'université Laval, avec qui j'ai eu des contacts professionnels : Michel Bisping, Marlyne Fergusson, Michel Lafrance.

Également un grand merci à Michel Maffei et Phillipe Moulin, professeurs du département Chimie, qui ont pris de leur temps afin de m'aiguillé dans mes démarches administratives afin d'avoir mon permis de travail.

J'aimerais enfin remercier Patricia Salieres du bureau des relations internationales de l'IUT pour l'aide apportée à mes dossiers de bourses et de sécurité sociale.

Un grand merci à tous pour avoir fait de ce stage une expérience inoubliable.

Table des matières

Introduction	1
1Présentation du stage	2
1.1L'université Laval	2
1.2modelEAU	3
1.3Le Québec et la ville de Québec :	3
1.4Le projet dessableEAU	4
1.4.1Le contexte	4
1.4.2Problématiques	4
1.5La sécurité dans l'université	5
2Matériels et méthodes	7
2.1Les stations d'épurations	7
2.1.1Les stations d'épuration en France	7
2.1.2Les stations d'épurations de Québec	8
2.2Les dessableurs	9
2.2.1Le dessableur rectangulaire aéré	10
2.2.2Le dessableur Mectan à vortex	11
2.3Le test de MES	13
2.3.1Préparation des filtres	13
2.3.2L'expérience	14
2.4Le test ViCAs (ou Vitesse de Chute en Assainissement)(Chebbo et Gommaire)	15
2.4.1Expérience	16
2.4.2Précisions	17
2.5Le test FBRM (Focused Beam Reflectance Measurement pour mesure de réflectance de faisceau concentré)	18
2.6Échantillonnage	19
2.6.1Premier échantillonnage	19
2.6.2Problématique	19
2.6.3Fabrication d'un échantillonneur et Second échantillonnage	19
3Résultats et analyse :	21
3.1Résultats des ViCAs en entrée et en sortie du dessableur de la station Beauport	21
3.2Étude du pilote avec FBRM	25
3.3Étude de MES sur les échantillons récupérés en Station d'épuration	27
Conclusion :	29
Bibliographie	31
Annexe :	32

1 Introduction

L'eau douce est l'une des ressources les plus importantes de la planète, indispensable à la vie de l'homme, sa gestion est actuellement l'un des plus grands enjeux terrestre. Alors que la population mondiale est en augmentation, la production d'eau usée commence à être un problème non négligeable qu'il faut résoudre. Dans ce cadre, le développement des techniques de traitement de l'eau est essentiel.

Depuis plusieurs années les chercheurs ont étudié les manières de purifier l'eau usée des matières organiques et des différents polluants qu'elle contient. Aujourd'hui face à de nouvelles contraintes économiques, écologiques et matérielles, l'un des nouveaux enjeux est l'amélioration des unités de dessablage ou dessableur.

Dans le cadre de ma seconde année de DUT Génie Chimique, Génie des Procédés, le groupe modelEAU à l'université Laval de Québec m'a accueilli en qualité de stagiaire sur le projet dessableEAU. Ce projet en collaboration avec John Meunier Inc cherche à améliorer l'efficacité des dessableurs, grâce notamment à la modélisation. Ce projet sera également réalisé en collaboration avec la station d'épuration Beauport de la ville de Québec dont les dessableurs seront utilisés.

L'objectif de mon stage était de commencer à caractériser l'eau en entrée de dessableur, afin de pouvoir, plus tard, écrire un protocole permettant de caractériser en tout temps l'eau en entrée et en sortie de l'installation. Durant mon stage j'ai d'abord étudié les différentes techniques utilisées pour décrire les matières en suspension présentes dans l'eau usée sur des échantillons venant du pilote de traitement de l'université avant d'expérimenter sur de l'eau brute en entrée de dessableur préalablement échantillonnée.

Dans un premier temps je commencerai par expliquer le contexte du stage en présentant notamment les différents organes jouant un rôle sur celui-ci mais également le projet dessableEAU. Puis nous nous focaliserons sur les stations d'épuration et sur le rôle qu'y tient le dessableur. Nous continuerons en expliquant les différentes méthodes qui ont été utilisées durant le stage. Il suivra une présentation des résultats que nous avons obtenus après les différentes expériences menées durant ce stage. Enfin nous finirons par une conclusion revenant sur l'ensemble du stage.

2 Présentation du stage



2.1 L'université Laval

En 1663 François de Montmorency-Laval fonde le séminaire de Québec. C'est presque deux siècles plus tard en 1852 qu'est fondé grâce à la Reine Victoria, l'Université Laval, qui sera la première université francophone en Amérique. Aujourd'hui l'Université accueille plus de 48000 étudiants chaque année et possède pas moins de 17 facultés dans différents domaines, de la médecine au droit en passant par les sciences et génies avec 422 programmes d'études différents.

Mais plus qu'un vaste lieu d'étude, l'Université Laval est également un pôle de recherche important possédant environ 260 centres et chaires de recherche et disposant d'un budget de 303 millions de dollars canadiens pour la recherche. C'est dans ce contexte que se place le groupe de recherche modelEAU travaillant sur le traitement et le transport des eaux usées et leur impact sur les rivières.



Figure 1 Vue aérienne de l'université Laval

2.2 modelEAU



modelEAU est le groupe de recherche en relation avec le département de génie civil et de génie des eaux de l'Université Laval, formé autour de la chaire de recherche décernée au professeur Peter Vanrolleghem en février 2006. L'équipe est composée de Peter Vanrolleghem en tant que professeur, de trois chercheurs post-doctoraux, de deux professionnels de recherche, de plusieurs étudiants au doctorat et à la maîtrise, et également de quelques stagiaires, tous venus de différents pays.

L'équipe modelEAU a pour but d'améliorer les processus de traitement des eaux usées en STEP (station d'épuration), ainsi qu'à assainir l'eau des rivières, bassins naturels et réseaux urbains. Pour cela le groupe utilise des techniques de modélisation et de simulation afin de se rapprocher de la réalité et ainsi de prédire l'efficacité des installations de traitement de l'eau usée.

Le groupe modelEAU sépare ses activités en différents programmes tel que les projets monEAU ou micrEAU par exemple, chargés respectivement de mesure automatique de la qualité de l'eau en station et du traitement des micropolluants.

2.3 Le Québec et la ville de Québec :



Le Québec est l'une des dix provinces du Canada, avec une population de plus de 8 millions d'habitants pour une surface de 1 667 441 km². Il possède de nombreux cours d'eau et lacs qui recouvrent 12% de son territoire. Cela représente 2% des ressources d'eau douce de la planète.

Le Québec sait utiliser cette eau à son avantage puisque 97% de son énergie électrique sont produits par voie hydroélectrique. Aujourd'hui la préservation de cette ressource est l'une des priorités du Québec.

Québec est la capitale de sa province homonyme, la ville et son agglomération ont une population de plus de 800000 habitants. Elle est construite au confluent du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Saint-Charles, mais de nombreux autres petits cours d'eau traversent le territoire de la ville de Québec.

Alors qu'autrefois les eaux usées de la ville étaient directement rejetées dans le fleuve Saint-Laurent, depuis 1978 l'assainissement de l'eau usée est devenu une priorité pour la ville qui a construit deux stations d'épuration d'eaux usées. Ces deux stations fonctionnent de la même

manière. Nous parlerons dans ce rapport de la station Beauport à l'Est de la ville. En sortie de station, l'eau usée est amené au centre du fleuve Saint Laurent.

2.4 Le projet dessableEAU

Le projet dessableEAU est un nouveau projet de l'équipe modelEAU en collaboration avec l'entreprise John Meunier Inc (entreprise fabricant et vendant des dessableurs, filiale de Véolia). dessableEAU s'est fixé trois objectifs :

- créer un protocole permettant de caractériser la qualité de l'eau en entrée et en sortie d'un dessableur,
- modéliser les performances de différents types de dessableur à l'aide d'outils informatiques,
- optimiser les performances du dessableur à vortex MECTAN de John Meunier Inc.

Ce projet est mené par un étudiant au doctorat ainsi que deux étudiants à la maîtrise, encadrés par un chercheur post doctoral, sous la tutelle de P. Vanrolleghem et P. Lessard. Ce projet est une collaboration entre l'Université Laval, la ville de Québec, l'entreprise John Meunier Inc et le gouvernement canadien.

2.4.1 Le contexte

Avec les étapes de dégrillage et de déshuilage, le dessablage fait partie du traitement préliminaire des boues en station d'épuration. Son but est de récupérer toutes les particules inorganiques, lourdes, pouvant détériorer les installations lors des traitements primaires et secondaires. Pour cela deux types de dessableurs sont souvent utilisés : les dessableurs rectangulaires aérés, et les dessableurs à vortex. Cette étape est d'autant plus importante que l'on cherche actuellement à valoriser les eaux usées afin de récupérer l'azote et le phosphore contenue dans les seules particules organiques. Actuellement il est très compliqué de déterminer les rendements des dessableurs, et beaucoup se montrent sceptiques quant aux performances de ces installations.

Créer un protocole utile afin de prouver l'efficacité d'un dessableur nécessite deux points très importants : la caractérisation de l'entrée et de la sortie du dessableur, c'est-à-dire échantillonner correctement et faire les bons tests, et l'analyse des variables afin de pouvoir caractériser en tout temps le dessableur.

Ma tâche sera d'avancer sur la caractérisation de l'eau en entrée du dessableur.

2.4.2 Problématiques

Le protocole doit pouvoir être utilisable pour tous types de dessableurs qu'ils soient rectangulaires aérés ou à vortex. Si nous avons à notre disposition des dessableurs rectangulaires aérés à la station Beauport, nous n'avons pas encore de dessableurs à vortex.

Le sable est une particule dense qui décante très rapidement, sa vitesse de chute est tellement forte qu'il n'est parfois pas possible de l'échantillonner à la pompe. On cherchera donc un moyen d'obtenir un échantillon convenable (avec son sable) et représentatif.

