

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

OPTIMISATION DE LA DÉSHYDRATATION ET DU CONDITIONNEMENT DE
BOUES PROVENANT DE TRAITEMENTS PRIMAIRES ET SECONDAIRES
D'EFFLUENTS DE PAPETIÈRES

Mémoire présenté à

L'Institut National de la Recherche Scientifique

comme exigence partielle à l'obtention de la

Maîtrise ès Sciences (Eau)

par

Martine Proulx

Mars 1998



REMERCIEMENTS

J'aimerais premièrement remercier mon directeur de thèse, M. R.D. Tyagi, ainsi que l'INRS-Eau qui m'ont permis de réaliser un projet spécial, celui de réaliser ma thèse dans un environnement très enrichissant et intéressant, le milieu industriel.

L'implication du groupe Envirotem, filiale de Tembec inc. à Témiscaming a été des plus importante pour l'exécution des travaux. Je tiens à remercier plus particulièrement M. Luc Beaudoin et M. Richard Mayhew pour leur implication, intérêt et support dans mes travaux tout au long de mon séjour.

Je dois souligner également le soutien et l'encouragement de mes parents et de mon frère Jean-François Proulx dans le cadre des travaux de maîtrise ainsi que pour tous les autres projets que j'ai effectués jusqu'à présent.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	III
LISTE DES TABLEAUX	VIII
LISTE DES FIGURES	X
RÉSUMÉ	XI
INTRODUCTION	1
1 REVUE DE LA DOCUMENTATION SCIENTIFIQUE	5
1.1 Facteurs qui influencent la déshydratation des boues	5
1.1.1 Tailles des particules	5
1.1.2 Le mélange	6
1.1.3 Temps d'entreposage des boues	7
1.1.4 Le pH des boues	7
1.1.5 La température des boues	7
1.1.6 Le conditionnement des boues	7
1.1.7 La composition des boues	9
1.2 Techniques de conditionnement des boues	10
1.3 Paramètres de contrôle	12
1.4 Équipements utilisés pour la déshydratation des boues	13
1.5 Disposition des boues	14
1.6 Problématique du complexe de Témiscaming	15
1.6.1 Description des différentes divisions du site à Témiscaming	16
1.6.1.1 Temboard	16
1.6.1.2 Temcell I	16
1.6.1.3 Temcell II	16
1.6.1.4 Tembec	16
1.6.2 Traitement des eaux usées sur le site de Tembec	17
1.6.3 Déshydratation des boues	19
1.6.3.1 Procédé de déshydratation des boues	19
1.6.3.2 Déversements accidentels	21
1.6.4 Disposition finale des boues	23

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES	25
2.1 Objectifs	25
2.2 Matériel utilisé	25
2.3 Essais à pleine échelle	26
2.3.1 Essais des coagulants et polymères des différents fournisseurs	26
2.3.1.1 Description des essais	27
2.3.1.2 Produits utilisés	27
2.3.1.3 Évaluation des programmes	29
2.3.1.4 Hypothèses de travail	31
2.3.2 Utilisation de la sciure de bois comme aide à la déshydratation des boues	32
2.3.2.1 Description de l'essai PE-6	33
2.3.2.2 Produits utilisés	34
2.3.2.3 Évaluation de l'essai	34
2.4 Essais en laboratoire	34
2.4.1 Essai de drainage en laboratoire	35
2.4.1.1 Fabrication des solutions de polymères	35
2.4.1.2 Déroulement des essais de drainage en laboratoire	35
2.4.1.3 Calcul des volumes de filtrats	36
2.4.2 Description des essais	37
2.4.2.1 Effet de la variation de température	37
2.4.2.2 Effet de la variation de pH	37
2.5 Description des méthodes analytiques	37
2.5.1 Solides totaux et matières en suspension	37
2.5.2 pH	37
2.5.3 Conservation des solutions de polymères	37
3 ESSAIS À PLEINE ÉCHELLE	39
3.1 Résultats des essais de coagulants et polymères des différents fournisseurs	39
3.1.1 Siccité à différents sites	39
3.1.1.1 Essai PE-1	40
3.1.1.2 Essai PE-2	41
3.1.1.3 Essai PE-3	42
3.1.1.4 Essai PE-4	43
3.1.1.5 Essai PE-5	44
3.1.2 Matières solides en suspension dans les filtrats	45
3.1.2.1 Essai PE-1	46
3.1.2.2 Essai PE-2	47
3.1.2.3 Essai PE-3	47
3.1.2.4 Essai PE-4	48
3.1.2.5 Essai PE-5	49
3.1.3 Ratio de boues primaires/secondaires	50

3.1.3.1 Essai PE-1	50
3.1.3.2 Essai PE-2	51
3.1.3.3 Essai PE-3	52
3.1.3.4 Essai PE-4	53
3.1.3.5 Essai PE-5	54
3.1.4 Dosage des produits	55
3.1.4.1 Essai PE-1	55
3.1.4.2 Essai PE-2	56
3.1.4.3 Essai PE-3	57
3.1.4.4 Essai PE-4	58
3.1.4.5 Essai PE-5	59
3.1.5 Coût de conditionnement	60
3.2 Évaluation des programmes	63
3.2.1 Observations	66
3.2.1.1 Ratio de boues primaires/secondaires	66
3.2.1.2 Déversements	67
3.3 Résultats de l'utilisation de la sciure de bois comme aide à la déshydratation des boues	68
3.3.1 Siccité des boues à différents sites	69
3.3.2 Observations	74
3.4 Critique de la méthode utilisée	75
3.4.1 Essais à pleine échelle avec les différents fournisseurs	75
3.4.2 Essai avec la sciure de bois	77
4 ESSAIS À L'ÉCHELLE LABORATOIRE	79
4.1 Résultats	79
4.1.1 pH	79
4.1.1.1 Essai LAB1	79
4.1.1.2 Essai LAB2	80
4.1.1.3 Essai LAB3	80
4.1.2 Température	81
4.1.2.1 Essai LAB4	81
CONCLUSION	83
5.1 Essais à pleine échelle des différents fournisseurs	83
5.1.1 Recommandations essai à pleine échelle	84
5.1.1.1 Optimisation du dosage des produits	84
5.1.1.2 Optimisation du mélange des boues et des produits	85
5.1.1.3 Préparation de la solution de polymère	85
5.1.1.4 Réduction du dosage des produits et augmentation de la siccité finale des boues	86
5.1.1.5 Bilan de masse	86

5.1.1.6 Planification des essais à pleine échelle	87
5.1.1.7 Suivi de l'opération	87
5.2 Essai à pleine échelle avec la sciure	88
RÉFÉRENCES	91

ANNEXE A: Données d'opération et de laboratoire pour les essais des différents fournisseurs

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1: Caractéristiques des effluents envoyés au traitement des eaux du moulin de sulfite.....	17
Tableau 2.1: Déroulement des essais des programmes choisis.....	28
Tableau 2.2: Descriptions des produits des 4 programmes évalués.....	28
Tableau 2.3: Programme pour l'évaluation des essais à pleine échelle.....	29
Tableau 2.4: Coûts des réactifs de conditionnement des boues utilisés pour chacun des programmes.....	31
Tableau 3.1: Coûts de conditionnement durant l'essai PE-1.....	61
Tableau 3.2: Coûts de conditionnement durant l'essai PE-2.....	61
Tableau 3.3: Coûts de conditionnement durant l'essai PE-3.....	62
Tableau 3.4: Coûts de conditionnement durant l'essai PE-4.....	62
Tableau 3.5: Coûts de conditionnement durant l'essai PE-5.....	63
Tableau 3.6: Performances des programmes par rapport au ratio primaire/secondaire.....	65
Tableau 3.7: Évaluation des programmes.....	66
Tableau 3.8: Valeurs de pH et de conductivité des boues mélangées lors de l'essai PE-6.....	73
Tableau 3.9: Données d'opération de la presse et de la table de gravité durant l'essai PE-6.....	75
Tableau 4.1: Volumes drainés obtenus en 10 secondes en fonction du pH lors de l'essai LAB1.....	79
Tableau 4.2: Volumes drainés obtenus en 10 secondes en fonction du dosage lors de l'essai LAB2.....	80
Tableau 4.3: Volumes drainés obtenus après 10 secondes pour chacun des dosages à différents temps de mélange à pH=3 lors de l'essai LAB3.....	81
Tableau 4.4: Volumes drainés obtenus en 10 secondes en fonction de la température lors de l'essai LAB4.....	82

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1: Schéma général du traitement des eaux usées	18
Figure 1.2: Schéma général du procédé de déshydratation des boues	22
Figure 3.1: Siccités des boues mélangées, des boues à la sortie de la table et de la presse lors de l'essai PE-1	41
Figure 3.2: Siccités des boues mélangées, des boues à la sortie de la table et de la presse lors de l'essai PE-2	42
Figure 3.3: Siccités des boues mélangées, des boues à la sortie de la table et de la presse lors de l'essai PE-3	43
Figure 3.4: Siccités des boues mélangées, des boues à la sortie de la table et de la presse lors de l'essai PE-4	44
Figure 3.5: Siccités des boues mélangées, des boues à la sortie de la table et de la presse lors de l'essai PE-5	45
Figure 3.6: Concentration de matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-1	46
Figure 3.7: Concentration de matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-2	47
Figure 3.8: Concentration de matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-3	48
Figure 3.9: Concentration de matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-4	49
Figure 3.10: Concentration de matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-5	50
Figure 3.11: Siccités des boues à la sortie de la presse et ratios de boues primaires/secondaires lors de l'essai PE-1	51
Figure 3.12: Siccités des boues à la sortie de la presse et ratios de boues primaires/secondaires lors de l'essai PE-2	52
Figure 3.13: Siccités des boues à la sortie de la presse et ratios de boues primaires/secondaires lors de l'essai PE-3	53
Figure 3.14: Siccités des boues à la sortie de la presse et ratios de boues primaires/secondaires lors de l'essai PE-4	54
Figure 3.15: Siccités des boues à la sortie de la presse et ratios de boues primaires/secondaires lors de l'essai PE-5	55
Figure 3.16: Ratios de boues primaires/secondaires et dosages totaux des produits lors de l'essai PE-1	56
Figure 3.17: Ratios de boues primaires/secondaires et dosages totaux des produits lors de l'essai PE-2	57
Figure 3.18: Ratios de boues primaires/secondaires et dosages totaux des produits lors de l'essai PE-3	58
Figure 3.19: Ratios de boues primaires/secondaires et dosages totaux des produits lors de l'essai PE-4	59
Figure 3.20: Ratios de boues primaires/secondaires et dosages totaux des produits lors de l'essai PE-5	60

Figure 3.21: Siccités des boues à la l'entrée et sortie de la table de gravité et siccités des boues à la sortie de la presse lors de l'essai PE-6.....	70
Figure 3.22: Débits de boues durant l'essai PE-6.....	71
Figure 3.23: Concentration de matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-6.....	73

RÉSUMÉ

La mise en vigueur de nouvelles normes environnementales concernant le traitement des effluents a eu pour conséquence d'augmenter considérablement la production de boues primaires et secondaires pour l'ensemble des papetières au pays. Les travaux effectués dans le cadre de ce mémoire visaient principalement à améliorer le conditionnement et la déshydratation des boues générées par le traitement des eaux usées provenant des différentes divisions de Tembec à Temiscaming.

Des essais à pleine échelle ont été réalisés sur le site de la compagnie Tembec afin de vérifier si la performance de divers produits sous différentes conditions d'opérations permettait d'atteindre les principaux objectifs soient d'atteindre un siccité finale élevée des boues ainsi qu'une bonne rétention des solides. Il s'est avéré que les résultats de la compagnie Diachem étaient nettement supérieurs en ce qui concerne le coût de conditionnement par tonne, la siccité finale des boues ainsi que la qualité des filtrats (capture des solides). L'évaluation s'est avérée difficile à effectuer en raison des différentes conditions d'opération telles que les déversements qui se produisent de temps à autre dans l'usine ainsi que des hypothèses qui ont dû être posées au niveau du bilan de masse.

De la sciure de bois a été ajoutée comme aide à la déshydratation des boues lors d'un essai à pleine échelle avec les équipements en place sur le site à Témiscaming. Les valeurs de siccité finale des boues ont été en moyenne de 30,2% lorsque le dosage habituel de polymère était utilisé, de 27,3% pour un dosage réduit de polymère et de 26,7% lorsque la sciure de bois était ajoutée à la sortie de la table de gravité. L'essai n'a donc pas démontré de gain au niveau de la siccité des boues lorsque la sciure a été ajoutée. Il serait intéressant de voir l'impact de l'ajout de la sciure mélangée de façon plus homogène c'est-à-dire dans le réservoir de mélange des boues.

Il serait nécessaire d'apporter des modifications majeures pour les futurs essais à pleine échelle en ce qui concerne l'évaluation des performances. La période accordée pour réaliser les essais s'est avérée insuffisante pour pouvoir réaliser le plan de travail établi au départ. Les ressources affectées à ce projet, tant au niveau du personnel que de l'équipement, étaient nettement insuffisantes. Aussi, certains équipements n'étant pas calibrés ou installés correctement engendrent des erreurs au niveau de l'analyse des résultats. Des analyses en continu sont nécessaires pour permettre d'établir ou de vérifier des relations entre les différents paramètres.

Les essais réalisés en laboratoire avaient pour objectif de tenter de trouver des alternatives pour la réduction des coûts reliés à la déshydratation des boues. Il s'est avéré qu'une augmentation du pH des boues n'améliore pas le drainage. L'ajustement du pH des boues à 3 a permis d'augmenter de façon significative le drainage des boues pour les dix premières secondes en comparaison avec le pH initial de 5.6. Une augmentation de la température des boues a engendré une augmentation du volume d'eau drainé pour les dix premières secondes.