Le réseau de canalisations d'eaux usées de la ville de Québec se présente sous trois formes : séparatif, pseudo-séparatif et unitaire.

Un réseau séparatif permet de rejeter toutes les eaux de pluies et de ruissellement directement dans le fleuve Saint Laurent car elles n'ont pas besoin d'être traitées. Seules les eaux domestiques partent à la STEP.

A l'inverse dans un réseau unitaire toute l'eau est envoyée à la STEP par une seule canalisation.

Le réseau pseudo séparatif sépare les eaux d'écoulement et les eaux domestiques mais les eaux ayant ruisselé sur les toits par temps de pluie sont considérées comme domestiques.

Cela pose donc le problème suivant : par temps de pluie (mais aussi pour la fonte des neiges) le débit d'eau arrivant en STEP va augmenter ce qui va diminuer la concentration de sable dans l'eau. De plus les sables qui se sont déposés au fond des canalisations vont, par temps de pluie, être tous très rapidement acheminés à la station par l'augmentation du débit (on parle alors d'une arrivée de sables du réseau en quelques minutes). Il sera obligatoire de prendre ces points en compte dans notre étude.

2.5 La sécurité dans l'université

Afin d'éviter les accidents en laboratoire, un certain nombre de dispositions ont été mise en place à l'Université Laval. En premier lieu chaque laboratoire a un responsable chargé, entre autre, de connaître chaque règle de sécurité. Les laboratoires sont également fermés par carte magnétique : seules les personnes autorisées peuvent donc y accéder. Avant de commencer à travailler le responsable du laboratoire doit nous faire visiter le laboratoire afin de nous expliquer le fonctionnement des nombreux équipements indispensables, ainsi que les bonnes pratiques afin de conserver une bonne hygiène dans le laboratoire. On nous présente également les différentes consignes de sécurité, et les mesures à appliquer en cas d'accident. Enfin avant de pouvoir travailler il faut tout d'abord passer le SIMDUT (Système d'Information sur les Matières Dangereuses Utilisées au Travail). Il s'agit d'un cours sur internet sur les différentes règles de sécurité à appliquer en laboratoire ainsi que les signalisations et pictogrammes utilisés. Afin de valider le SIMDUT il faut réussir un test sur internet sous forme d'un questionnaire à choix multiple (QCM). On n'oubliera pas certaines règles simples mais très importantes et obligatoires comme le port de la blouse, de lunettes et de gants, de toujours être deux dans le laboratoire quand une expérience est réalisée, de bien se laver les mains avant de sortir du laboratoire.

Le pilote de traitement d'eau usée est considéré comme un laboratoire. Toutes les règles ci-dessus doivent donc être appliquées. Le pilote est classé comme zone à risque biologique. La sécurité y est donc d'autant plus importante. Avant d'entrer dans le pilote il y a deux sas,

chacune des portes ne s'ouvre que si les deux autres portes sont fermées afin d'éviter une contamination biologique. Travaillant avec de l'eau usée il est important d'avoir ses vaccins à jour notamment ceux contre les hépatites A et B et le tétanos. Le département de génie civil et de génie des eaux réalise souvent des campagnes de vaccinations. Enfin il faudra passer la formation biorisque. Il s'agit d'une présentation sur les dangers des matières à biorisques, des réglementations quant à ces produits ainsi que les bonnes pratiques afin d'éviter les risques.

Avant chaque nouvelle expérience, afin d'être en sécurité il est nécessaire de lire la SOP (Standard Operating Procedure) et de connaître le protocole afin d'éviter de se mettre en danger et de se tromper dans l'expérience. De manière générale les SOP sont souvent mise à jour, si tel n'est pas le cas il faudra le faire.

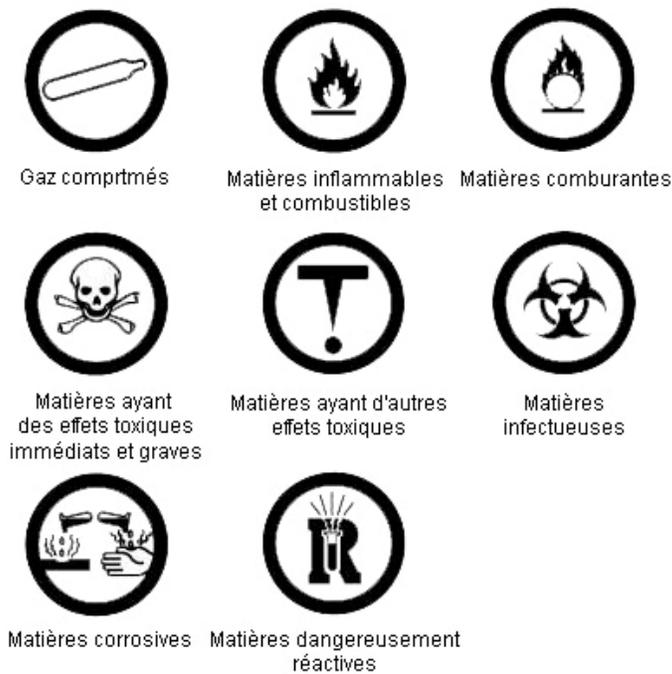


Figure 2 Signalisation du simdut



Figure 3 Différents équipements de sécurités

3 Matériels et méthodes.

3.1 Les stations d'épurations

Les stations d'épurations (STEP) ont pour but de purifier les eaux usées afin de pouvoir les rejeter dans l'environnement sans que celles-ci n'aient d'impact sur celui-ci. Aujourd'hui on cherche à supprimer le plus de déchet possible des effluents de STEP et pour cela différentes techniques sont utilisées.

Il existe trois étapes dans une STEP :

- le traitement préliminaire qui sert à supprimer les plus gros déchets et permet de protéger les installations suivantes.
- Le traitement primaire qui sert à supprimer les floccs de matière en suspension. C'est à cette étape que sont menées le plus de recherches, par exemple dans la plupart des stations, on choisit un décanteur classique auquel on ajoute des produits chimiques permettant la coagulation des floccs.
- Le traitement secondaire qui permet d'améliorer la qualité de l'eau en traitant tous les produits et sous-produits contenus dans les eaux usées par voie biologique. Là aussi de nombreuses études ont été menées. Dans le pilote de modelEAU c'est un traitement par boues activées qui est utilisé, permettant notamment de traiter l'azote.
- Certaines STEP incluent également le traitement final des boues.

3.1.1 Les stations d'épuration en France

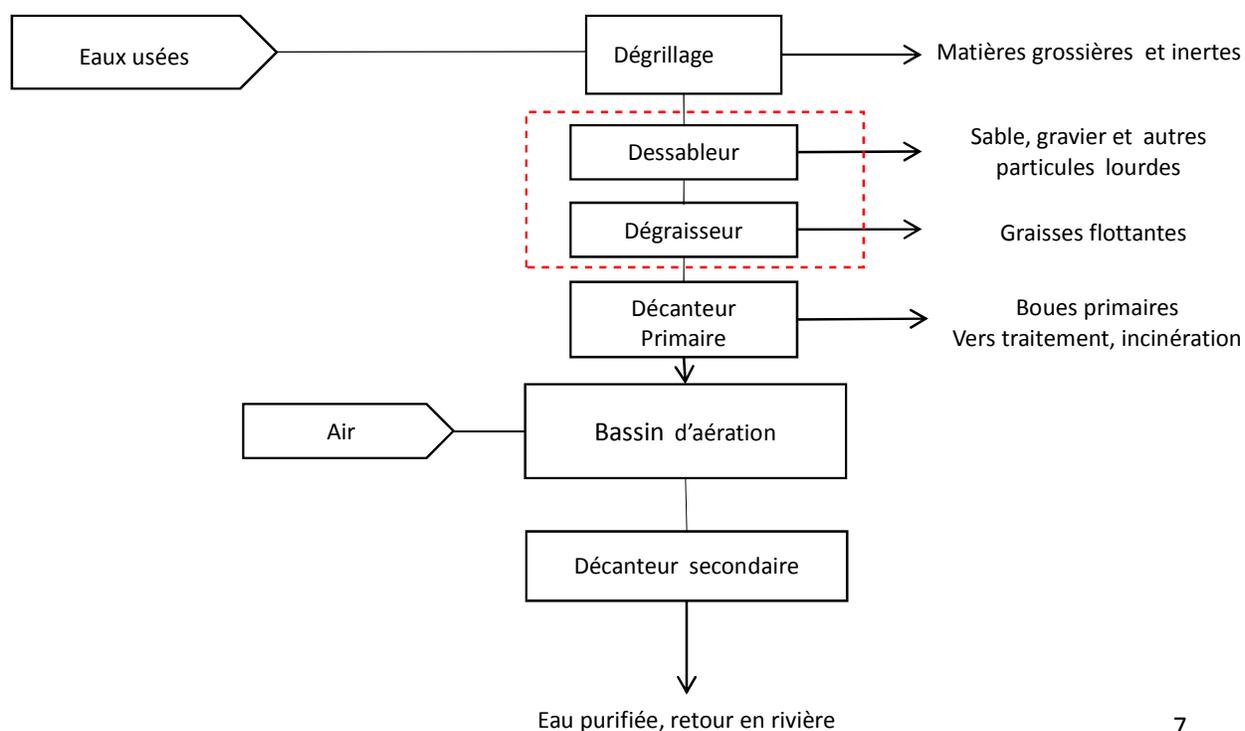


Figure 4 : Schéma d'une station d'épuration française

Il est important de savoir que les deux STEP de Québec sont construites entièrement à l'intérieur afin d'éviter les mauvaises odeurs pour leur voisinage urbain. C'est pourquoi le traitement secondaire est fait par bio-filtre. En effet les bio-filtres permettent de purifier l'eau en sortie de décanteur primaire tout en ayant la plus petite empreinte au sol possible.