INTRODUCTION

Problématique des boues provenant du traitement des effluents des industries de pâtes et papiers

Il est reconnu depuis toujours que de très grandes quantités d'eau sont nécessaires aux unités de production dans les industries de pâtes et papiers; conséquemment, les déversements de leurs effluents chargés dans les cours d'eau ont un impact majeur sur l'environnement. Aujourd'hui, ce secteur de transformation de produits primaires est pointé du doigt et doit se conformer à une nouvelle réglementation tant au niveau fédéral que provincial en ce qui concerne la qualité de ses effluents.

Afin de parvenir à satisfaire les exigences de ces nouvelles lois, les papetières doivent se munir d'installations supplémentaires permettant d'effectuer un traitement secondaire de leurs effluents complétant ainsi l'action du traitement primaire existant. Les rejets solides de ce traitement secondaire sont des boues biologiques qui s'ajoutent à celles déjà existantes et causent des inquiétudes quant à leur gestion. Les alternatives les plus utilisées pour se débarrasser de ces boues sont l'enfouissement et l'incinération; ce qui implique qu'il est avantageux, voire nécessaire de réduire le contenu en eau de ces déchets. Dans la plupart des procédés, les produits qui sont ajoutés pour favoriser la séparation du solide et du liquide, soient le coagulant et le polymère, précèdent l'enlèvement de l'eau par action mécanique.

Lorsque le deuxième procédé consiste en un traitement biologique, il en résulte des boues indésirables en raison entre autres de leur propriété hydrophilique. Les dosages requis de coagulant et polymère pour conditionner ces boues secondaires augmentent considérablement même si elles sont mélangées avec les boues primaires qui se déshydratent plus facilement. Les coûts reliés à la déshydratation ainsi que leur élimination sont devenus de véritables casse-têtes pour les industries depuis l'entrée en vigueur des nouvelles normes. Il s'avère donc nécessaire pour chaque industrie

d'optimiser le procédé de déshydratation ainsi que de chercher les produits qui permettent d'obtenir la meilleure efficacité au meilleur coût.

Le défi pour l'ensemble des usines est maintenant de trouver des moyens de réduire les coûts d'exploitation du traitement des eaux ainsi que la disposition des rejets afin de permettre une meilleure rentabilité. Le traitement et la gestion des boues constituent une part importante de ce défi.

Le complexe de la compagnie Tembec situé à Témiscaming s'est ainsi trouvé face à une problématique d'envergure lorsqu'elle s'est vue dans l'obligation de réduire de près de 80% son niveau de tolérance de DBO_5 en prévision de la mise en vigueur des nouvelles normes provinciales. Des modifications au traitement secondaire biologique mis en fonction en 1992 devront être apportées afin de se conformer à ces règles. De plus, des études concernant la réutilisation des eaux usées à l'intérieur de l'usine ont débuté en prévision de l'application de ces normes. Cette recirculation des eaux usées aura des impacts au niveau du traitement des eaux tels que la réduction de la production de boues primaires. La charge de DBO_5 à traiter augmentant, il y aura alors accroissement de la production de boues secondaires modifiant ainsi le ratio de boues primaires/secondaires actuel. De plus, il faudra retirer du système plus de boues afin de maintenir constant le même âge de boues. L'optimisation du procédé d'épuration des effluents de l'usine engendrera donc une croissance marquée des coûts d'exploitation à tous les niveaux.

M. R.D. Tyagi de l'INRS-Eau en collaboration avec Envirotem, filiale de la compagnie Tembec inc., ont entrepris un projet concernant l'optimisation de la déshydratation des boues sur le site de la compagnie Tembec inc. à Témiscaming. Dans le cadre de ce projet, les travaux auront pour objectif de déterminer l'efficacité des produits de différentes compagnies, d'analyser l'impact de l'utilisation de la sciure de bois comme aide à la déshydratation ainsi que de vérifier en laboratoire les effets de la variation de certains paramètres, tels que le pH et la température, aux boues mélangées sur le drainage.

L'analyse de ces différents résultats à pleine échelle sera utilisée pour sélectionner la compagnie qui fournira les produits pour le conditionnement des boues et déterminer s'il y a des avantages concernant l'ajout de la sciure de bois dans le procédé. Les résultats en laboratoire pourront être utilisés pour élaborer d'autres essais à pleine échelle.

Dû au fait que les travaux réalisés dans ce mémoire devaient servir la compagnie, certaines limitations ont été imposées telles que la durée des essais. Le plan de travail a été conçu afin de représenter au mieux les conditions d'opération qui prévaudraient lors de l'application des nouvelles normes environnementales. Le choix des différents fournisseurs de produits chimiques a également été établi par la compagnie. Cependant, le fait que la grande majorité des travaux de ce mémoire ont été effectués sur le site, avec les équipements industriels et en collaboration avec les gens de l'opération, a permis un apprentissage exceptionnel du procédé de déshydratation des boues.

1.1 Facteurs qui influencent la déshydratation

Plusieurs facteurs influençant la déshydratation des boues ont été rapportés dans la littérature: le contenu en cellulose, le pH et la charge des particules, le contenu organique, le contenu en eau liée, la viscosité du filtrat, l'alcalinité, la concentration en solides, le contenu en azote, le contenu en graisse, le conditionnement, le type de boue, le coefficient de compressibilité, la porosité, le mélange, la dégradation biologique ainsi que la taille des particules (Karr et Keinath, 1978).

1.1.1 Taille des particules

Le facteur le plus important serait la taille des particules (Karr et Keinath, 1978). Des analyses ont démontré que différentes boues (non traitées, primaires, activées et anaérobiques) ayant des distributions de particules semblables (ajustées préalablement) ont des caractéristiques similaires de déshydratation (Karr et Keinath, 1978). Les mêmes essais ont été réalisés avec des boues activées provenant d'une usine de production de nylon et de polyester et d'une station de traitement municipale (eaux domestiques) avec des valeurs de résistances spécifiques égales (Karr et Keinath, 1978). Les arguments invoqués expliquant les exceptions remarquées sont la variation de la distribution de particules à l'intérieur d'une taille, un changement des propriétés de la boue durant l'expérimentation, une erreur de mesure de la résistance spécifique et/ou de la distribution des particules et les autres facteurs qui ont pu affecter les caractéristiques de déshydratation (Karr et Keinath, 1978).

La taille du diamètre de la particule influence également la quantité d'eau qui "adhère" au solide: plus la taille de la particule est petite, plus la surface spécifique est grande et dépendant de son hydrophobicité, plus l'eau est liée par fraction de volume. La concentration des particules en suspension n'agit pas sur la grosseur des floes (Olböter et Vogelpohl, 1993); en effet, les structures sont déterminées par les liaisons de Van der Waals ou les liaisons polymer-polymer. Leur stabilité dépend des conditions de

croissance et peut être influencée par différents paramètres physico-chimiques. Olböter et Vogelpohl ont d'ailleurs obtenu que des particules ayant un diamètre critique entre 10 et 30 μm satisfont généralement pour représenter le procédé de floculation car cela varie selon les types de boues.

Une surface spécifique élevée est causée par la présence d'une proportion élevée de petites particules et nécessite une grande quantité de polymère afin de recouvrir toute ces surfaces; au fur et à mesure que les particules s'agglomèrent, il y a de plus en plus de grosses particules et la surface spécifique décroît (Olböter et Vogelpohl, 1993). Le meilleur résultat de déshydratation est atteint lorsque la surface spécifique est minimum.

La résistance spécifique est une mesure de la résistance offerte par la boue au retrait de l'eau. Plus la résistance est élevée, plus il est difficile de la déshydrater. (Karr et Keinath, 1978). Les particules dissoutes et les colloïdes ont une influence négligeable sur la déshydratation des boues contrairement aux supracolloïdes (particules dont la taille se situe entre 1 et 100 μm) qui agissent très significativement sur la résistance spécifique (Karr et Keinath, 1978). Les solides qui peuvent être sédimentés ont un impact supérieur sur cet indice (Karr et Keinath, 1978). Les boues non traitées ont la concentration la plus élevée de particules qui peuvent décanter.

1.1.2 Le mélange

L'impact du mélange sur la déshydratation des boues semble avoir une influence au niveau de la distribution de la taille des particules (Karr et Keinath, 1978). Les conséquences du mélange résultent en la libération des colloïdes qui sont liés faiblement à la surface des floccs; si le flocc est brisé, il peut y avoir détérioration permanente de la boue (Novak et Haugan, 1980). La quantité nécessaire pour le conditionnement des boues va augmenter avec une augmentation de la turbulence afin de neutraliser les biocolloïdes qui sont délogés de la surface des floccs (Novak et Haugan, 1980). Des études menées en ajoutant de l'argile aux boues avant le mélange montrent que l'argile

semble fournir des sites additionnels d'adsorption pour les biocolloïdes libérés par un mélange turbulent (Novak et Haugan, 1980).

1.1.3 Temps d'entreposage des boues

Le temps d'entreposage a de l'influence sur les caractéristiques de déshydratation des boues activées en absence d'air (Karr et Keinath, 1978). L'augmentation de la résistance spécifique de la boue semble être reliée principalement au changement de la distribution des particules, plus spécifiquement dans la concentration des supracolloïdes (Karr et Keinath, 1978).

1.1.4 Le pH des boues

Une diminution du pH des boues activées a amélioré la déshydratation; l'ajustement du pH semble avoir un impact sur la distribution des particules (Karr et Keinath, 1978). Le pH optimal constitue un compromis entre le pH nécessaire pour la coagulation (lié à la nature des colloïdes) et le pH nécessaire à la floculation (lié à la croissance du floc d'hydroxyde de fer ou d'aluminium) (Degrémont, 1989).

1.1.5 La température des boues

Il est possible d'obtenir un gâteau de 35% à 40% de solides si les boues secondaires sont chauffées avant la déshydratation alors qu'un conditionnement des boues (à 15\$/tonne de solides secs) avant la filtration sous vide ou la centrifugation produit un gâteau de 15% à 20% de solides (Evans, 1983).

1.1.6 Le conditionnement des boues

Les procédés de coagulation et de floculation facilitent l'élimination des matières en suspension et colloïdales (Degrémont, 1989). Les colloïdes (moins de 1 micron) sont des particules impossibles à décanter naturellement et pour lesquelles les phénomènes de surface sont primordiaux (Degrémont, 1989). Pour déstabiliser la suspension, il faut diminuer les forces de répulsion électrostatique afin de favoriser l'agglomération des colloïdes, c'est la coagulation qui réalise cette déstabilisation (Degrémont, 1989). La

coagulation est la déstabilisation des particules colloïdales par addition d'un réactif chimique, le coagulant (Degrémont, 1989). La floculation est l'agglomération de ces particules "déchargées" en micro-flocs, puis en flocons volumineux pouvant décanter, le floc. La floculation peut être améliorée par l'ajout d'un autre réactif: le floculant ou adjuvant de floculation (Degrémont, 1989). Les temps nécessaires pour les réactions de coagulation et floculation sont des paramètres essentiels, la cinétique est influencée par la nature du milieu, la température, la concentration en colloïdes, la présence d'inhibiteurs, etc. (Degrémont, 1989).

Le développement de polymères synthétiques et organiques pour le domaine du traitement des eaux usées a été annoncé depuis plusieurs années comme étant la solution aux nombreux problèmes de séparation des solides (Novak et Haugan, 1980). Une des applications les plus prometteuses pour ces polymères est le conditionnement des boues afin d'améliorer le taux de déshydratation ainsi qu'augmenter la concentration en solides des boues déshydratées (Novak et Haugan, 1980; Degrémont, 1989). Le conditionnement optimal de ces polymères devrait être à une dose moins élevée que celle des produits chimiques inorganiques (Novak et Haugan, 1980). Ces polymères varient en structure, en charge et en masse moléculaire et devraient être capables de s'adapter aux différentes caractéristiques des boues (Novak et Haugan, 1980).

Le conditionnement chimique des boues améliore les caractéristiques de la déshydratation; cela serait dû, en majeure partie, au changement dans la distribution des particules de la boue (Karr et Keinath, 1978). Cependant, d'autres facteurs peuvent influencer les caractéristiques de la déshydratation des boues tels que la rigidité de la structure des particules (Karr et Keinath, 1978). Le dosage optimal de polymère ne devrait jamais être déterminé par observations visuelles seulement; un surdosage de polymère va produire une boue hautement agglomérée mais les flocons peuvent produire un gâteau humide et détrempé qui peut difficilement être manipulé (Novak et Haugan, 1980). Il est préférable de déterminer la performance de la déshydratation en utilisant un

entonnoir Buchner ou bien un appareil mesurant le CST (Capillary Suction Time) ainsi qu'un temps de mélange identique à celui du procédé considéré (Novak et Haugan, 1980).

Lorsque les polymères cationiques sont mélangés à de faibles vitesses, le dosage requis pour la boue activée est presque indépendant de la concentration en solide des boues; ceci est dû au fait que le conditionneur cationique réagit premièrement avec les biocolloïdes anioniques non adsorbés. (Novak et Haugan, 1980). Une concentration de la boue élevée fournit une source de biocolloïdes importante; plus le mélange sera turbulent, plus le dosage requis de polymère sera élevé (Novak et Haugan, 1980). Des études suggèrent qu'il est possible d'économiser en ajoutant le polymère aux boues à vitesse faible de mélange dans les situations où la déshydratation suit immédiatement le conditionnement (Novak et Haugan, 1980).