L'autre particularité de la station de Beauport est la désinfection de l'effluent rejeté dans le fleuve Saint Laurent. En effet, le traitement des eaux par ultraviolet permet de détruire la flore bactérienne (notamment les coliformes fécaux). En France cette opération n'est faite que dans les stations d'eau potable. Cette opération est nécessaire car la station Beauport est située à côté de la plage de Québec où de juin à septembre de nombreux habitants pratiquent des sports nautiques. On traite donc durant cette période l'eau usée avec des ultraviolets afin de ne pas contaminer les baigneurs.

3.2 Les dessableurs

Les dessableurs sont des appareils importants du traitement préliminaire des eaux usées. Ils regroupent pour la plupart les étapes de dessablage et de déshuilage. Le but d'un dessableur est donc de séparer l'eau usée en trois parties : les huiles, l'eau et les sables. Le sable et l'huile vont tous deux avoir un effet négatif sur la suite du traitement de l'eau usée et c'est pourquoi il est important de les enlever avant le traitement primaire.

À l'heure actuelle, au Québec, la valorisation des boues venant des eaux usées est un enjeu important du traitement de l'eau. On cherche alors à récupérer certaines ressources telles que l'azote et le phosphore contenus dans les boues primaires sous forme particulières. La présence de sable peut diminuer le rendement de la production d'énergie à partir de ces boues c'est pourquoi il est important qu'il soit totalement éliminé.

Si le but du dessableur est de ne pas avoir de sable dans l'eau, il est également important qu'il n'y ait pas de floc dans le sable en sortie du décanteur. En effet, quand le sable est pollué il est assez difficile à traiter. Il va alors le plus souvent en site d'enfouissement. Il arrive fréquemment que des floccs se forment autour d'un grain de sable, diminuant sa densité, ce qui fait qu'il chutera moins vite. Il faut donc prévoir un moyen pour décrocher les floccs du sable afin que le sable décante plus vite, et que matière organique et sable ne soient pas mélangés en sortie du dessableur. Le projet dessableAU est effectué sur deux types de dessableurs : le dessableur Mectan de Véolia (à vortex) et le dessableur rectangulaire aéré de la station Beauport de Québec :



Figure 7 Dessableur rectangulaire aéré de Québec

3.2.1 Le dessableur rectangulaire aéré

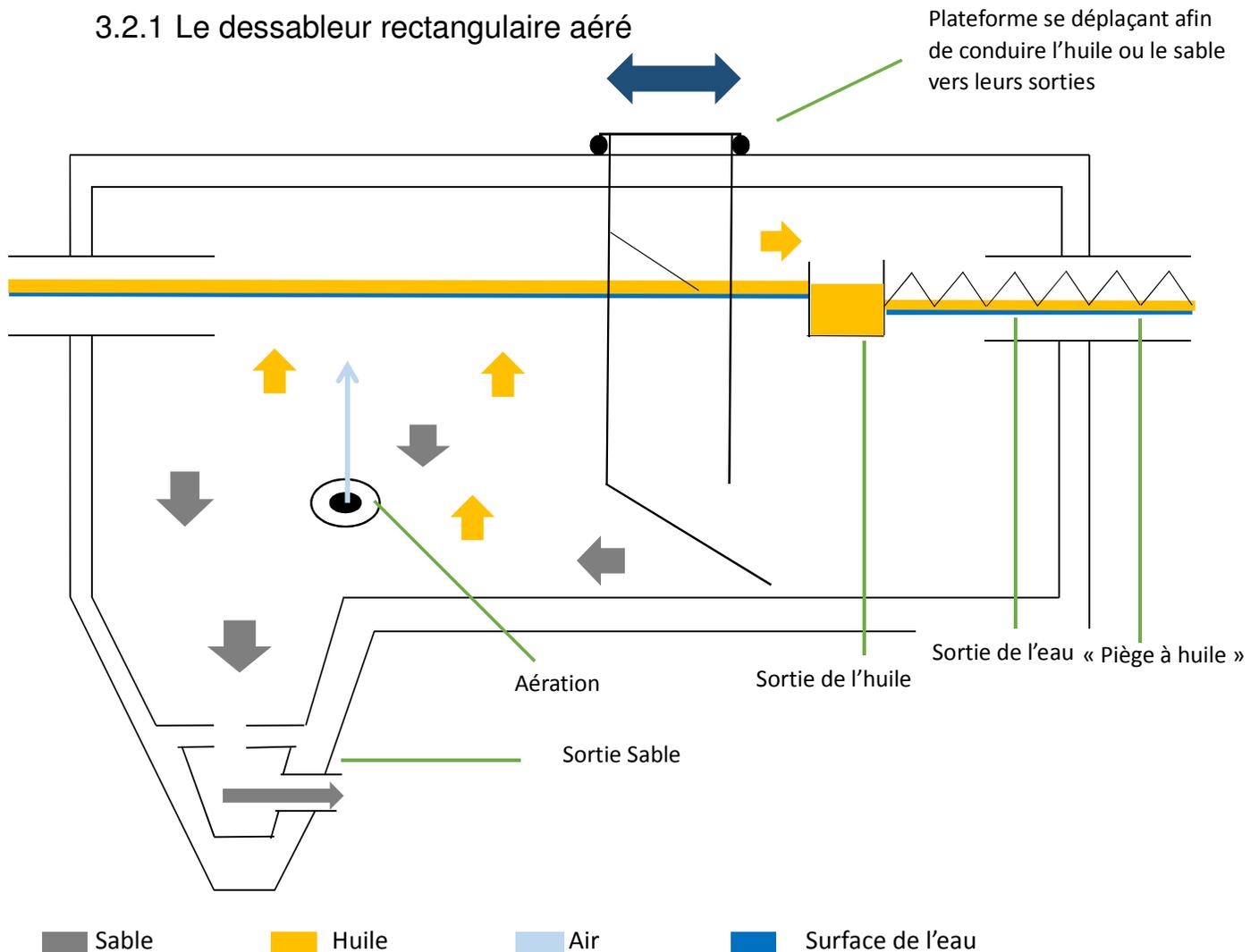


Figure 8 : Schéma d'un dessableur rectangle aéré

Ce dessableur a pour principe d'être aéré en entrée, ce qui permet d'éviter les mauvaises odeurs mais également et surtout d'éviter que des floccs se forment autour des grains de sable. L'eau entre donc et en étant aérée. Le sable se détache des matières organiques et sédimente au fond du décanteur. Dans un même temps l'huile va remonter en surface. Régulièrement une plate-forme fait des va et vient le long du dessableur. Lorsqu'elle va vers la sortie de l'eau elle racle la surface afin de faire déborder les huiles dans un bassin plus petit qui va acheminer les huiles vers leur traitement. Lorsqu'il retourne vers l'entrée d'eau le charriot racle le fond du dessableur afin de conduire le sable vers sa sortie. Enfin si de l'huile remonte à la surface après la sortie des huiles elle sera bloquée par des « pièges à huile ». Ce sont des pics dans lesquels remonte le liquide, l'huile moins dense que l'eau va donc s'y engouffrer en priorité et ne pourra pas aller dans le canal de sortie de l'eau.

3.2.2 Le dessableur Mectan à vortex

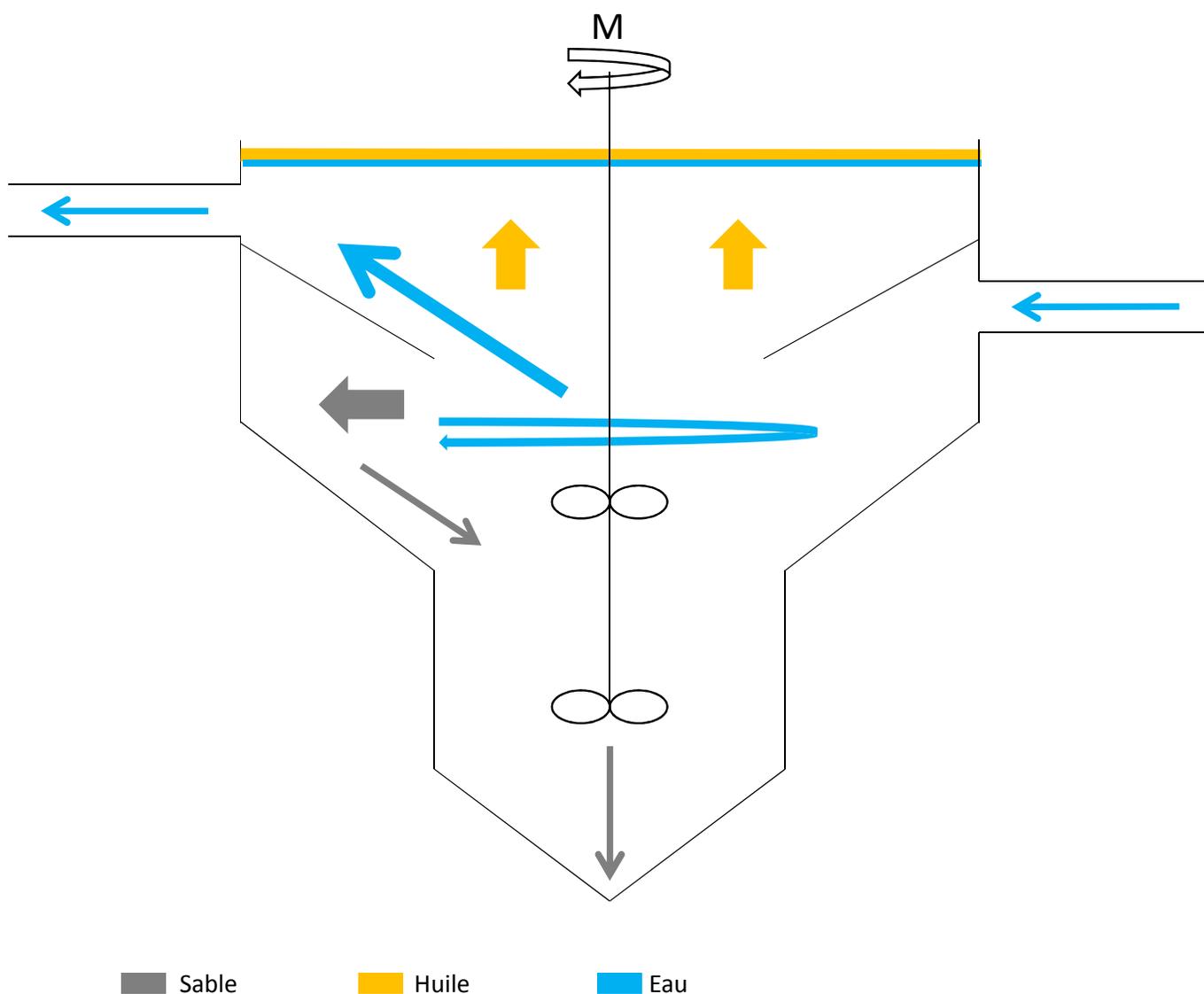


Figure 9 : Schéma d'un dessableur Mectan à Vortex

Ce dessableur est circulaire, la sortie de l'eau se situe au-dessus de l'entrée. Il y a un disque de séparation entre l'entrée et la sortie et le réservoir est agité à deux hauteurs différentes.