1.1.7 La composition des boues

Des boues différentes requièrent des dosages différents de polymère pour atteindre une déshydratation maximum (Bowen et Keinath, 1984). Les propriétés biochimiques de chaque type de boues sont différentes et peuvent influencer le conditionnement (Bowen et Keinath, 1984). Un contenu élevé en hydrates de carbone favorisent la biofloculation; un dosage faible en polymère est escompté pour les boues qui ont un contenu en hydrates de carbone élevé. (Bowen et Keinath, 1984). L'effet des protéines est similaire à celui des hydrates de carbone; leur structure moléculaire possède des groupes qui peuvent servir de sites d'attachement pour les polymères. Malgré le fait que certains biopolymères contiennent des lipides, la présence de ceux-ci nécessite une augmentation du dosage de polymère requis pour la déshydratation. Les molécules de lipides ne contiennent pas de groupes qui sont capables de s'ioniser pour servir de site d'attachement pour les polymères (Bowen et Keinath, 1984).

Dans les boues secondaires, on retrouve principalement des bactéries de nature colloïdale, de tailles variant entre 0,1 et 10 μm de diamètre; elles sont hydrophiles et imperméables. Elles peuvent être déformées et possèdent une charge à leurs surfaces (Genco et

Carbonello, 1980). Elles sont donc caractérisées par leur nature gélatineuse, leur large volume de contenu en eau liée aux solides ainsi que leur résistance à la déshydratation (Randall et al., 1971). En raison de la charge organique élevée et/ou d'un ratio C/N défavorable avec une conception inadéquate de l'usine de traitement des eaux, des problèmes apparaissent qui résultent en des boues filamenteuses ou visqueuses avec de faibles aptitudes de déshydratation (Genco et Carbonello, 1980). La production de boues filamenteuses est le résultat d'une prolifération excessive de microorganismes filamenteux; ce phénomène est appelé foisonnement ("bulking"). Les déchets du traitement secondaire contiennent autour de 0,5 à 1% de solide sec alors qu'environ 4 à 7% de solide sec se retrouve dans ceux du traitement primaire pour l'industrie des pâtes et papiers (Penniman, 1977). Les boues résultantes du traitement secondaire ne peuvent généralement pas être asséchées en utilisant uniquement des moyens mécaniques (Genco et Carbonello, 1980).

Une faible corrélation entre la concentration d'ECP (polysaccharides extracellulaires) et la résistance spécifique à la filtration a été observée (Pere et al., 1993). L'obtention de boues secondaires visqueuses est souvent reliée à la production d'ECP (Pere et al., 1993).

1.2 Techniques de conditionnement des boues

Des boues activées ayant une concentration de 2 à 3% de solides provenant de différents moulins de pâte et papiers ont été traitées avec le réactif de Fenton dans le but d'améliorer les caractéristiques de déshydratation des boues. Les traitements ont eu lieu à des températures allant de 30 à 90°C pour des périodes variant de 2 à 24 heures. La capacité des boues à se déshydrater était déterminée par la mesure de la résistance spécifique à la filtration. Les résultats obtenus indiquent que la filtrabilité des boues étaient fortement dépendante de la température de la réaction ainsi que la concentration de peroxyde d'hydrogène du traitement oxydatif. Plus la température était élevée, plus le temps d'incubation requis diminuait et la quantité de peroxyde d'hydrogène pouvait être réduite. Le pH optimal se situait entre 2.5 et 3. Lorsqu'une faible concentration en peroxyde d'hydrogène était utilisée à un pH de 3, une température de réaction entre 80 et

90 °C était nécessaire pour obtenir une bonne déshydratation (Mustranta et Viikari, 1993). D'autres études de conditionnement sur des boues provenant de différents procédés (Kraft, TMP, NSSC, Sulfite Deinking) ont été réalisées avec des concentrations de peroxyde d'hydrogène et de sulfate ferreux de 0,1% et 0,5 mM respectivement et ont démontré une amélioration de la déshydratation des boues analysées (Pere et al., 1993). Le traitement oxydatif a été le plus efficace pour les boues provenant des usines fortement chargés en matières organiques (NSSC et Sulfite Deinking) (Pere et al., 1993).

Habituellement, les boues biologiques conditionnées avec des polyélectrolytes sont normalement mélangées à de la boue primaire (fibre) ou de l'écorce avant de passer dans la presse. La même méthode utilisée en laboratoire avec le traitement oxydatif et les polyélectrolytes ont démontré des résultats presque similaires (Pere et al., 1993). Un délai entre le traitement oxydatif et les tests de pressage peut avoir des effets négatifs (Pere et al., 1993). D'autres composés métalliques ont été testés pour substituer le sulfate ferreux pour le traitement oxydatif; les sulfates de manganèse, de cuivre ou de zinc et le chlorure de cobalt ont été utilisés au même ratio molaire que le sulfate de fer et les valeurs de résistances spécifiques obtenues étaient très similaires dans chacun des cas (Mustranta et Viikari, 1993).

La présence de peroxyde d'hydrogène a augmenté le COD du filtrat des boues de 30 à 40% à un pH de 3 et un temps de réaction de 60 minutes. Le COD augmente avec la température; le traitement doit donc être optimisé en respectant les paramètres de filtrabilité et de COD (Mustranta et Viikari, 1993). Des augmentations de BOD₇ et COD de 3 à 6 fois pour des filtrats de boues conditionnées ont également été constatées lors d'autres essais (Pere et al., 1993). Un effet positif est la diminution nette des AOX (Pere et al., 1993).

La stabilisation thermique aussi appelée combustion humide, consiste à chauffer les boues en présence d'air, sous de très fortes pressions (jusqu'à 20 MPa et plus) dans le but de réaliser une oxydation poussée de la matière organique, simultanément à la

transformation physique des matières colloïdales. Ce procédé de stabilisation sert également au conditionnement thermique des boues. Les boues ainsi traitées peuvent, en effet, être filtrées aisément, avec l'obtention d'une siccité de gâteaux se situant entre 40 et 70% (Degrémont, 1989).

L'augmentation de la température des boues conduit à une transformation irréversible de sa structure physique, surtout si elles contiennent une forte proportion de matières organiques et colloïdales. Durant le chauffage, les gel colloïdaux sont éliminés et l'hydrophilie particulière diminue fortement. La température de chauffage employée pour le conditionnement thermique varie entre 150 et 200 °C et le temps de cuisson entre 30 et 60 minutes, selon le type de boue et la filtrabilité désirée (Degrémont, 1989). Ce mode de traitement est applicable sur toutes les boues à prédominance organique et permet l'obtention de performances relativement stables par rapport au conditionnement chimique. De plus, ce traitement permet un épaissement important et rapide des boues après cuisson avec l'obtention de boues décantées à plus de 120 g MES/L et même 200 MES/L. La structure des boues est améliorée de sorte qu'une filtration sans apport de réactifs est toujours possible. De fait, de très fortes siccités de gâteaux de filtre-presses sont atteintes (> 50% ST) avec un conditionnement thermique. Il faut également tenir compte que les boues ainsi conditionnées sont stérilisées, donc libres de microorganismes pathogènes. L'implantation du conditionnement thermique requiert cependant un investissement coûteux en comparaison au conditionnement chimique. De plus, ce traitement thermique entraîne la production de filtrat fortement chargé en matière organique et en azote ammoniacal qui doit être recyclé à la tête de la station d'épuration.

1.3 Paramètres de contrôle

Le potentiel Zêta représente la charge électrocinétique qui existe à l'interface solide-liquide; il peut être positif ou négatif et est exprimé en millivolts (Penniman, 1977). La surface des particules en suspension se présente comme l'interface et les particules sont chargées (Penniman, 1977). À un potentiel Zêta de ± 15 millivolts ou plus élevé, la répulsion mutuelle devient suffisamment grande pour inhiber l'agglomération des

particules (même si le mouvement Brownien engendre plusieurs collisions entre les particules) (Penniman, 1977). Les polymères (polyélectrolytes) agissent pour abaisser le potentiel Zêta vers zéro et favoriser ainsi l'agglomération des particules et cela avec une quantité moins élevée que les sels inorganiques mais il est facile de doser excessivement le système en utilisant les polyélectrolytes (Penniman, 1977). La nature hydrophilique des boues biologiques peut être réduite en contrôlant le potentiel Zêta (Penniman, 1977). Le potentiel Zêta devrait être utilisé pour contrôler le dosage du coagulant primaire (Penniman, 1977). Certaines analyses effectuées ont indiqué que les boues fortement chargées en matières organiques ont tendance à avoir un potentiel Zêta plus élevé que celles moins chargées (Pere et al., 1993).

1.4 Équipements utilisés pour la déshydratation des boues

L'utilisation d'un filtre à serpentin avec de la boue secondaire ne permet pas de former un gâteau car la boue passe au travers du filtre; toutefois avec cet équipement, il est possible d'utiliser un mélange de boues primaires/secondaires (Edde, 1978). Des essais ont déterminé un ratio limite de 0,75:1 (primaire/secondaire) sans l'utilisation de produits de conditionnement et sans une décroissance de la performance du filtre (Edde, 1978).

La Scott Paper Compagy utilise une technique innovatrice où les boues provenant du traitement des eaux sont mélangées ou assignées à un équipement particulier et des produits chimiques qui produisent les performances maximums au niveau de la production, siccité et de l'efficacité globale. L'utilisation de polymère a été réduite avec l'ajout de différents points d'injection dans la tuyauterie. La réorganisation complète et plusieurs essais ont permis de changer le polymère utilisé et de réduire les quantités avec les nouvelles combinaisons d'équipements (et l'ajout de quatre nouvelles presses à vis). Une partie des boues primaires est déshydratée à travers des presses à vis sans supports chimiques; les boues secondaires sont mélangées en proportion égale avec de la boue primaire (pour donner de la masse) dans le réservoir de mélange avec une quantité

contrôlée de polymère pour la déshydratation dans la presse à courroie. Le filtre sous vide existant sert d'équipement de dépannage lorsqu'une pièce nécessite un entretien. La performance des équipements diminue au fil des ans en raison de l'usure des pièces. (Hollingsworth, 1989).

1.5 Disposition des boues

Les méthodes de disposition des boues ne sont pas très nombreuses; il y a l'incinération avec l'écorce, l'enfouissement, le compostage, la réutilisation dans le procédé. Les inquiétudes concernant la qualité, le faible marché du compostage ainsi que la difficulté de maintenir l'efficacité de la combustion dans les bouilloires en raison de la quantité d'humidité font qu'il est difficile de retenir ces options (Nickull et al, 1991). La déshydratation des boues produites dans les stations de purification d'eau est donc d'une importance clé pour la consommation d'énergie dans la gestion des boues soient l'incinération ou le séchage (Mustranta et Viikari, 1993). Ces méthodes requièrent un taux de solide de 35 à 40% dans les boues afin de restreindre les coûts reliés à l'enfouissement ou bien pour exploiter la valeur calorifique de ces boues lors de l'incinération (Pere et al., 1993). Le traitement ainsi que la disposition des boues formées par des stations de purification biologique des moulins de pâtes et papiers est laborieux et coûteux (Mustranta et Viikari, 1993). Il est difficile de trouver le dosage optimal des boues puisque leurs caractéristiques sont susceptibles de changer au fil des jours en raison des divers événements qui se produisent dans les industries.

L'usine Lielahiti sulphite a décidé à la fin des années 70 d'installer un lit fluidisé afin de disposer de ces boues; un lit de sable permet une énorme aire d'échange de chaleur ainsi qu'un mélange et un contenu combustible/oxygène presque parfait. L'opération a été efficace avec des excès d'O₂ aussi bas que 3% et une excellente combustion du carbone (Nickull et al., 1991). L'expérience a démontré que l'opération du lit fluidisé est simple et que l'entretien est faible en raison de sa conception (Nickull et al., 1991).

Une façon économique de disposer les boues est certes de les transformer en produits revendables si la composition des boues le permet. L'usine Rayonier sulphite à Washington a conclu que la solution la plus économique pour disposer de ses rejets du traitement biologique est de les sécher afin de fabriquer un supplément de nourriture pour animaux (Evans, 1983). Les études effectuées dans le passé ont démontré que les boues activées de l'usine ont un contenu en protéine brut de 41 à 48% et contiennent 9000 Btu. Les boues ont donc été déshydratées à l'aide de polymères et de filtres à courroie; le taux d'humidité a diminué de 98 à 88%; le gâteau obtenu a été envoyé à un autre stade de déshydratation, un système d'évaporation (Carver-Greenfield process) où le gâteau a été mélangé à de l'huile. Suite à l'évaporation de l'eau, le solide a demeuré en suspension dans l'huile et a été séparé par centrifugation. Le produit est déchargé à 83% de matériaux secs, 1% d'humidité et 16% d'huile; ce produit, dont le contenu en protéine est au minimum de 45%, est ensuite réduit en poudre et emmagasiné. Les ventes sont surtout pour le bétail mais d'autres marchés sont à développer. Le profit de la vente couvre une certaine partie des coûts d'opération environnementaux et cette option permet de prévenir les effets sur l'environnement dans l'air, la qualité de l'eau ainsi que la diminution des inconvénients engendrés pour l'option des sites d'enfouissement (bruit, circulation lourde, etc.)

1.6 Problématique du complexe de Tembec à Témiscaming

Les travaux exécutés dans le cadre de ce mémoire, en laboratoire ou à pleine échelle, ont tous été réalisés à l'aide des rejets du système de traitement des eaux du complexe de Tembec à Témiscaming. Ce complexe est situé au nord-ouest de la province de Québec, près de la frontière de la province Ontario. Cette section contiendra une brève description des différentes divisions présentes sur ce site qui rejettent des effluents chargés, du système de traitement des eaux ainsi que du procédé de déshydratation des boues à partir duquel les essais se sont déroulés.

1.6.1 Description des différentes divisions du site à Témiscaming

Les effluents traités sur ce complexe papetier proviennent de quatre divisions soient la cartonnerie Temboard, les deux moulins de production de pâte BCTMP Temcell I et II ainsi que le moulin sulfite, Tembec. Ces effluents ont des caractéristiques très différentes qui influencent directement le processus de déshydratation des boues.

1.6.1.1 Temboard

La cartonnerie Temboard a une capacité de production de 500 à 600 tonnes/jour. Les effluents rejetés par cette division, comprenant principalement des fibres et enduits, ont en moyenne une DBO₅ de 5 tonnes/jour et un pH variant de 6 à 8. Les pâtes produites par Temcell, par le moulin de sulfite ainsi que de la pâte Kraft sont utilisées pour fabriquer le carton.

1.6.1.2 Temcell I

La division Temcell I produit de 300 à 350 tonnes/jour de pâte BCTMP. Le pH des effluents varie de 6 à 8 et la DBO₅ est de 15 à 20 tonnes/jour. Ces effluents contiennent des résidus de peroxyde, silicates et de nitrates. Le tremble, le peuplier, l'érable ainsi que le bouleau sont utilisés pour fabriquer différentes pâtes.

1.6.1.3 Temcell II

Temcell II est identique à Temcell I à l'exception de sa capacité de production plus élevée, de 350 à 450 tonnes/jour. Le pH des effluents demeure dans la même gamme de pH mais sa charge organique est plus élevée (20 à 25 tonnes/jour).

1.6.1.4 Tembec

Le moulin de pâte sulfite, Tembec, est la plus vieille division sur le site de Temiscaming. La charge organique de ces effluents est très élevée, de 50 à 70 tonnes/jour et le pH se situe entre 2.5 et 5. Les essences de bois utilisés sont l'épinette noire et blanche, l'érable, le bouleau ainsi que le peuplier. Il y a trois principaux effluents qui sont envoyés au traitement des eaux soient l'"acid condensate" (condensation des vapeurs provenant de

l'évaporation de la liqueur), l'effluent provenant du laveur 19 qui contient l'extraction du caustique ainsi que l'effluent du laveur 17, stage du procédé où l'on ajoute le chlore ou le peroxyde dépendant du grade.

Tableau 1.1: Caractéristiques des effluents envoyés au traitement des eaux du moulin de sulfite.

Effluent	Débit m ³ /jour	pH	DBO ₅ Tonnes/jour
Acid condensate	3000-5000	2-2.5	20-25
Laveur #19	25 000-40 000	9-11	20-25
Laveur #17	5000-10 000	2-2.5	5

1.6.2 Traitement des eaux usées sur le site de Tembec

Le traitement primaire des effluents est séparé en deux parties sur le site de Tembec; il y a tout d'abord le clarificateur nord qui reçoit les déversements provenant de la salle de tamisage et séchoirs ainsi que les eaux de nettoyage des pâtes et les débordements des tours de blanchiment provenant du procédé sulfite. Les effluents clarifiés sont déversés directement dans la rivière Ottawa tandis que les boues sont pompées en direction du bâtiment des boues. La deuxième partie comporte plus d'une étape de traitement. Les effluents de Temcell I et II ainsi que ceux de la cartonnerie Temboard sont déversés dans le réacteur-clarificateur; les boues générées par ce traitement primaire sont également traitées au bâtiment des boues tandis que les effluents clarifiés sont dirigés vers le bassin d'équilibration. Les effluents du laveur 19, de l'"acid condensate", une partie des effluents du laveur 17 (procédé sulfite) ainsi que les effluents de la ville de Temiscaming sont acheminés directement dans ce même bassin d'équilibration. La température et le pH des effluents sont ajustés dans ce bassin. Les effluents du bassin d'équilibration sont ensuite dirigés dans une chambre de contact avec le retour de boues (RAS) provenant du clarificateur secondaire ainsi que le filtrat combiné provenant du bâtiment des boues. Cette chambre, servant à contrôler les filaments, précède le bassin d'aération, lieu des activités biologiques qui engendrent une réduction de la DBO₅. Ce réacteur est de type "écoulement piston" c'est-à-dire qu'il a une seule entrée et une seule sortie. La charge

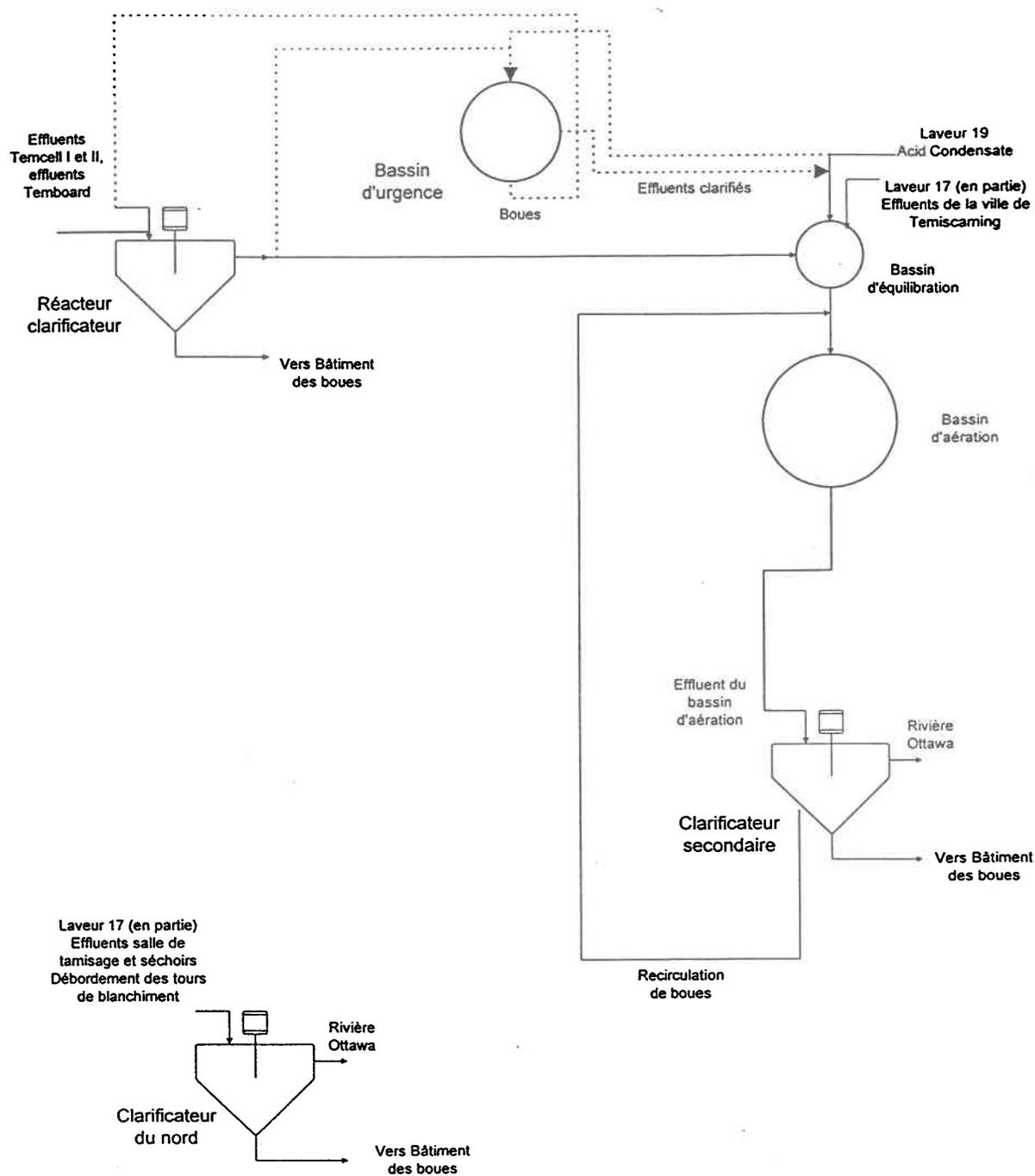


Figure 1.1: Schéma général du traitement des eaux usées

organique est très élevée à l'entrée du réacteur et est réduite d'environ 90% à la sortie. Le retour de boues (RAS) est nécessaire afin de maintenir la population bactérienne. Le temps de rétention dans ce bassin est d'environ 36 heures; les effluents sont déversés dans le clarificateur secondaire. Les boues provenant de ce système (WAS) sont traitées au bâtiment des boues tandis que les effluents clarifiés vont directement dans la rivière Ottawa.

Le bassin d'urgence fait partie du procédé de traitement car il est utilisé lorsqu'il y a des problèmes au niveau des différents procédés afin de minimiser l'impact des changements brusques dans les effluents tels qu'une augmentation de la charge de DBO₅, une baisse ou une augmentation du pH ou bien lorsqu'il y a un bris d'équipement. Il peut recevoir les effluents du laveur 19 ainsi que l'acide condensé. Les effluents clarifiés de ce bassin sont retournés à l'entrée du bassin d'équilibration lorsque les conditions sont redevenues stables. Les solides décantés sont acheminés vers le réacteur-clarificateur. Il est possible de déverser directement les effluents clarifiés du réacteur-clarificateur dans le bassin d'urgence. À la limite, ce bassin peut être utilisé comme un autre bassin d'équilibration au besoin.

1.6.3 Déshydratation des boues

1.6.3.1 Procédé de déshydratation des boues

La station de traitement des eaux du complexe de Témiscaming comprend deux systèmes de soutirage de boues primaires, le clarificateur nord et le clarificateur-réacteur ainsi qu'un système de soutirage de boues biologiques, le clarificateur secondaire.

Le clarificateur du nord produit des boues qui contiennent les rejets de pâtes et de noeuds du procédé sulfite, du sable, du charbon ainsi que des cendres. Le pH de ces boues oscille autour de 2 et 3 et la température des boues en été (durant la période d'essai) est d'environ 15 °C. Les effluents qui sortent de ce clarificateur vont directement à la rivière. Le clarificateur du nord a une capacité de 8000 m³ et un diamètre de 56 mètres. Les effluents de Temboard ainsi que Temcell I et II se retrouvent dans le décanteur-réacteur et

engendrent des boues qui renferment en majeure partie des rejets de pâtes, de la glaise, de l'argile ainsi que des colorants. Le décanteur-réacteur a 35 mètres de diamètres et peut contenir 5000 m³. Un pH variant de 6 à 8 et une température de 40 °C caractérise ses rejets. Les effluents sortant de ce clarificateur sont ensuite dirigés vers un bassin d'équilibration qui précède le réacteur biologique et le clarificateur secondaire.

Une quantité de boues importantes est générée du clarificateur secondaire de 152 mètres de diamètre par rapport à celles des clarificateurs nord et réacteur. Les bactéries de nature colloïdales, hydrophiliques, pouvant être déformées et possédant une charge à leurs surfaces sont présentes dans les boues secondaires. Des matières inertes telles que le charbon, du sable et des cendres se retrouvent également dans ces boues. L'âge des boues est de 12 à 16 jours. En été, la température se situe au environ de 35 à 40 °C et le pH se situe entre 7 et 8.5. Le clarificateur secondaire peut contenir 42 000 m³.

Les boues provenant des systèmes de soutirage primaires et secondaires sont ensuite acheminées vers le bâtiment de déshydratation où elles seront mélangées dans un réservoir dont le temps de rétention est d'environ 30 minutes. À la sortie de ce réservoir, le coagulant est ajouté aux boues mélangées qui sont pompées vers les tables de gravité situées au dernier étage du bâtiment. Le polymère est injecté dans les boues avant que celles-ci atteignent les tables de gravité; un mélangeur de type venturi est installé sur la ligne dans lequel on retrouve le point d'injection du polymère. Il existe d'autres points d'injection pour le polymère sur la ligne qui mène aux tables de gravité mais le même point est utilisé en tout temps pour les opérations.

Les boues forment des floccs lorsqu'elles atteignent le réservoir d'alimentation des tables de gravité suite à l'action du coagulant et du polymère; la séparation du solide et du liquide favorise le drainage de l'eau par gravité lors du passage des boues conditionnées sur les toiles des tables. Les boues à la sortie des tables de gravité tombent en chute libre dans le cuvier d'alimentation des presses à vis. L'eau est ensuite enlevée par action mécanique lors du passage des boues dans les presses à vis. Les filtrats provenant des

tables de gravité ainsi que des presses à vis sont récoltés dans un réservoir et retournés dans le bassin d'équilibration du traitement des eaux.

Les boues asséchées sont dirigées sur des convoyeurs à vis afin d'être mélangées à de l'écorce et brûlées dans la chaudière à écorce ou bien empilées à l'extérieur afin d'être acheminées par camion vers le site d'enfouissement.

1.6.3.2 Déversements accidentels

Différents déversements peuvent se produire dans les diverses divisions et provoquer des problèmes au niveau des opérations du traitement des eaux ainsi que celui du traitement des boues. Les déversements qui proviennent du moulin de sulfite sont:

- 1) Trop plein du réservoir #1: Déversement de liqueur concentrée provenant de la cuisson des copeaux dans les lessiveurs. Un petit déversement change considérablement les caractéristiques des boues dont la charge ce qui implique une augmentation considérable de la quantité de coagulant et polymère à utiliser afin de pouvoir obtenir de petits floes. Ce phénomène engendre une réduction du drainage sur la table de gravité.
- 2) Trop plein du réservoir de transfert #1 des laveurs de liqueur rouge: Déversement du réservoir contenant de la liqueur diluée provenant du lavage des lessiveurs. Cette liqueur diluée est normalement acheminée vers la centrale thermique afin d'être évaporée et brûlée dans les chaudières à vapeur. Il n'y a pas de moyen de déterminer la quantité de liqueur déversée lorsqu'il y a débordement.
- 3) Alimentation du réservoir de transfert #1 des laveurs de liqueur directement à l'égout: Une valve automatique contrôle le niveau à l'entrée du réservoir, lorsque le niveau est trop élevé, la liqueur diluée à 7% à 8% est dirigée directement dans l'égout qui mène au clarificateur du nord.