En entrée l'eau se trouve sous le disque de séparation, avec l'agitation la force centrifuge projette l'eau chargée en sable contre les parois, cette agitation sépare le sable des matières organiques. Le sable plus dense va se retrouver contre les parois. Les parois étant en pente le sable coule vers le fond du réservoir où il est ensuite extrait puis traité. L'eau va se retrouver plus au centre que le sable et va donc pouvoir passer le disque de séparation et remonter au

niveau de la sortie. L'huile moins dense que l'eau va se retrouver plus au centre et va donc remonter tout en surface ou elle va être récupérée par un racloir (non représenté sur le schéma).

Ce dessableur n'utilise donc pas l'air mais utilise la rotation pour séparer le sable et les matières organiques.



Figure 10 Dessableur à vortex

3.3 Le test de MES

Les matières en suspension (MES) sont toutes les particules solides non solubles dans l'eau. Elles peuvent être organiques, ou minérales. Elles entraînent la turbidité de l'eau. Les comptabiliser permet de caractériser notre effluent.

Pour cela un protocole a été mis au point. Il s'agit d'une filtration sous vide d'un volume précis d'échantillon afin de déterminer sa concentration.

3.3.1 Préparation des filtres.

On peut travailler avec tout type de filtre. J'ai personnellement travaillé exclusivement avec des filtres de 0,45 μm . Afin que les mesures soit correcte il est important que chaque filtre utilisé soit propre. Pour cela on les place sur les supports du Buchner, on allume la pompe afin de filtrer sous vide. Chacun des filtres est alors lavé 3 fois avec 20mL d'eau distillée puis est déposé dans une coupelle d'aluminium préalablement identifiée. On conditionne alors le filtre dans une étuve à 105°C durant une heure, puis on le laisse refroidir environ 10 minutes au dessiccateur. Enfin on pèsera le filtre et sa coupelle avec une balance de précision 0.1mg. On replace alors la coupelle et le filtre dans l'étuve à 105°C durant une heure, on le refroidit au dessiccateur puis on le pèse à nouveau. Si sa masse est égale à la première masse pesée on valide le filtre, sinon il conviendra de renouveler des séries de séchage à l'étuve, refroidissement au dessiccateur, de pesée jusqu'à ce que deux masses consécutives soient les mêmes.

Il est important de conserver ces filtres dans des boites en plastiques afin que la préparation des filtres ait un sens.



Figure 11 Étuve à 105°C



Figure 12 Balance de précision



Figure 13 Dessiccateur

3.3.2 L'expérience.

Il s'agit de filtrer un liquide à travers le filtre qui a été préparé. Il faut donc placer le filtre préalablement préparé sur le Buchner et verser un échantillon dessus. Il est très important de bien penser à comptabiliser le volume d'échantillon utilisé afin de pouvoir calculer la concentration de MES.

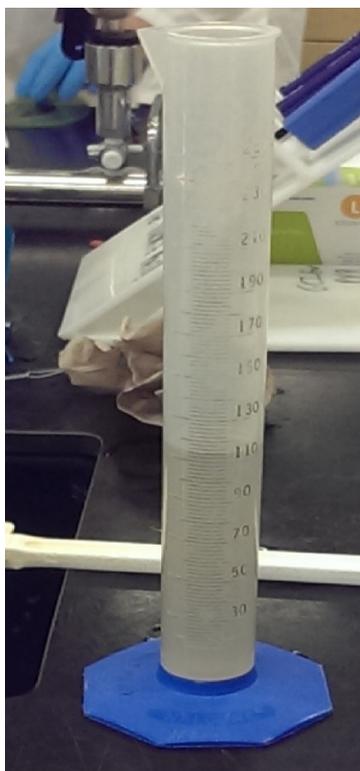


Figure 14 Éprouvette gradué



Figure 15 Appareil de filtration Buchner

Comme pour la préparation des filtres, on placera les échantillons pendant une heure à l'étuve à 105°C, puis environ 10 minutes au dessiccateur avant une première pesée. On recommencera ces trois étapes tant que la masse du filtre n'est pas constante.

Par la suite on utilisera la formule suivante afin de calculer la concentration de MES dans l'échantillon:

$$(1)$$

Avec :

MES= concentration de MES dans l'échantillon (mg/L)

M1=Masse du filtre et de la coupelle après expérience (mg)

M0=Masse du filtre et de la coupelle après préparation (mg)

V=Volume de l'échantillon (mL)

2.3.3 Précisions

Afin d'avoir des mesures les plus précises possibles il sera important de réaliser des triplicatas pour chaque nouvel échantillon. Grâce à ces triplicatas on calculera :

$$\text{La moyenne : } \mu = \frac{\Sigma \text{valeur}}{\text{nombre de valeurs}} \quad (2)$$

$$\text{L'écart type : } \sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(\mu - \text{valeur})^2}{\text{nombre de valeurs}}} \quad (3)$$

$$\text{Le coefficient de variation (\%): } C_v = \frac{\sigma}{\mu} \times 100 \quad (4)$$

Il est convenu que la valeur est acceptée pour un coefficient de variation inférieur à 10%.

3.4 Le test ViCAs (ou Vitesse de Chute en Assainissement)

Le test ViCAs (Chebbo et Gommaire) est un essai permettant de mesurer la distribution des vitesses de chute de particules présent dans un échantillon. Le test en colonne, permet d'avoir une idée du comportement des particules présentes dans une eau usée.

Cet essai part du principe d'une décantation dans une colonne dans laquelle les MES sont répartis de manière homogène et décantent toutes de manière indépendante les unes des autres sans former d'agrégat.



Figure 16 Préparation à un Test ViCAs

3.4.1 Expérience

On homogénéisera l'échantillon qui sera introduit rapidement (< 5 secondes) dans la colonne en la plaçant sous vide. Puis, on placera des coupelles sous la colonne. Le but sera de déterminer la masse de MES ayant sédimenté en différents temps (2, 6, 14, 30, 62, 126, 254 minutes ou 1, 3, 6, 11, 20, 37, 70 minutes). Pour cela on fera glisser délicatement de nouvelles coupelles sous la colonne afin de récupérer les MES aux temps voulus. Le contenu de chaque coupelle sera passé au filtre Buchner (filtre et support préalablement lavé, séché et pesé) puis séché à l'étuve à 105°C afin d'obtenir la masse sèche de solide en suspension (comme dans les mesures de MES). Afin d'éviter les turbulences, on remplira chaque nouvelle coupelle avec de l'eau déminéralisée. Remplir la colonne ainsi que son support nécessite environ 5L d'échantillon. Il sera important également de caractériser la quantité de MES dans la colonne avant et après l'expérience ViCAs afin de faire un bilan de masse qui permettra de vérifier la validité des résultats. On peut alors représenter la masse cumulée de MES en fonction du temps. Il faudra également mesurer la hauteur d'eau dans la colonne afin de déterminer son volume (les colonnes utilisées ont un rayon intérieur de 3.5cm)

Après un traitement des données, il est possible de représenter la fraction de masse des particules en fonction des vitesses de chute via les courbes $F(Vc)$. Le modèle qui permet de tracer cette représentation est décrite via l'équation ci-dessous.

$$F(Vc) = 100\left(1 - \frac{S(t)}{M_{dec} + M_{fin}}\right) \quad (5)$$

Avec :

- $F(Vc)$: Fraction de masse de particule cumulée en fonction de leur vitesse de chute.
- $S(t)$: Un modèle mathématique empirique permettant de représenter l'évolution de la masse cumulée en fonction du temps de décantation (mg).
- M_{dec} : Le cumul de la masse de solide décanté en cours d'essai (mg).
- M_{fin} : La masse de particules restantes en suspension dans la colonne à la fin de l'essai (mg).

Afin de faciliter le traitement de résultats du protocole ViCAs, une feuille de calcul Excel a été mise au point. Celle-ci possède également un solveur permettant d'ajuster la courbe de la masse cumulée en fonction du temps avec les points théoriques grâce à la méthode des moindres carrés.



Figure 17 Mesure des MES tombé dans la coupelle durant un ViCAs

3.4.2 Précisions

Afin d'obtenir des résultats plus fiables, certaines mesures doivent être mises en application. En effet, la principale source d'erreur provenant du ViCAs provient de l'expérimentateur. Afin de valider son travail il sera nécessaire de prouver la répétitivité de l'expérience en pratiquant un duplicata sur le même échantillon. De plus il est nécessaire de faire un bilan massique sur l'expérience ViCAs.

$$m_{initiale} = m_{finale} + m_{extrait} \quad (6)$$

Avec

$m_{initiale}$: Masse initiale de MES dans la colonne avant le début d'expérience (mg).

m_{finale} : Masse finale de MES dans la colonne à la fin de l'expérience (mg).

$m_{extrait}$: Somme des masses de MES obtenue à différents temps (mg)(obtenue après pesée des filtres).

Si le bilan massique a une erreur de plus de 15% la mesure est invalidée. On préférera que ce bilan ne soit pas supérieur à 10% (correspondant à une manipulation soigneuse).

Les masses de MES ont été obtenu par :

$$MES \left(\frac{mg}{L} \right) \times \pi \times r^2 \times h \times 1000 \quad (7)$$

Avec

r : Le rayon de la colonne en m

h : La hauteur de la colonne en m



Figure 18 Filtre avant et après protocole ViCAs

3.5 Le test FBRM (Focused Beam Reflectance Measurement pour mesure de réflectance de faisceau concentré)

Le test FBRM est un test permettant de compter le nombre de MES dans une solution mais également leur diamètre. Cette technique repose sur la réflexion de la lumière.

Le principe de fonctionnement consiste à envoyer une onde lumineuse en rotation avec une vitesse connue, qui lorsqu'elle rencontre des obstacles partiellement opaques, est réfléchi. Cette lumière réfléchi va être captée par une cellule photosensible, qui transmet l'information à une unité centrale qui va traiter le signal. Lorsque l'onde lumineuse va sortir de la particule elle sera également réfléchi. Le FBRM mesure le temps que met la lumière à traverser la particule afin de calculer sa longueur de corde. La longueur de corde ne correspond pas au diamètre de la particule mais est statistiquement liée à ce dernier.

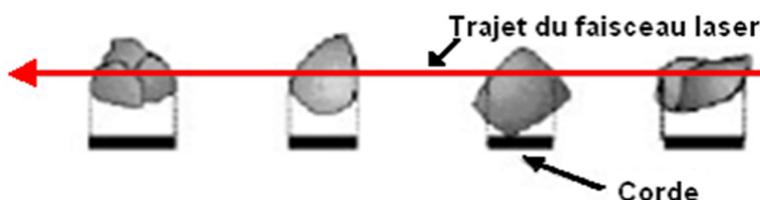


Figure 19 Schéma représentant l'évaluation de la corde d'une MES

Avant chaque test, il faudra faire fonctionner le FBRM environ 15 minutes dans de l'eau déminéralisée afin de bien laver la sonde. Chaque test nécessite environ 300mL d'échantillon qui sera introduit dans un bécher avec la sonde et un agitateur afin d'avoir tout au long de la manipulation un échantillon homogène. Avant de commencer le test on laisse tourner notre FBRM plusieurs minutes afin de s'assurer que l'échantillon est bien homogène et qu'il ne risque pas d'y avoir de changement durant le test. Les différents paramètres du test sont modifiables directement sur le programme de l'ordinateur associé au FBRM.

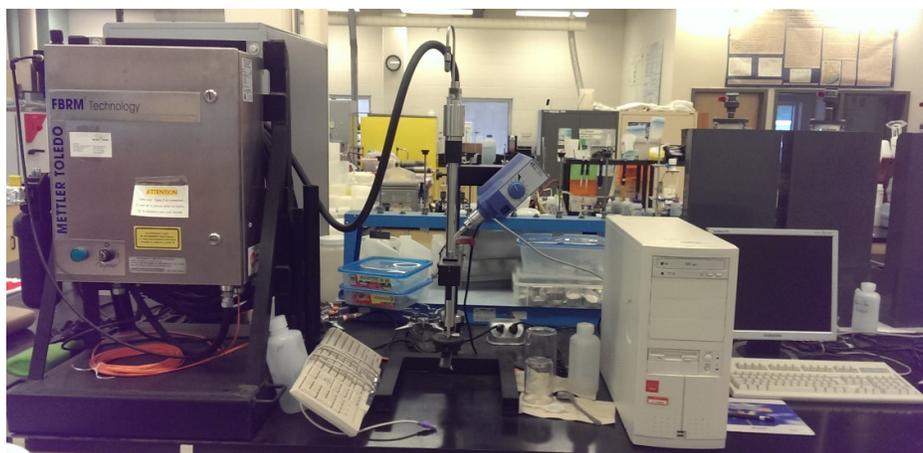


Figure 20 Appareil FBRM

3.6 Échantillonnage

Tous les essais qui ont été réalisés, l'ont été avec de l'eau usée venant soit du pilote de traitement de l'université soit de la station d'épuration de Beauport de Québec. Dans ce cas-là il a fallu aller échantillonner sur place.

3.6.1 Premier échantillonnage

Le premier échantillonnage à la station Beauport a été fait par temps sec, avec les échantillonneurs fournis par la station. Il s'agit de longues perches auxquelles sont accrochés des béciers à l'extrémité. Nous avons alors échantillonné en entrée du dessableur, sans prendre en compte ni la profondeur de l'eau, ni la position horizontale de la perche. Nous avons remarqué que l'eau ne semblait pas avoir la même turbidité selon la profondeur à laquelle nous prélevions notre échantillon. Dix litres ont été prélevés en entrée du dessableur. Nous avons également échantillonné en sortie du dessableur. La sortie du dessableur ne souffre pas des mêmes problèmes d'échantillonnage que l'entrée car celle-ci se fait sous forme d'une cascade où la répartition des particules semble être homogène. Dix litres ont également été prélevés.

3.6.2 Problématique

Notre étude nous pousse à caractériser l'affluent d'un dessableur, comme le sable est une particule dense, il sédimente très vite et il est donc très probable que en entrée il ne soit pas réparti uniformément de manière verticale. En effet il semble assez logique que la majorité du sable se trouve au fond du canal d'entrée. Ainsi, si on veut caractériser avec précision l'entrée du dessableur de la station Beauport il faudrait pouvoir obtenir des échantillons à différentes profondeurs. Les échantillonneurs disponibles à la station ne peuvent pas être utilisés. En effet les perches sont inclinées et on ne peut pas mesurer à quelle profondeur est prélevé notre échantillon. De plus un bécier ne permet pas d'avoir un échantillon représentatif sur une mesure de profondeur. Nous ne pouvons pas non plus utiliser des échantillonneurs par pompe car ceux-ci ne sont pas assez puissants, en effet le sable décante plus vite que ce que la pompe peut aspirer.

3.6.3 Fabrication d'un échantillonneur et second échantillonnage

Le court temps dont nous disposions pour faire nos expériences ne nous a pas permis d'acheter d'échantillonneur capable de résoudre nos problématiques. Nous avons donc fabriqué un échantillonneur capable de prendre des échantillons représentatifs. Il fallait que l'échantillonneur puisse récupérer des échantillons au fond de l'entrée du dessableur dont la profondeur était inconnue. Pour répondre à cette problématique nous avons décidé d'utiliser une perche en métal, rétractable, d'une longueur de quatre mètres. Cela nous permet de transporter facilement notre équipement de l'université à la station Beauport tout en étant sûr de pouvoir échantillonner au fond du bac d'entrée. Nous avons ensuite décidé de récolter des échantillons dans une bouteille de 1L qui serait accroché à notre perche, le but étant de la plonger le plus rapidement possible afin d'avoir un échantillon représentatif. Il a été convenu de créer un support sur notre perche capable de guider une bouteille vide jusqu'au fond d'un



Figure 21 Échantillonneur

bassin et de la remonter sans que celle-ci ne se vide ni ne se détache. Par soucis de facilité de transport, il a été décidé d'utiliser une bouteille par échantillon. Il fallait donc pouvoir détacher la bouteille du support. Enfin toujours dans l'optique d'obtenir un échantillon le plus fidèle possible à la réalité, il a décidé de réduire l'ouverture de la bouteille. Pour cela nous avons fait appel au laboratoire de Génie Civil qui nous a prêté une perceuse : nous avons troué un bouchon capable de se visser sur chacune des bouteilles. La largeur du trou a été déterminé de façon empirique afin que, plongée dans un seau d'eau, la bouteille se remplisse assez lentement pour que la majorité de l'échantillon soit pris à la bonne profondeur, tout en faisant en sorte que l'échantillonnage soit assez rapide. Finalement l'échantillonneur nous permet de récupérer un litre d'eau usée en deux minutes.

Lors du second échantillonnage, nous avons d'abord mesuré la profondeur de l'entrée du dessableur. Celui-ci ayant une hauteur d'eau de 2.6m nous avons donc décidé échantillonner à trois profondeurs différentes : 2.6, 2, 1 mètre ; et trois positions différentes : au milieu de l'entrée du dessableur, à droite et à gauche.