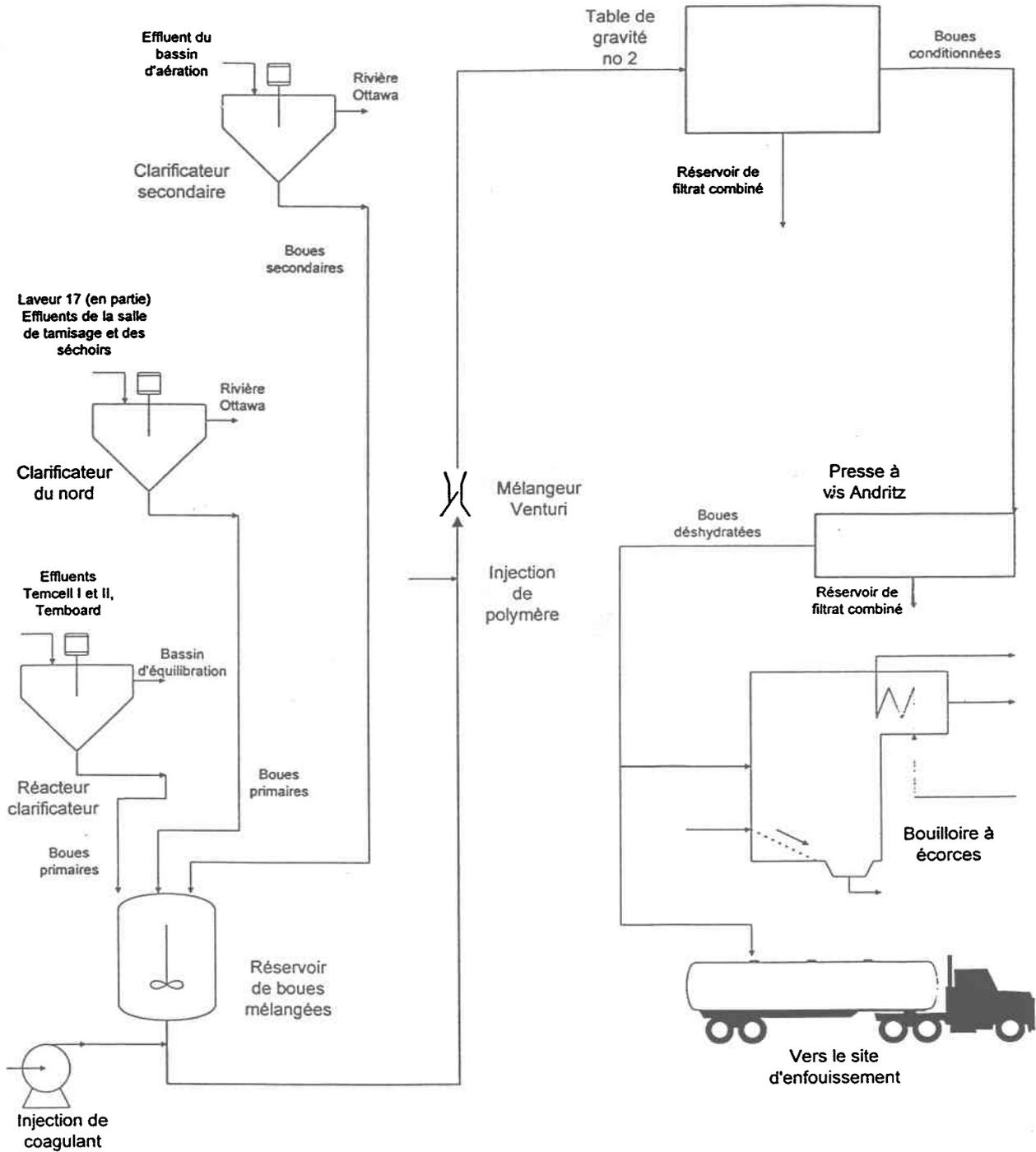


Figure 1.2: Schéma général du procédé de déshydratation des boues

4) Trop plein du cuvier de pâte écrue: Déversement du réservoir de pâte blanchie situé au blanchiment. Cette pâte a une consistance de 12%. Ce réservoir déverse au clarificateur du nord lorsqu'une partie du procédé de blanchiment arrête soudainement.

1.6.4 Disposition finale des boues

Le complexe dispose de deux sites d'enfouissement pour les boues traitées et un pour les cendres de la chaudière à écorce. Actuellement, un site d'enfouissement pour les boues est encore disponible mais on prévoit qu'il devra être fermé d'ici peu. La deuxième alternative consiste à incinérer les boues déshydratées dans la chaudière à écorce. Toutefois, il faut maintenir une siccité minimale de 30% à 35% afin de pouvoir incinérer la boue mélangée à l'écorce dans un ratio massique de 4 pour 1.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Objectifs

L'objectif principal des travaux est d'effectuer des essais permettant d'améliorer le conditionnement et la déshydratation des boues primaires et secondaires provenant du traitement des eaux usées. Ces travaux s'effectuent dans le cadre d'un projet où l'INRS-Eau collabore avec le groupe Envirotem, filiale de la compagnie Tembec inc.

Le plan d'action proposé par le groupe Envirotem comporte plusieurs objectifs afin d'optimiser le procédé de déshydratation des boues. Des travaux permettront de déterminer lequel des programmes proposés par différents fournisseurs conviendra le mieux pour le conditionnement des boues générées par le traitement des eaux usées provenant des différentes divisions de Tembec à Temiscaming. L'impact de l'ajout de sciure de bois aux boues sera évalué sur le conditionnement et la déshydratation. Certains essais en laboratoire seront également effectués pour vérifier l'impact de la variation de certains paramètres sur le dosage des produits.

Les conclusions de ces travaux permettront de faciliter certaines décisions quant au choix d'un fournisseur de produits de conditionnement et de suggérer des orientations pour des recherches futures.

2.2 Matériel utilisé

Cette section contient une description du matériel de laboratoire utilisé pour effectuer les différentes analyses afin d'alléger le texte dans les prochaines sections.

Les contenants utilisés pour conserver les échantillons liquides des essais sont des bouteilles en LPDE de type Nalgène de 125 ml. D'autres contenants en plastique ont été utilisés pour conserver les échantillons solides.

Des papiers-filtres de type Whatman 934-AH 125 mm ont été utilisés avec un support Büchner pour filtrer les échantillons.

- un ensemble de filtration comprenant un büchner en porcelaine fixé sur un Erlenmeyer de 1l. Un joint d'étanchéité en caoutchouc permet la fixation.

Des cylindres gradués de 250 ± 1 ml et de 1000 ± 1 ml ont été utilisés afin de manipuler les échantillons liquides. Une pipette de capacité $10 \pm 0,02$ ml a été utilisée pour les petits volumes.

Toutes les pesées ont été effectuées sur la même balance électronique de type Mettler AE 100 dont la précision était de 0,001 g.

Le four du laboratoire est un VWR Scientific 1370 FM à la température de 105 °C.

Matériel mis en oeuvre pour les essais en laboratoire

- un chronomètre
- deux béchers de 500 ml
- un cylindre gradué de 500 ml
- un montage comprenant un support à la filtration perforée maintenu sur un trépied dans lequel une toile filtrante est ajoutée. La toile filtrante a une perméabilité de 525 CFM.

2.3 Essais à pleine échelle

2.3.1 Essais des coagulants et polymères des différents fournisseurs

Le principal objectif était de déterminer l'efficacité de l'utilisation des produits des compagnies Allied Colloids, Equip, Callaway et Diachem pour la déshydratation des boues. Les principaux paramètres observés en terme de performance étaient le niveau de rétention de solide et la siccité de la boue à chacun des essais. S'ajoutaient à cela les objectifs secondaires suivants:

- Détermination du dosage optimal
- Évaluation de la performance selon les variations du ratio de boues primaires/secondaires
- Évaluation de la performance selon les variations du dosage des produits
- Évaluation de la performance avec dosage recommandé
- Détermination de la performance la plus économique

2.3.1.1 Description des essais

Tous les essais à pleine échelle se sont déroulés sur une seule ligne d'opération au bâtiment des boues, la ligne #2, car la presse de la ligne #1 était hors service pour des raisons d'entretien. La ligne #2 est constituée d'une table de gravité Andritz et d'une presse à vis Andritz. Pour la compagnie C, une série de trois points d'injection ont été mis en place afin que la combinaison optimale recommandée (Percol 721 - Bentonite - Percol 721) soit appliquée; pour les autres compagnies, les points d'injection habituels ont été utilisés.

Les différents fournisseurs de produits chimiques choisis par la compagnie Tembec pour ces séries d'essais sont présentés au tableau 2.1. Les essais à pleine échelle ont été effectués avec les produits recommandés, soient un coagulant et un polymère, par chacun des représentants. Dans le cas de la compagnie Diachem, un deuxième coagulant a été essayé, soit le 3490.

2.3.1.2 Produits utilisés

La description des produits fournis par les représentants est présentée dans le tableau 2.2. Les polymères sont tous de type cationique à l'exception de celui de la compagnie Equip Int. Le coagulant de la compagnie Allied Colloids est le seul fourni sous forme de poudre sèche.

Tableau 2.1 : Déroulement des essais des programmes choisis

<i>Essai</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Date de l'essai</i>	<i>Coagulant</i>	<i>Polymère (dilution)</i>
PE-1	Callaway	24/06/95 au 04/07/95	4050	Jayfloc 3466 (0,35%)
PE-2	Equip Int.	17/07/95 au 19/07/95	Supercat 9149	Floc 3170 (0,25%)
PE-3	Allied Colloids	24/07/95 au 28/07/95	Bentonite (Hydrocol "O") (4,4%)	Percol 721 (0,5%)
PE-4	Diachem	10/08/95 au	Diaflocc 3490 et	Diaflocc 1844H (0,42%)
PE-5		22/08/95	Diaflocc 3495	

Tableau 2.2: Descriptions des produits des 4 programmes évalués

<i>Compagnie</i>	<i>Coagulant</i>	<i>Polymère</i>
Callaway	Solution cationique polymère contenant une amine polyquaternaire	Polyacrylamide cationique de haut poids moléculaire sous forme sèche
Equip Int.	Sulfate ferrique et amine quaternaire	Polyacrylamide anionique
Allied Colloids	Argile amphotérique	Polyacrylamide cationique de haut poids moléculaire sous forme sèche
Diachem	Solution cationique polymère contenant une amine polyquaternaire (3490 et 3495)	Polyacrylamide cationique de haut poids moléculaire sous forme sèche

2.3.1.3 Évaluation des programmes

Un plan d'évaluation pour les essais à pleine échelle a été établi au départ pour une durée d'environ deux semaines. Ce programme présenté au tableau 2.3 comprenait cinq étapes où des suivis journaliers devaient s'effectuer pour les fins de l'évaluation.

Tableau 2.3: Programme pour l'évaluation des essais à pleine échelle

Étapes	Durée approximative	Évaluation
Détermination du dosage optimal	1-3 jours	-Suivi à pleine échelle journalier
Dosage recommandé	3-5 jours	-Suivi à pleine échelle journalier -Évaluation en laboratoire
Variation du ratio de boues	1-2 jours	-Suivi à pleine échelle journalier
Variation des dosages ($\pm 20-25\%$)	2 jours (3 heures par dosage)	-Suivi à pleine échelle journalier
Dosage recommandé	3 jours	-Suivi à pleine échelle journalier -Évaluation en laboratoire

Les essais PE-1, PE-2, PE-3, PE-4 et PE-5 ont tous été réalisés dans le but de rencontrer les objectifs fixés.

En raison de nombreux problèmes au niveau de l'opération, de l'approvisionnement des produits ou de la performance des programmes, le plan d'évaluation n'a pu être entièrement respecté pour l'ensemble des programmes. Les étapes d'évaluation prévues n'ont pas été réalisées de cette façon car les essais pour chacun des programmes ont eu une durée différente; l'évaluation a dû se faire à partir des données récoltées durant le court laps de temps durant lequel ont eu lieu les essais.

Afin de vérifier les performances des programmes et d'établir le bilan de masse, différents échantillons ont été récoltés durant chacun des essais soient:

- Boues mélangées
- Filtrat de la table de gravité Andritz
- Boues à la sortie de la presse à vis Andritz
- Boues à la sortie de la table de gravité Andritz
- Boues primaires (reacteur)
- Boues secondaires
- Filtrat combiné (mélange du filtrat de la table de gravité et du filtrat de la presse)
- Polymère
- Coagulant (Bentonite)

La siccité finale des boues est un paramètre très important concernant la gestion des boues; un des objectifs est de la situer entre 30 et 35% afin de pouvoir les brûler dans la chaudière à écorces puisque le dernier site d'enfouissement est pratiquement fermé. La siccité des boues à la sortie de la table permet de vérifier le drainage et celle des boues mélangées est mesurée pour comparaisons. La mesure des solides totaux permet de déterminer la siccité finale des boues à la sortie de la presse ainsi qu'à la sortie de la table de gravité. Les analyses ont été effectuées en double en raison des grandes variations dans la taille des particules. Les dilutions des polymères ainsi que celle de la Bentonite sont vérifiées à l'aide de l'analyse des solides totaux. Les solides totaux ont également été mesurés pour les boues primaires, secondaires et mélangées.

La concentration de matières solides en suspension dans les filtrats de la table de gravité est une indication du taux de capture des solides. Cependant, un filtrat trop clair est un indice d'un surdosage des produits; des floes trop gros conservent beaucoup d'eau à l'intérieur ce qui résulte en des boues très humides à la sortie de la presse à vis. La concentration de matières solides en suspension du filtrat combiné donne également un aperçu de la grosseur des floes puisqu'une concentration beaucoup plus élevée que celle du filtrat de la table de gravité peut indiquer que les floes sont trop petits et demeurent dans le liquide qui s'écoule de la presse. Cela peut aussi indiquer que le ratio de boues

primaires/secondaires est trop faible. Les matières en suspension des boues primaires et secondaires permettent d'établir le bilan de boues total.