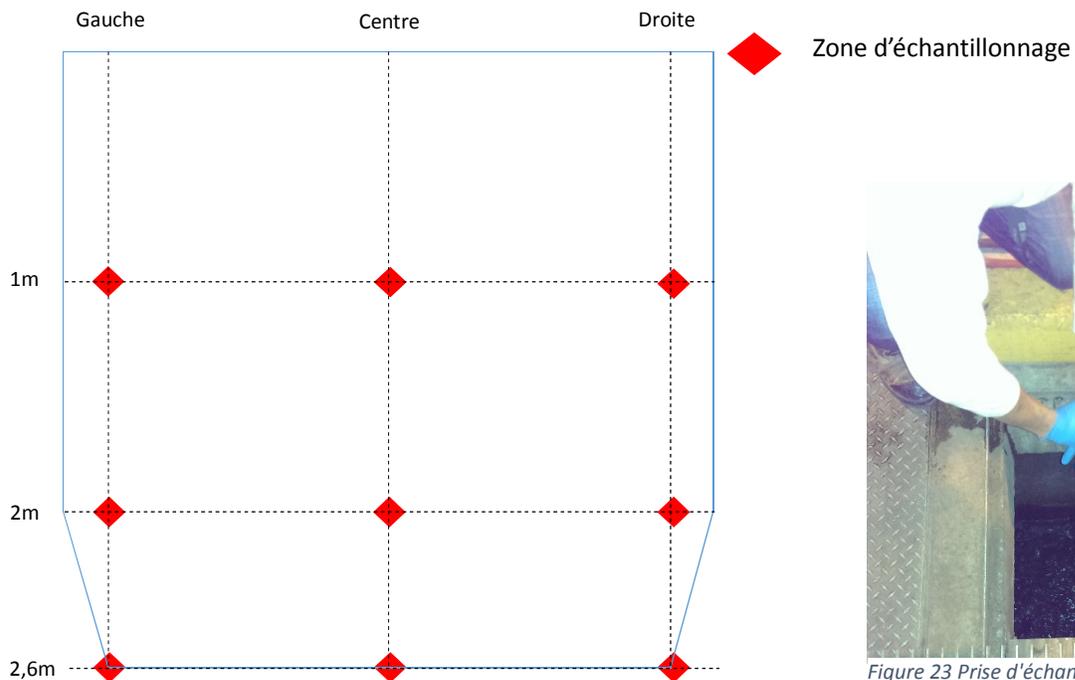


Figure 22 Schéma en coupe de l'entrée du dessableur

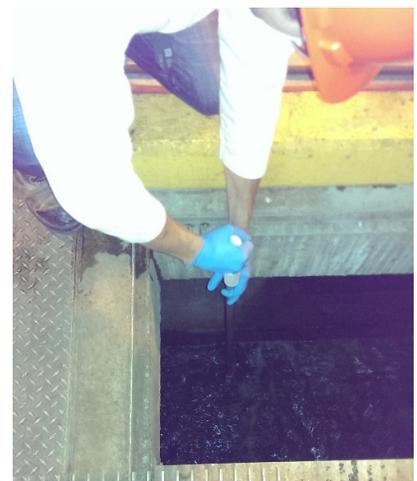


Figure 23 Prise d'échantillon à la station Beauport

4 Résultats et analyse :

4.1 Résultats des ViCAs en entrée et en sortie du dessableur de la station Beauport

Afin de caractériser l'efficacité du dessableur de la station Beauport, nous avons décidé d'aller échantillonner sur place afin de faire des ViCAs. Pour cela nous avons échantillonné sur l'un des cinq dessableurs en entrée et en sortie. De retour au laboratoire, les échantillons ont été placés dans une chambre froide, puis le lendemain (moins de 24h après la prise d'échantillon) les tests ViCAs ont été réalisés simultanément.

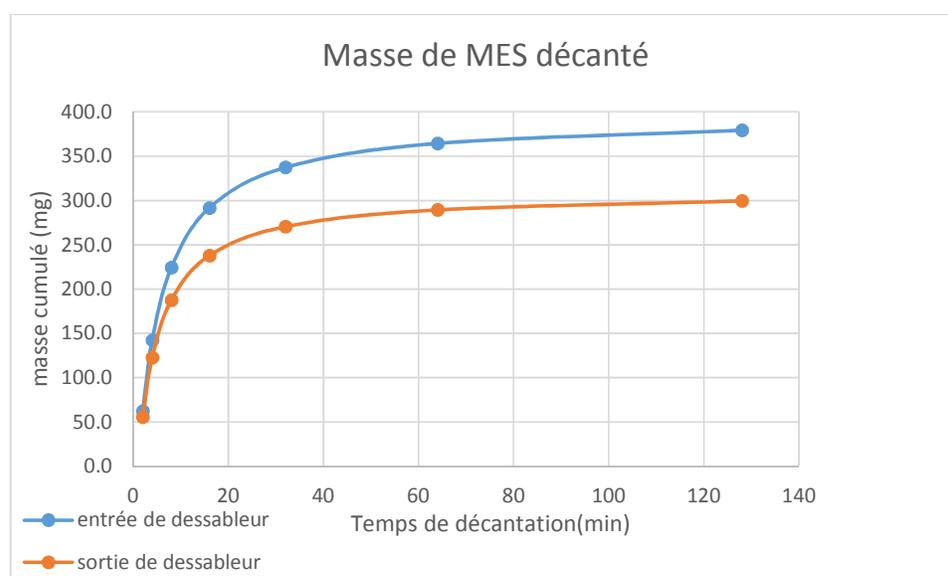


Figure 24 : Comparaison de la masse cumulé de MES en fonction du temps en entrée et sortie du dessableur

Ici on voit qu'il y a plus de matières en suspension qui ont décanté dans le test ViCAs en entrée du dessableur. En effet pour un même temps de décantation donné la masse cumulée de MES décanté est toujours supérieure en entrée du dessableur

En entrée du dessableur, près de 380 mg ont décanté au bout de 128 minutes alors qu'en sortie du dessableur c'est environ 300 mg.

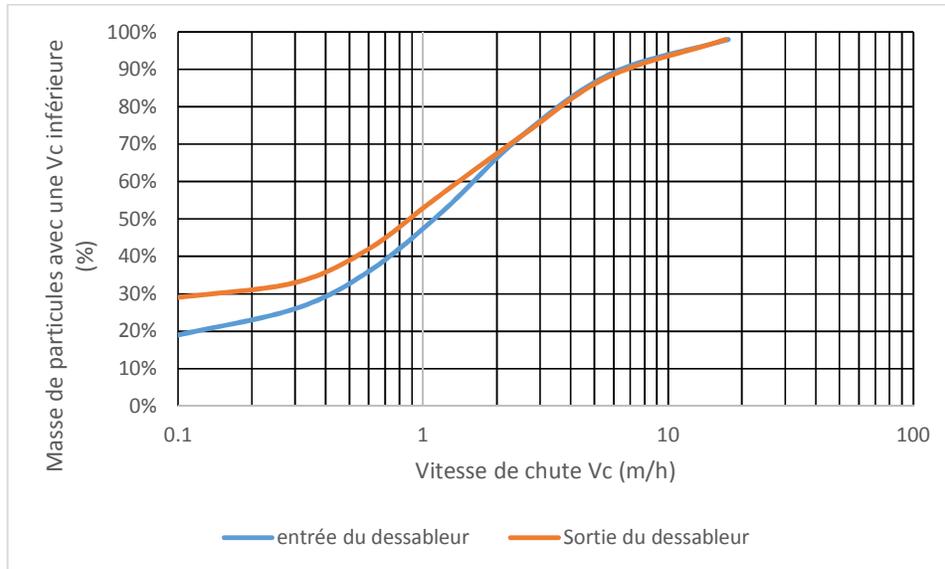


Figure 25 : Comparaison de la masse de particules avec une vitesse de chute supérieure en fonction de la vitesse de chute en entrée et en sortie du dessableur.

En figure 25 on peut voir que les MES en entrée du dessableur ont une vitesse de chute supérieure aux MES en sortie de dessableur. En effet en entrée moins de 20% de la masse totale des MES a une vitesse de chute inférieure à 0.1m/h contre 30% en sortie.

On voit que les deux courbes sont toutes les deux confondues pour des vitesses de chutes importantes. Cela ne nous permet donc pas de réellement conclure sur l'efficacité du dessableur. Il doit normalement permettre d'enlever les sables qui sont les particules les plus rapides à sédimenter.

À partir du test de MES de l'échantillon avant et après manipulation on obtient les résultats suivants :

Tableau 1 Comparaison de la concentration de MES avant et après un ViCAs pour l'entrée et la sortie d'un dessableur

	Concentration de MES initiale	Concentration de MES finale
Entrée du dessableur	218.5mg/L	34.7mg/L
Sortie du dessableur	175.2mg/L	47.8mg/L

Ces résultats nous permettent donc de voir qu'il y a plus de MES en entrée qu'en sortie du dessableur, d'autre part on voit aussi qu'il reste plus de MES dans l'eau de sortie du dessableur après le test ViCAs qu'en entrée. On peut donc en conclure que beaucoup de MES ont été enlevées par le dessableur.

D'après ces résultats on peut écrire le bilan du ViCAs :

Bilan pour l'entrée du dessableur :

$$m_{initiale} = 218.5 \times \pi \times 0.035^2 \times 0.587 \times 1000 = 493mg$$

$$m_{finale} = 34.7 \times \pi \times 0.035^2 \times 0.587 \times 1000 = 78mg$$

$$m_{extrait} = 373mg$$

$$\frac{493 - 373 - 78}{493} \times 100 = 9\%$$

Le ViCAs réalisé en entrée du dessableur est donc accepté.

Il en est de même avec le ViCAs réalisé en sortie de dessableur pour lequel on a une marge d'erreur de 5%.

Lors de la prise d'échantillon, un problème nous a sauté aux yeux : en entrée du dessableur, nous pouvons échantillonner à différentes profondeurs, et selon la profondeur, la turbidité de l'eau semble ne pas être la même. On est donc en droit de penser que la concentration en MES n'est pas uniforme à l'entrée du dessableur. Vient alors la question comment varie-t-elle avec la profondeur ? En effet il serait intéressant de dresser un profil de répartition des MES en fonction de la profondeur de la canalisation.

Un autre point qui mérite d'être soulevé est la présence de sable. En effet on parle avec le ViCAs de matière en suspension, le sable par exemple, mais également des matières organiques, or le dessableur, comme son nom l'indique a pour principal but d'enlever les particules les plus denses et notamment le sable. La vitesse de sédimentation d'une particule s'écrit :

$$u_{p(t)} = \sqrt{\frac{4g}{3C_d\phi} \left(\frac{\rho_p - \rho_w}{\rho_w} \right) d_p} = \sqrt{\frac{4g}{3C_d\phi} (sg_p - 1) d_p} \quad (8)$$

Avec

ϕ facteur de forme (sans unité): $\phi=2$ pour un grain de sable, $\phi=20$ pour un flocc

C_d = Coefficient de traînée (sans unités) Sa valeur dépend de la forme de la particule et du régime d'écoulement ($C_d = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34$)

sg_p = densité des particules

ρ_p = Masse volumique de la particule ($\frac{kg}{m^3}$)

ρ_w = Masse volumique de l'eau ($\frac{kg}{m^3}$)

g = accélération de la gravité ($9.81m/s^2$)

d_p = diamètre de la particule(m)

Le sable est l'une des particules les plus denses, donc l'une des particules décantant le plus vite. Durant un test ViCAs on étudie la vitesse de chute de toutes les MES sur plus de 4h. Lorsqu'on s'intéresse au sable il n'est pas nécessaire de prolonger un ViCAs aussi longtemps. Ainsi nous avons décidé de faire un nouveau protocole ViCAs sur 70 minutes avec 7 mesures. Cela permet de gagner du temps (lancer plus d'expériences) mais également d'avoir des résultats plus précis sur la période qui nous intéresse.