Afin de simuler les conditions futures au traitement des eaux, c'est-à-dire entre autres une augmentation de la quantité de boues secondaires à traiter, le ratio de boues primaires/secondaires a été varié au cours des essais.

Le coût de conditionnement a été évalué pour chacun des essais, ce paramètre sera naturellement considéré pour effectuer le choix du fournisseur des produits. Le dosage des produits ne sert pas uniquement à établir le coût de conditionnement; il permet de constater si on peut utiliser les équipements existants au bâtiment des boues tels que la capacité maximale des pompes de polymère et coagulant ainsi que la capacité du système de fabrication de la solution de polymère. Les coûts pour les différents produits illustrés dans le tableau 2.4 incluent la livraison sur le site et sont en dollars canadiens.

Tableau 2.4: Coûts des réactifs de conditionnement des boues utilisés pour chacun des programmes.

Essai	Polymère \$/kg	Coagulant \$/kg
PE-1	4,98	1,90
PE-2	7,90	0,49
PE-3	5,00	1,00
PE-4	4,75	1,98
PE-5	4,75	2,25

2.3.1.4 Hypothèses de travail

Afin d'évaluer les performances des essais, il s'est avéré nécessaire d'établir un certain nombre d'hypothèses en ce qui concerne le bilan de masse car la consistance des boues

provenant du clarificateur du nord n'était pas disponible. Les hypothèses suivantes ont donc été considérées au niveau du bilan de masse des boues:

1. Un débit de 2000 l/min a été fixé pour l'effluent de boues provenant du clarificateur du nord car la valeur de ce débit sans dilution n'est pas disponible.
2. Dans le cas où il y avait augmentation de l'inventaire des boues du clarificateur nord, une consistance moyenne de 0,8% a été considérée pour le calcul de la production journalière de boues.
3. Dans le cas où il y avait réduction de l'inventaire de ces mêmes boues, la quantité de boues la plus élevée a été choisie parmi les évaluations suivantes:

a) Boues du nord = (MES des effluents à l'entrée du clarificateur nord - MES à la sortie) * débit du clarificateur nord

b) Boues du nord = Débit des boues du clarificateur nord * 0,8%

Finalement, la production de boues totale est calculée à partir du débit des effluents de boues primaires (reactor) et secondaires, de la concentration de matières en suspension dans chacune de ces boues et des hypothèses posées concernant les boues du clarificateur nord:

*Boues totales = Débit boues primaires * concentration + Débit boues secondaires * concentration + Boues du nord*

2.3.2 Utilisation de la sciure de bois comme aide à la déshydratation des boues

L'objectif principal de cet essai était de déterminer s'il est possible de remplacer une certaine quantité de polymère par de la sciure de bois afin de réduire les coûts liés à la déshydratation des boues. S'ajoutaient à cela les objectifs secondaires suivants:

- Comparer le degré de siccité des boues sous différents régimes
- Vérifier l'impact d'une réduction de l'ajout de polymères sur l'opération du système (qualité du filtrat, le fonctionnement des équipements).

2.3.2.1 Description de l'essai (PE-6)

Cette expérience s'est échelonnée sur une période d'environ 6 heures; pendant 5 heures la quantité de polymère a été réduite de 25% et de la sciure a été ajoutée pendant 3 heures. Afin de bien mesurer l'efficacité de cette opération, des échantillons ont été récoltés lors de différentes phases c'est-à-dire à plein régime (dose habituelle de polymère), lors de la réduction de polymère et durant la période où la sciure de bois était ajoutée (avec dose réduite de polymère). L'expérience s'est déroulée selon le plan suivant:

- Plein régime (11h00 à 12h00)
- Réduction de polymère (12h00 à 13h00)
- Ajout de sciure de bois(13h00 à 16h15)
- Réduction de polymère (16h15 à 17h00)
- Plein régime (17h00 et +)

La ligne #2 du procédé de déshydratation des boues a été utilisée pour cet essai soit celle comprenant une table de gravité Andritz ainsi qu'une presse à vis Andritz situées au bâtiment des boues. Le coagulant était mélangé aux boues à la sortie du réservoir de mélange alors que le polymère était injecté dans la ligne juste en amont du mélangeur de type venturi avant d'atteindre la table de gravité. La sciure de bois a été ajoutée à la sortie de la table de gravité. La vitesse de la table de gravité a d'abord été augmentée de 24 pi/min à 29 pi/min avant l'essai afin de faciliter l'égouttage des boues et l'accumulation des boues en fin de tables.

Le ratio de boues primaires/secondaires a été établi à 1:1 pour la durée de l'essai pour tenir compte des modifications futures apportées au traitement des eaux usées qui entraîneront une augmentation de la production de boues secondaires.

Durant 3 heures, 1940 kg de sciure de bois à un degré de siccité de 80% ont été ajoutés manuellement à la sortie de la table; ceci correspond approximativement à 21% de la masse totale sur une base sèche. La pompe contrôlant le débit de polymère est passée de 40% à 33% (≈ 40 l/min à ≈ 33 l/min) à 12h00 et à partir de ce moment, le débit est demeuré constant jusqu'à 17h00 (fin de l'essai). La quantité de polymère a donc été réduite de 18% et le coagulant a été maintenu constamment à une valeur de 43% ($\approx 0,4$ l/min).

Le niveau du cuvier d'alimentation de la presse a été maintenu supérieur à zéro durant l'essai entier pour éviter une situation où des vides se créent à l'intérieur de la presse.

2.3.2.2 Produits utilisés

Les produits employés pour le conditionnement des boues étaient le Diafloc 3495 (coagulant) et le Diafloc 1844H (polymère) de la compagnie Diachem.

2.3.2.3 Évaluation de l'essai

Pendant l'essai, des échantillons de boues ont été récoltés aux sites suivants:

- à l'entrée de la table de gravité (GBT2)
- à la sortie de la table de gravité (GBT2)
- à la sortie de la presse à vis Andritz

Les solides totaux ont été mesurées pour ces échantillons pour les fins de l'évaluation. De plus, quelques échantillons de filtrats ont été récoltés de la table de gravité et du mélange du filtrat de la table de gravité et de la presse à vis (filtrat combiné). Les matières en suspension ont été mesurées sur ces filtrats afin de vérifier l'impact de l'ajout de la sciure et de la réduction du polymère.

2.4 Essais en laboratoire

Divers essais en laboratoire ont eu lieu dans les laboratoires de la compagnie Tembec inc. à Témiscaming et également dans les laboratoires de l'INRS-Eau. Ces essais ont été réalisés afin de vérifier l'impact de la variation de certains paramètres tels que le pH, la température, aux boues mélangées sur le drainage en laboratoire. Les boues mélangées étaient recueillies directement dans le réservoir de mélange au bâtiment des boues.

2.4.1 Essai de drainage en laboratoire

Ces essais ont été réalisés à l'aide d'un montage fourni par Envirotem. Ce système comprend un support à filtration perforé maintenu sur un trépied dans lequel une toile filtrante est ajoutée. La toile filtrante a une perméabilité de 525 CFM.

2.4.1.1 Fabrication des solutions de polymères

Un des éléments importants de ces tests est la préparation de la solution de polymère. Pour une solution contenant 1% de solide ("solution mère"), 5 ml d'acétone étaient ajoutés aux deux grammes de polymère pour faciliter la dissolution des solides avant de les mélanger à 95 ml d'eau. La solution était agitée jusqu'à ce que les solides soient bien dissous. Pour obtenir la concentration finale désirée, 100 ml d'eau étaient ajoutés; la solution était ensuite mélangée durant une heure à petits intervalles de temps. Une dilution était effectuée à partir d'un volume de la solution mère lors de l'utilisation. La compagnie C avait un coagulant sous forme solide. La solution mère fabriquée contenant 5% de solides était à nouveau diluée lors de l'utilisation pour obtenir 1% de solides. Les boues étaient ajoutées dans le support après avoir été mélangées aux produits dont la séquence est mentionnée dans la section 2.4.1.2.

2.4.1.2 Déroulement des essais de drainage en laboratoire

Avec les produits de la compagnie Callaway, Equip Int. et Diachem, les essais de drainage se déroulaient de la façon suivante:

1. Ajouter le dosage de coagulant à l'échantillon de 500 ml de boues mélangées dans le bécher.
2. Transvider le contenu d'un bécher à l'autre rapidement à dix reprises
3. Ajouter le dosage de polymère requis.
4. Transvider le contenu d'un bécher à l'autre rapidement à six reprises
5. Verser rapidement le contenu du bécher dans le contenant du montage et mesurer les volumes filtrés après 10, 20, 30, 60 et 90 secondes.

La séquence pour ajouter les produits de la compagnie Allied Colloids était différente (selon la recommandation du fournisseur):

1. Ajouter la moitié du dosage de polymère requis.
2. Transvider le contenu d'un bécher à l'autre rapidement à quatre reprises
3. Ajouter le dosage de coagulant à l'échantillon de 500 ml de boues mélangées dans le bécher.
4. Transvider le contenu d'un bécher à l'autre rapidement à six reprises
5. Ajouter la moitié du dosage de polymère requis.
6. Transvider le contenu d'un bécher à l'autre rapidement à quatre reprises
7. Verser rapidement le contenu du bécher dans le contenant du montage et mesurer les volumes filtrés après 10, 20, 30, 60 et 90 secondes.

Il est à noter que la séquence d'ajout des produits est la même que celle effectuée à pleine échelle.

2.4.1.3 Calcul des volumes de filtrats

Les volumes de filtrats correspondant aux différents temps (V) correspondent à:

$$V = V_r - V_p - V_c \text{ où}$$

V_r = volume recueilli

V_p = volume total de polymère ajoutée

V_c = volume total de coagulant ajouté

Il est important de mentionner que le volume de filtrat récolté durant les 10 premières secondes est d'une importance particulière puisque le passage des boues sur la toile de la table de gravité est d'une durée d'environ 15 secondes. Les essais ont été réalisés dans le but de vérifier l'impact sur le drainage de la variation de certains paramètres; toutefois, ces essais ne permettent pas d'identifier l'effet de la variation de ces paramètres sur la compressibilité des boues dans la presse à vis.

2.4.2 Description des essais

2.4.2.1 Effet de la variation de température

Les essais de drainage avec une variation de température ont été effectués avec des échantillons préalablement chauffés à des températures de 50 °C et 60 °C. Dans les laboratoires de Tembec, il n'était pas possible d'avoir un appareil permettant le contrôle de la température; seules des plaques chauffantes étaient disponibles; les échantillons de boues étaient donc constamment brassés manuellement et la température surveillée constamment.

2.4.2.2 Effet de la variation du pH

De la chaux a été utilisée pour augmenter le pH des boues à 6 et à 7 afin de vérifier l'impact sur le drainage des boues en laboratoire. Le pH initial des boues était de 5,4. De l'acide sulfurique dilué à 10% a été utilisé pour abaisser le pH.

2.5 Description des méthodes analytiques

2.5.1 Solides totaux et matières en suspension

Les solides totaux et les matières en suspension ont été déterminés à partir des méthodes 2504B et 2504D décrites dans APHA (APHA, 1992).

2.5.2 pH

Un pH-mètre Fisher Acumet 910 a été utilisé pour effectuer les lectures de pH. La calibration de l'électrode a été effectuée à l'aide de solutions tampons certifiées dans une échelle de 4 à 10.

2.5.3 Conservation des solutions de polymères

Tel que recommandé par les différents fournisseurs, les solutions de polymères ont été conservées dans un réfrigérateur pour une période maximale de deux semaines.

3 ESSAIS À PLEINE ÉCHELLE

3.1 Résultats des essais de coagulants et polymères des différents fournisseurs

Quatre programmes provenant de différentes compagnies ont été testés à pleine échelle permettant ainsi d'évaluer leur performance au niveau de la siccité finale des boues ainsi que leur coût d'opération. Les résultats concernant les paramètres d'évaluation choisis soient, la siccité des boues à différents sites, la concentration de matières en suspension dans les filtrats, le ratio de boues primaires/secondaires, le dosage des produits ainsi que le coûts de conditionnement, sont présentés sous forme de tableaux et de figures afin de faciliter la comparaison entre chacun des programmes. La section suivante (3.2) contient la synthèse de ces essais à pleine échelle et ainsi que certaines observations concernant le déroulement des essais.

Ces essais ont tous été réalisés de mai 1995 à août 1995 au traitement des eaux sur le site de la compagnie Tembec inc. à Témiscaming. L'analyse des résultats s'est avérée difficile en raison des nombreux paramètres qui peuvent influencer le procédé du traitement des eaux du site de Temiscaming. Il a été impossible de répertorier tous ces paramètres aux cours des essais, les plus importants ont cependant été considérés.

3.1.1 Siccité à différents sites

Les figures 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 et 3.5 illustrent les résultats de la siccité de la boue mélangée, la siccité de la boue à la sortie de la table et de la presse obtenus lors des essais PE-1, PE-2, PE-3, PE-4 et PE-5 respectivement.

Pour chacune des figures, les résultats obtenus ne permettent pas de vérifier qu'une augmentation du drainage de l'eau sur la table de gravité résulte en une augmentation de la siccité finale des boues à la sortie de la presse. Ceci peut s'expliquer par la taille des particules à la sortie de la table de gravité; des floccs de grandes dimensions contiennent plus d'eau liée à l'intérieur qui ne sera pas possible de retirer lors du passage de la boue

dans la presse à vis. Cela se produit lorsqu'il y a surdosage des produits qui aident à la déshydratation. Un dosage insuffisant ne permet pas d'obtenir une siccité finale des boues élevée.