4.2 Étude du pilote avec FBRM

Nous avons décidé d'étudier l'eau brute du pilote de traitement des eaux usées de l'université Laval. Nous étions alors par temps de pluie et du bicarbonate de soude avait été introduit dans le bassin tampon pour augmenter le pH.

Nous avons d'abord réalisé un ViCAs sur 70 minutes dont les résultats sont les suivants :

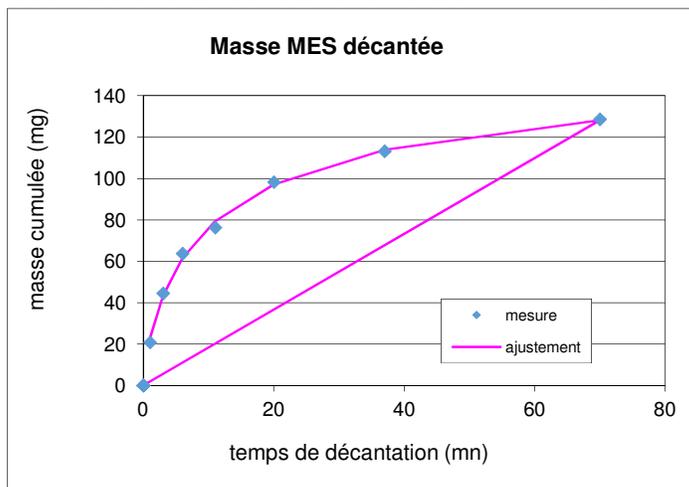


Figure 26 Masse cumulé de MES ayant sédimenté durant un ViCAs

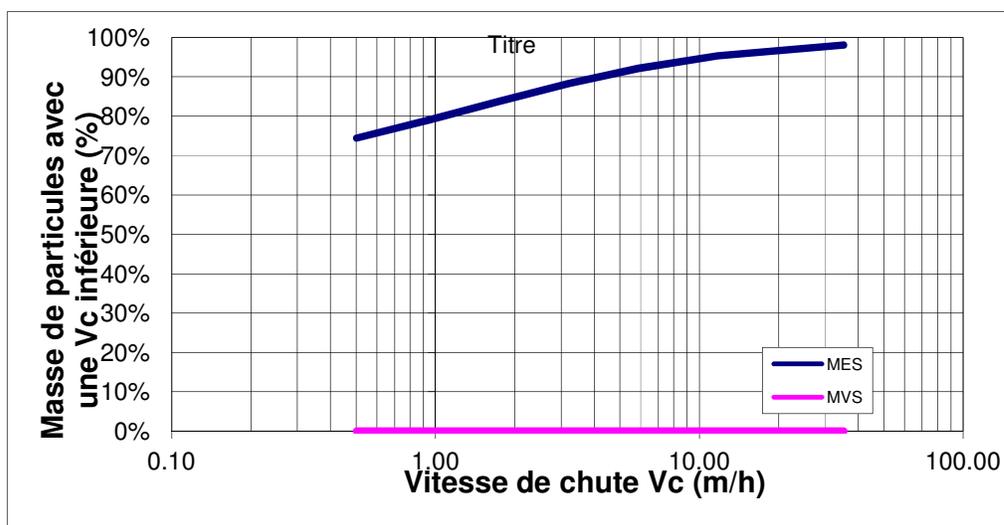


Figure 27 Répartition des vitesses de chutes des MES

Concentration de MES initiale : 169.1mg/L

Concentration de MES finale : 130.7mg/L

On peut voir que notre échantillon n'est pas très chargé en MES et que ces MES ne sédimentent pas très vite. Notre bilan de masse est de 11% et notre mesure est donc correcte.

Nous avons ensuite réalisé un test FBRM avec le même échantillon :

Courbe # cordes/sec

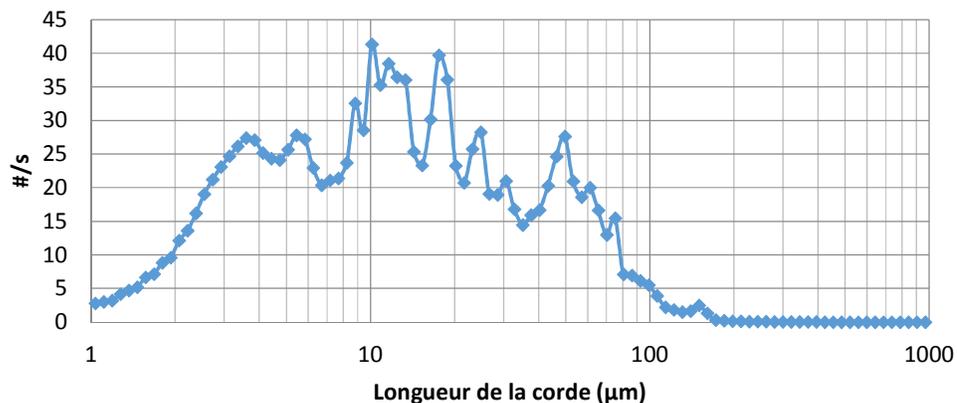


Figure 28 Courbes représentant la longueur de la corde des MES

On constate que la courbe n'est pas lisse, ce qui est probablement dû à des particules qui sont restés collé à la sonde durant une partie du test. Il aurait été préférable de refaire le test FBRM afin d'avoir une courbe plus lisse. Cependant par manque de temps nous n'avons pas pu refaire de test.

On peut cependant constater que les MES dans l'échantillon sont très fines, en effet la longueur de corde maximum observée est environ 150µm. Les dessableurs actuels permettent de récupérer tous les sables d'un diamètre inférieur à 240µm. D'après des études il serait intéressant de supprimer tous les sables d'un diamètre inférieur à 100µm. Pour une eau telle que celle-ci on voit que l'utilisation d'un dessableur ne serait pas d'une grande utilité.

Si on compare les résultats obtenus avec le ViCAs et ceux obtenus avec le FBRM on voit que les résultats sont cohérents entre eux. En effet le ViCAs nous a permis de voir que les particules décantaient lentement et que l'échantillon était peu chargé en MES. Le FBRM permet lui de nous rendre compte que nous sommes en présence de particules fines, qui ont donc peu de chance de sédimenter rapidement.

4.3 Étude de MES sur les échantillons récupérés en station d'épuration Beauport.

Lors de notre second échantillonnage à la station Beauport, nous avons récupéré de l'eau usée selon un profil horizontal et un profil vertical. Chacun de nos échantillons avait un volume de 1L. On ne pouvait donc pas faire de test ViCAs avec. Nous avons donc fait pour chacun des échantillons un test de MES simple en triplicata.

L'échantillonnage a été fait par temps de pluie.

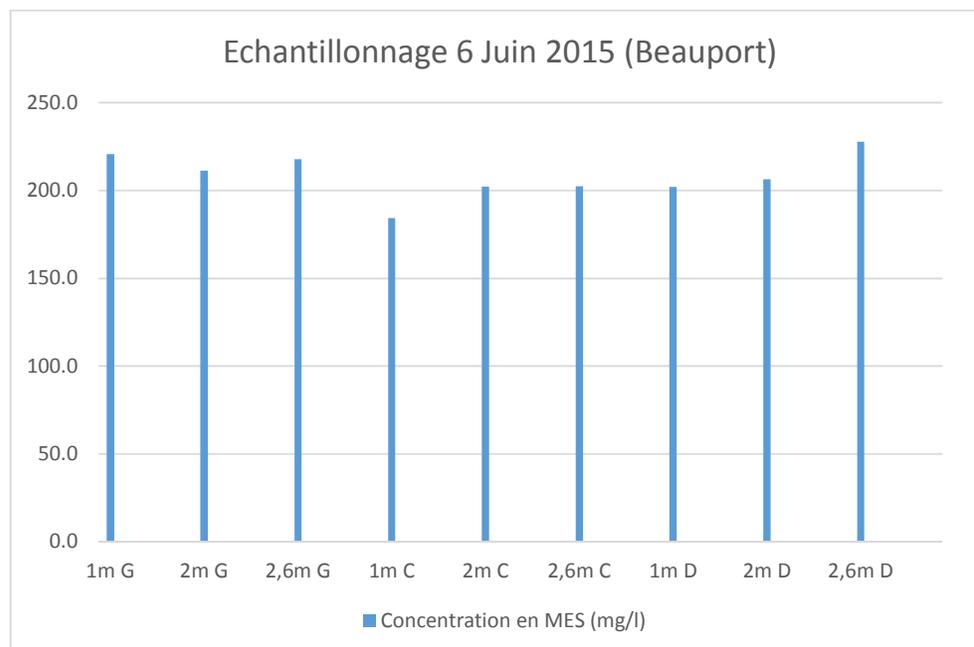


Figure 29 Concentration de MES à différents points en entrée de la station Beauport

En premier lieu il est important de dire qu'aucun échantillon n'a été invalidé par un coefficient de variation supérieur à 10%.

Lorsqu'on regarde les résultats il est difficile d'en tirer une conclusion quant à la répartition des MES dans l'entrée du dessableur. On voit tout de même que tous les résultats sont compris entre 180 et 230mg/L de MES, ce qui correspond à une concentration assez homogène.

L'échantillonnage a été fait par temps de pluie, il est possible que cela change quelque peu nos résultats. Il serait intéressant de pouvoir échantillonner par temps sec alors que les eaux usées sont moins diluées et qu'il y a moins de turbulence dans l'entrée du dessableur. Il faut également remettre en cause l'échantillonneur fait maison qui n'est pas d'une grande précision.