3.1.1.1 Essai PE-1

Il ne peut y avoir de corrélation directe entre la siccité des boues mélangées, des boues à la sortie de la table de gravité et des boues à la sortie de la presse en raison des conditions d'opérations. Une baisse de la vitesse de la pompe de coagulant de 13% a été effectuée volontairement pour vérifier les différents impacts pour l'échantillon du 28 juin 15h30; la siccité finale est plus faible que celle du 28 juin 10h30 (de 26,9% à 25,0%) tel qu'illustré sur la figure 3.1. Des déversements sont survenus le 4 juillet: il y a eu déversement du trop plein du réservoir de transfert #1 à plusieurs reprises durant la journée pour des périodes de temps inconnues et l'alimentation du réservoir de transfert #1 des laveurs de liqueur rouge est allée directement à l'égout durant l'échantillonnage du 4 juillet 8h30, ces événements ont pu affecter la siccité finale des boues. L'échantillon récolté le 4 juillet à 14h15 a également une siccité faible qui pourrait être attribuable aux déversements périodiques du trop plein du réservoir de transfert #1. La pression exercée par le cône de la presse à vis était nulle durant la prise de ces échantillons (4 juillet 8h30 et 14h15), ce qui engendre des boues plus humides. Ce phénomène se produit lorsque la presse est trop chargée. Des déversements sont également survenus le 1^{er} juillet mais ils ne semblent pas avoir affecté la siccité finale des boues.

Les siccités moyennes des boues mélangées à la sortie du réservoir de mélange et à la sortie de la table de gravité pour l'essai PE-1 étaient respectivement de 1,8%, et 8,6%. La siccité moyenne finale des boues était de 28,0%.

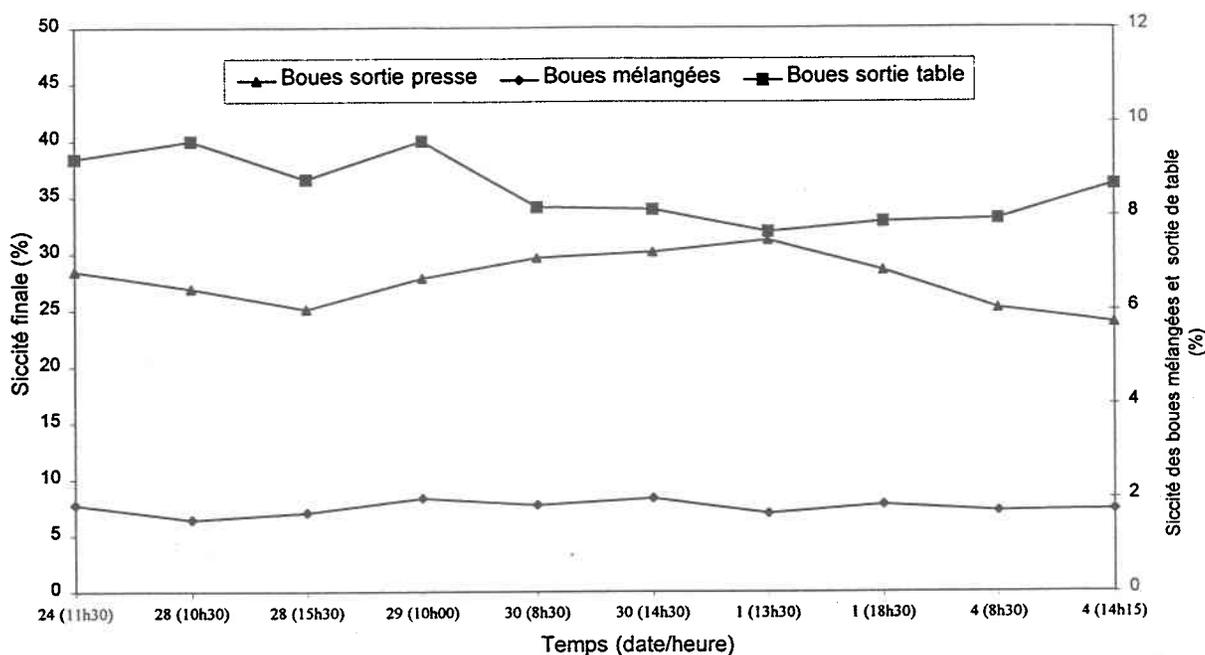


Figure 3.1: Siccités des boues mélangées, des boues à la sortie de la table et de la presse lors de l'essai PE-1

3.1.1.2 Essai PE-2

La figure 3.2 montre des siccités plus faibles le 18 juillet à 12h30 et 14h00. Un déversement du trop plein du réservoir de transfert #1 a eu lieu durant la période où l'échantillon de 14h00 a été récolté. La pression exercée par le cône de la presse à vis était nulle lors de la prise de l'échantillon à 14h00 et à 16 psi pour celui de 12h30. L'absence de boues secondaires pourrait expliquer dans les deux cas pourquoi la pression était faible; la presse ne peut pas contenir uniquement de la boue primaire car l'eau s'écoulant rapidement, les fibres sèches collent dans la presse ce qui va éventuellement engendrer un blocage. Le déversement de pâte écrue de consistance élevée dans le clarificateur du nord de 12h00 à 13h00 n'a sûrement pas amélioré la situation. La pompe pour les boues secondaires a été temporairement arrêtée durant cet essai en raison d'un problème mécanique.

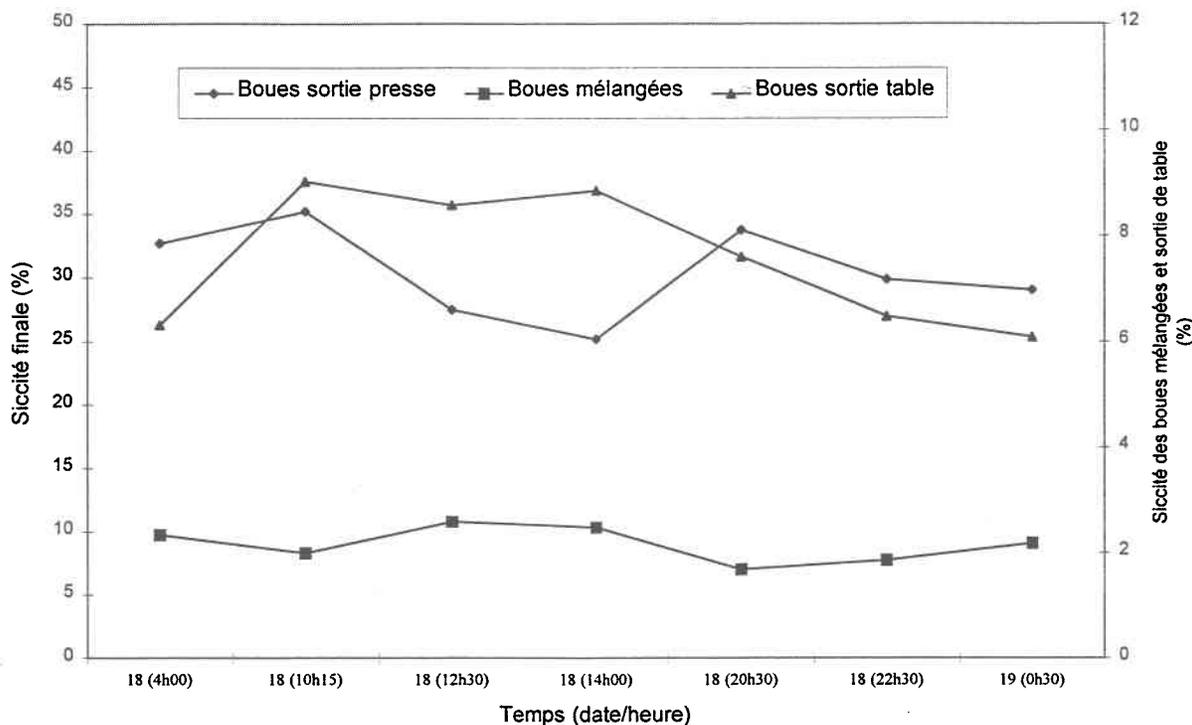


Figure 3.2 Siccités des boues mélangées, des boues à la sortie de la table et de la presse lors de l'essai PE-2

Durant l'essai PE-2, Les valeurs de siccités moyennes des boues mélangées à la sortie du réservoir de mélange, à la sortie de la table de gravité ainsi que la sortie de la presse étaient, dans le même ordre, de 2,2%, 7,6% et 30,5%.

3.1.1.3 Essai PE-3

Des déversements importants du trop plein du réservoir de transfert #1 ont eu lieu le 25 juillet de 8h00 à 9h20 et de 13h43 à 7h43 qui ont probablement eu un impact durant plusieurs heures, approximativement 12 heures selon les gens de l'opération. Ces déversements ont donc probablement affectés les échantillons du 25 juillet de 10h00 et 15h30 ainsi que celui du 26 à 0h00 et 11h00. Un déversement de pâte écrue est également survenue le 25 juillet de 8h30 à 8h45 qui a probablement contribué à conserver une siccité plus élevée malgré le déversement.

À la sortie du réservoir de mélange, de la table de gravité et de la presse à vis, les résultats de siccités étaient en moyenne de 1,9%, 8,3%, et de 29,9% pour l'essai PE-3.

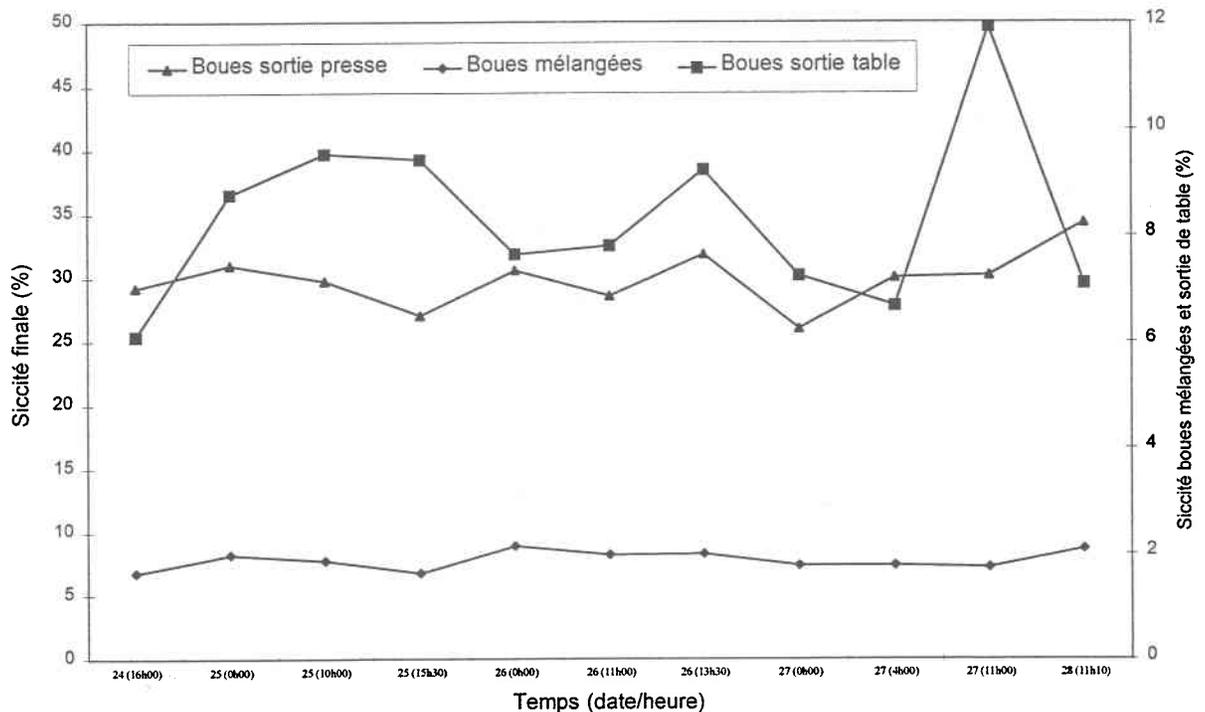


Figure 3.3: Siccités des boues mélangées, des boues à la sortie de la table et de la presse lors de l'essai PE-3

3.1.1.4 Essai PE-4

La figure 3.4 montre une siccité très élevée, de 45,3%, obtenue le 12 août à 22h00 qui pourrait être due en partie au déversement de pâte écrue qui a eu lieu durant cette période. Un faible ratio de boues primaires/secondaires pourrait expliquer la siccité plus basse obtenue le 13 août à 9h30 tandis que l'absence de niveau dans le cuvier d'alimentation de la presse expliquerait celle du 18 août à 19h30. L'alimentation du réservoir de transfert des laveurs de liqueur est allée directement à l'égout durant la prise de l'échantillon du 19 août à 0h15 pouvant affecter la performance des produits et ainsi la siccité finale.

La siccité la plus élevée à la sortie des presses obtenue au cours de la période des essais est de 45% durant cet essai, avec la compagnie Diachem et le coagulant 3495. Les

siccités moyennes des boues mélangées à la sortie du réservoir de mélange, à la sortie de la table de gravité et de la presse à vis étaient de 1,5%, 9,6% et de 35,2% respectivement.