Afin d'améliorer la mesure il pourrait être intéressant de mesurer les matières volatiles en suspensions (MVS). Les matières volatiles en suspension regroupent toutes les MES qui se sont volatilisées durant la calcination. Faire un test de MVS revient à un test de MES puis à passer les filtres à 500 degrés Celsius pendant une heure. On obtient alors sur les filtres les matières

non volatiles notamment le sable qu'on pèse. Puis on calcule la différence afin d'obtenir la quantité de MVS dans l'échantillon. Cependant cette technique demande d'avoir préalablement préparé des filtres en les calcinant à 500 degrés Celsius pendant une heure, en plus du conditionnement MES. Il faut environ une heure pour que le four soit à température et on ne peut pas passer plus de neuf filtres en même temps. C'est pourquoi nous n'avons pas utilisé cette méthode.

5 Conclusion :

Durant ce stage mon but était de lancer le projet dessableEAU, je devais accompagner un étudiant à la maîtrise dans son projet qui venait d'être lancé. J'ai pu étudier plusieurs techniques de caractérisation des MES dans l'eau usée et j'ai commencé à caractériser l'eau en entrée et en sortie de dessableur. Il est difficile d'exploiter correctement mes résultats car je n'ai pas encore de valeurs comparatives.

En intégrant le groupe modelEAU j'ai appris à travailler en autonomie, et à mieux gérer mon temps et mon espace. En effet chaque expérience que j'ai réalisée devait être prévue à l'avance car il fallait que je prépare des filtres, et que j'échantillonne. Nous étions plusieurs à utiliser le même matériel tel que les filtres Büchner ou les dessiccateurs par exemple. De plus chaque échantillon ne peut être conservé que 24h en chambre froide. Il fallait donc prévoir parfois plusieurs jours à l'avance à quel moment devaient être fait nos tests. Il a également fallu parfois que je change de rôle. En effet à trois reprises je suis allé aider les professionnels de laboratoire afin de déplacer les meubles du pilote. Cela a pour moi était une bonne expérience car j'ai vraiment eu la sensation de pouvoir rendre service à l'équipe.

Chaque mercredi après-midi l'équipe modelEAU se retrouve pour une réunion d'une heure : le cafEAU. Plus qu'une réunion, c'est l'occasion chaque semaine d'une présentation sur l'avancement des recherches ou sur la présentation de méthode. J'ai donc pu apprendre un peu plus sur les autres projets menés en parallèle au projet dessableEAU ainsi que sur les autres groupes de recherche comme ceux sur la gestion de l'eau potable. J'ai également eu la chance de pouvoir assister à deux séminaires de doctorat et une conférence sur le traitement de l'eau et la valorisation des eaux usées.

Le problème que j'ai principalement eu durant mon stage est un problème de temps, en effet le projet dessableEAU est un projet très récent, Jessy Carpentier l'étudiant à la maîtrise que j'ai assisté est le premier des trois étudiants à travailler sur le projet. Il est arrivé quelques jours après moi et a passé quelque temps à travailler la théorie. Mon stage a donc mis assez longtemps à se lancer, c'est l'un des principaux problèmes que j'ai rencontré car je n'ai finalement eu que peu de résultats qui sont difficiles à exploiter.

La fabrication de l'échantillonneur et la mise au point du protocole d'échantillonnage ont vraiment été formatrices pour moi. En effet nous nous sommes retrouvés devant une nécessité qui était de prendre des échantillons représentatifs en profondeur, avec des problématiques comme celle de pouvoir transporter facilement nos échantillons. Nous avons dû réfléchir aux différents moyens pour répondre à cette nécessité tout en prenant en compte les différentes problématiques.

Pour chacun des tests je devais échantillonner, expérimenter et conclure sur mes résultats. Je trouve cela très formateur et cela m'a permis de mieux comprendre le principe et le but de chacun de mes tests. Ce stage a confirmé et validé mon choix d'orientation en Génie Chimique Génie des Procédés et m'a donné envie de poursuivre vers une carrière d'ingénieur. D'une manière plus générale, ce stage a été une véritable découverte du monde professionnel dans lequel on est un véritable acteur. Rien à voir avec les emplois saisonniers. J'ai compris la notion

de travail d'équipe et l'émulation que procure la mise en place d'un projet qui s'inscrit dans une démarche motivante.

Partir au Canada m'a également permis de découvrir une nouvelle culture, de nouvelles façons de voir le monde, de travailler et d'étudier. Comme tout nouvel arrivant dans un pays étranger j'ai dû faire face aux exigences du quotidien, j'ai dû m'adapter à un nouveau cadre, j'ai dû créer de nouvelles relations et m'intégrer très rapidement. Au-delà de la découverte du monde du travail j'ai appris à être autonome au quotidien loin de mes repères habituels. Mais j'ai aussi eu l'occasion unique de rencontrer des personnes différentes, canadiens mais aussi originaires de différents pays du monde qui m'ont accueilli, aidé et avec lesquels j'ai sympathisé et passé des moments inoubliables.

6 Bibliographie

http://us.mt.com/us/en/home/supportive_content/specials/Lasentec-FBRM-Method-of-Measurement.html

http://ca.mt.com/ca/fr/home/products/L1_AutochemProducts/FBRM-PVM-Particle-System-Characterization/FBRM.html

http://modeleau.fsg.ulaval.ca/fileadmin/modeleau/documents/Publications/MSc_s/berroua_rdemilie_msc.pdf

104Chebbo G. et Gromaire M.-C. 2009. VICAS—An operating protocol to measure the distributions of suspended solid settling velocities within urban drainage samples. J.Environ.Eng., 135(9), 768-775.

Chebbo G., Gromaire M.-C. et Lucas E. 2003a. Protocole VICAS: mesure de la vitesse de chute de MES dans les effluents urbains. TSM, 12, 39-49.

Chebbo G., Bertrand-Krajewski J.L., Gromaire M.-C. et Aires N. 2003b. Répartition des polluants des eaux urbaines par classes de vitesses de chute. Partie A: description des protocoles de mesure. TSM, 12, 50-58

Development and Calibration of a Grit Settling Column Andrew Gwinn1*, Kwabena Osei1, Jeremy Fink1, Robert Andoh1

CARACTÉRISATION DE LA TAILLE DES PARTICULES ET DE LEUR VITESSE DE CHUTE EN DÉCANTATION PRIMAIRE Mémoire de maîtrise en génie des eaux Maîtrise ès sciences (M.Sc.)

Optimal Grit Removal and Control in Collection Systems and at Treatment Plants Kwabena Osei and Robert Andoh

SOP modeleAU : FBRM, ViCAs, MES/MVES

GLOSSAIRE :

Dessableur : Organe du traitement préliminaire servant à séparer les sables et les huiles de l'eau.

Dessicateur : Verrerie piégeant l'humidité de l'air afin de conserver au sec.

FBRM : Test permettant de caractériser la taille des particules en suspensions

filtre buchner : filtration accéléré par mise sous vide

floc : Agglomération de particules organiques

Mectan : Nom du dessableur à Vortex de John Menier Inc

MES : Matières en suspension : peuvent-être organiques ou minérales. Il est important de les éliminer

SIMDUT : Signalisation canadienne en laboratoire.

STEP : Station d'épuration

SOP : Fiche récapitulative du but, du principe, du mode opératoire et de l'exploitation des données relatives à une expérience

ViCAs : Test permettant de déterminer la distribution de la vitesse de chute des particules

Vortex : Tourbillon d'eau résultant de la force centrifuge

Titre : Étude de différents types de dessableurs

Résumé en français :

Ce rapport présente mon stage de fin d'études de DUT Génie Chimique Génie des Procédés. Ce stage s'est déroulé à l'université Laval à Québec Canada.

Cette université accueille le groupe de recherche ModelEAU qui a pour but d'améliorer les processus de traitement des eaux usées en station d'épuration ainsi qu'à assainir l'eau des rivières et des réseaux urbains. DessableEAU est le nouveau projet de ModelEAU et vise notamment à créer un protocole permettant de caractériser la qualité de l'eau en entrée et en sortie d'un dessableur. Celui-ci doit pouvoir être utilisable pour tous types de dessableurs.

Je suis intervenu dans ce projet sur la caractérisation de l'eau en entrée du dessableur.

Il convient dans un premier temps de bien connaître le contexte spécifique aux stations d'épuration de la ville de Québec et les dessableurs utilisés.

La caractérisation de l'eau passe par la mesure de la concentration des matières en suspension. Afin de valider notre démarche il a fallu effectuer un travail de mesures et de préparation de filtrage.

Nous avons dû réaliser différents tests visant à caractériser les matières en suspension tant dans leur comportement que dans leur concentration.

Tous les essais réalisés, ont été fait avec de l'eau usée prélevée en station d'épuration et nous avons dû adapter nos procédures d'échantillonnage.

Title: Studies of various types of desanders

Abstract in english:

This report present my internship of DUT Chemical Engineering and Process Engineering. This internship took place at the university Laval in Québec Canada. In this university, the group modelEAU which aims at improving processing procedure of waste water in water-treatment plants as well as to clean up the water of rivers and city networks. DessableEAU is the new project of ModelEAU and aim in particular at creating a protocol allowing to characterize the quality of the water in entrance and got out of it from a desander.

I intervened in this project to move forward on the characterization of the water in entrance of the desander.

It is advisable at first to know well the specific context about the water-treatment plants of the city of Quebec and the used desanders.

The characterization of the water passes by the measure of the concentration of suspension materials. To validate our approach it was necessary to make a work of measures and preparation of filtering. We had to realize various test to characterize suspension materials both in their behavior and in their concentration.

All the relized tries, were made with the waste water in water-treatment plant and we had to adapt our procedures of sampling

Discipline : Génie Chimique Génie des Procédés

Société d'accueil : Laboratoire ModelEAU, Université Laval Québec