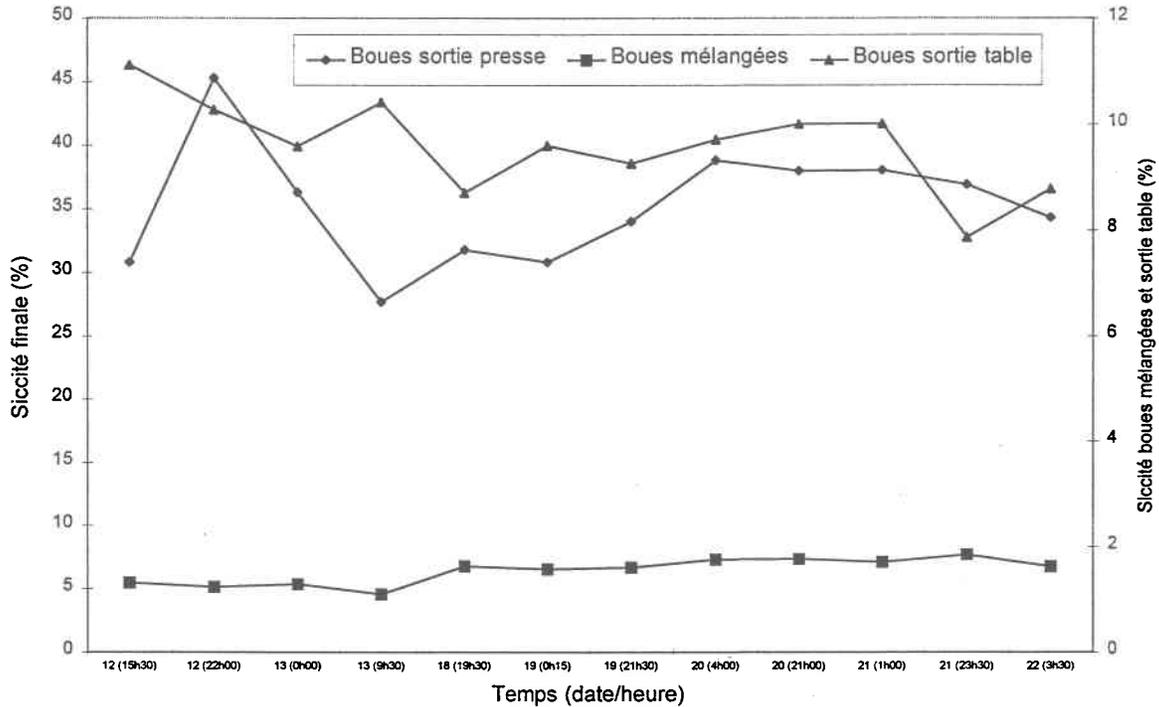


Figure 3.4: Siccités des boues mélangées, des boues à la sortie de la table et de la presse lors de l'essai PE-4

3.1.1.5 Essai PE-5

La figure 3.5 montre une siccité plus élevée pour l'échantillon de boue à la sortie de la presse du 11 août à 4h00. La valeur de la pression exercée par le cône n'est pas disponible pour cet échantillon mais en regardant les ampères du moteur (46,5 Amps), le cône était probablement complètement retiré de la presse, les ampères du moteur de la presse contrôlant la pression du cône. Cela se produit lorsque la presse est pleine; la boue est alors compressée sur elle-même dans la presse.

Finalement pour l'essai PE-5, les siccités moyennes des boues mélangées à la sortie du réservoir de mélange, à la sortie de la table de gravité et de la presse à vis étaient de 1,5%, 9,2% et de 33,3%.

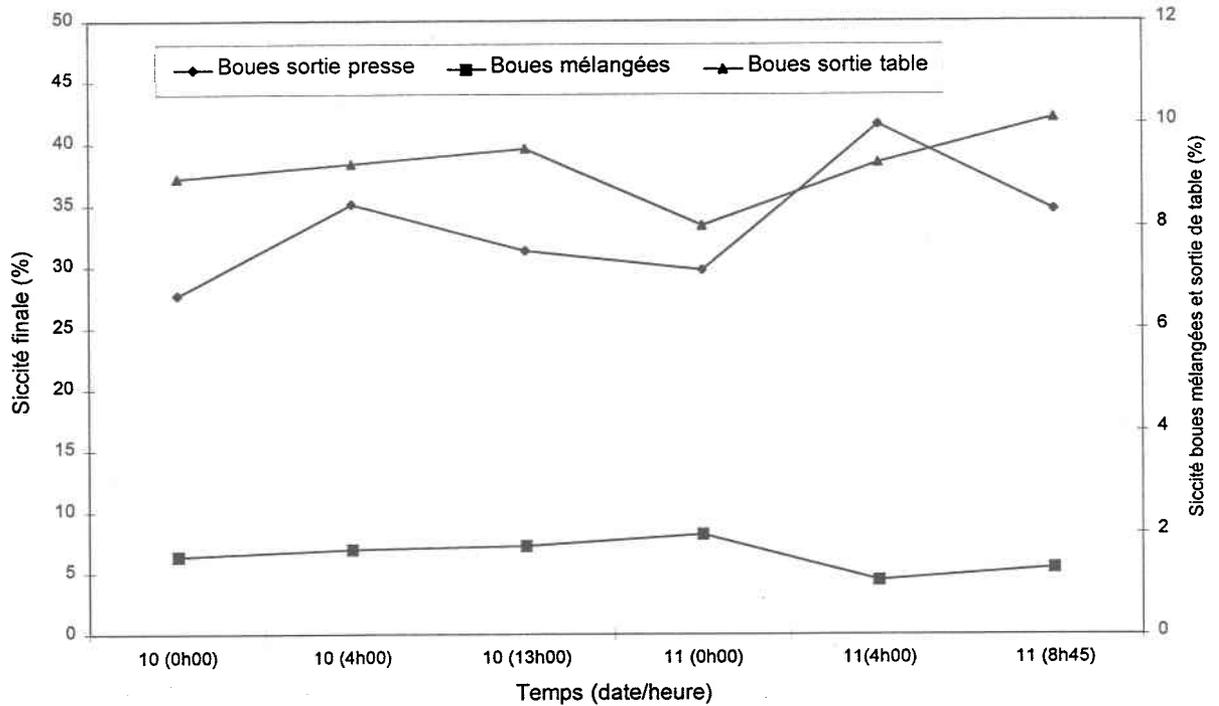


Figure 3.5 Siccités des boues mélangées, des boues à la sortie de la table et de la presse lors de l'essai PE-5

Les produits utilisés par la compagnie Diachem lors des essais PE-4 et PE-5 avaient en moyenne une siccité inférieure aux autres à la sortie du réservoir de mélange mais ont engendré un meilleur drainage sur la table de gravité ainsi qu'une siccité finale supérieure. L'effet de ce programme sur les boues se remarque encore plus à partir du résultat de siccité finale maximale rencontré. Deux coagulants ont été essayés par la compagnie Diachem soit le 3495 (essai PE-4) et le 3490 (essai PE-5). Le coagulant 3495 semble avoir un rendement supérieur à celui du coagulant 3490 mais il aurait été intéressant d'avoir une période d'essai plus longue pour PE-5.

3.1.2 Matières solides en suspension dans les filtrats

Les résultats des concentrations de matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné (réservoir contenant le filtrat de la table de gravité et celui de la presse Andritz), et ceux du filtrat de la table de gravité obtenus lors des essais PE-1, PE-2, PE-3, PE-4 et PE-5 sont représentés sur les figures 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 et 3.10.

3.1.2.1 Essai PE-1

La figure 3.6 montre que la concentration de matières solides en suspension du filtrat combiné de l'échantillon du 28 juin 15h30 est nettement supérieure aux autres; cela s'explique par le fait que la vitesse de la pompe de coagulant ait été volontairement réduite tel que mentionné précédemment. La formation de floccs étant réduite, cela permettait aux boues de sortir à travers la toile de la table de gravité mais surtout lors de leur passage dans la presse à vis. Le filtrat de la table de gravité est également élevé. La deuxième pointe concerne les échantillons récoltés le 4 juillet à 8h30 qui ont été affectés par les divers déversements (voir section 3.1.1.1). Les concentrations des MES moyennes du filtrat de la table de gravité et celui du filtrat combiné ont été respectivement de 260 ppm et 540 ppm durant l'essai PE-1.

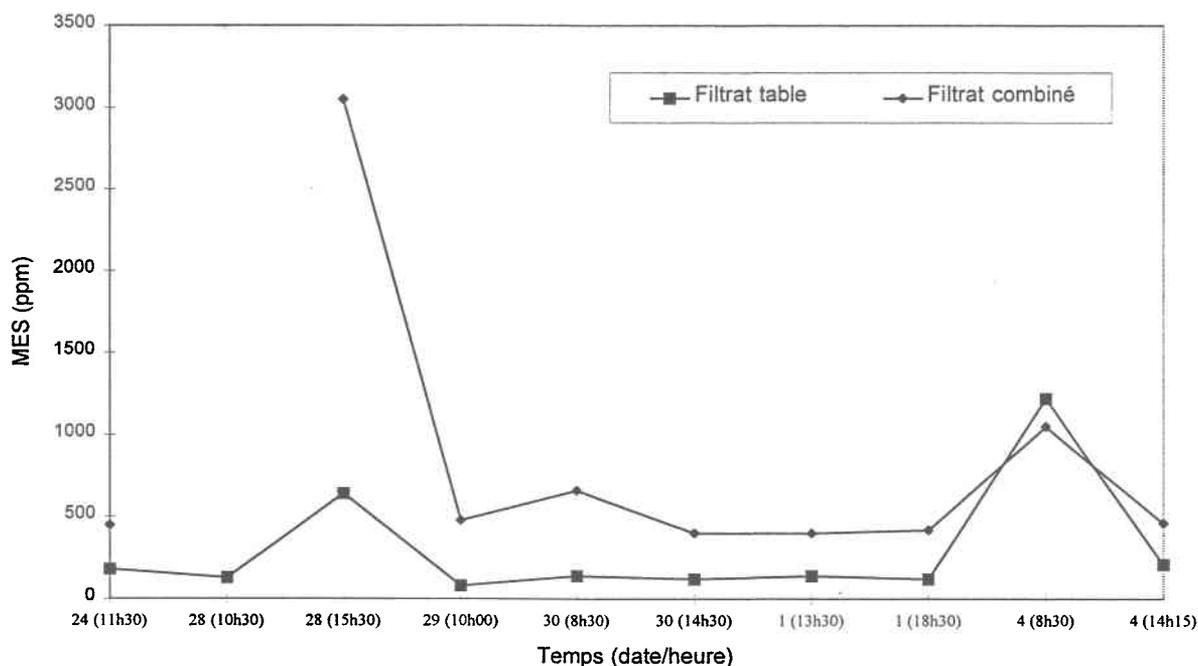


Figure 3.6: Concentration de matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-1.

3.1.2.2 Essai PE-2

Le concentration de matières solides en suspension du filtrat combiné du premier échantillon de la figure 3.7 est très élevé en raison des problèmes d'ajustement du dosage des produits. Malgré les efforts pour optimiser le dosage des produits, les concentrations de MES sont demeurées élevées dans le filtrat combiné tout au long de l'essai, une seule valeur de concentration de MES étant inférieure à 1000 ppm. Les concentrations de matières solides en suspension dans le filtrat de la table de gravité sont un peu plus élevées que celles des autres essais. La moyenne des concentrations de matières solides en suspension pour le filtrat de la table de gravité et du filtrat combiné de l'essai PE-2 sont de 309 ppm et 2247 ppm.

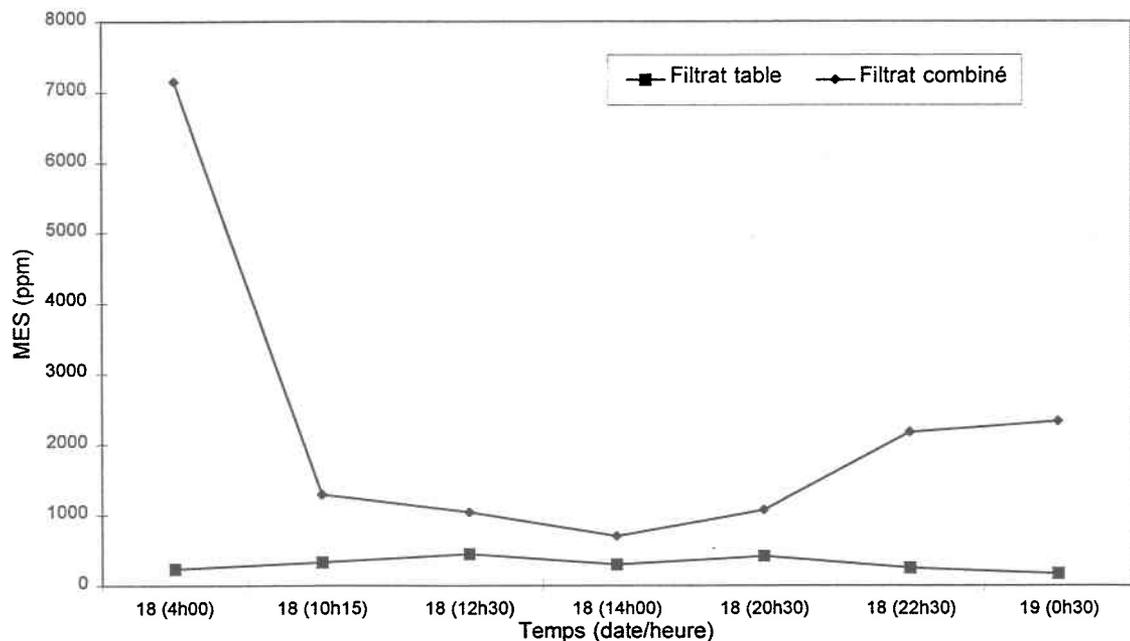


Figure 3.7: Concentration de matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-2

3.1.2.3 Essai PE-3

Une première pointe apparaît pour les premiers échantillons de la figure 3.8 récoltés le 24 juillet à 16h00, période durant laquelle l'alimentation du réservoir de transfert des laveurs de liqueur a été déversée directement à l'égout. Il est possible que ce déversement soit à l'origine de ces hautes concentrations de matières solides en suspension. Les échantillons du filtrat combiné récoltés le 27 juillet à 0h00 et 4h00 ont des concentrations de MES élevées mais il n'y a pas d'événements en particulier répertorié durant cette période. La dernière pointe concerne l'échantillon du 28 juillet à 11h10; à ce moment il avait été décidé d'arrêter l'ajout du coagulant, la bentonite, afin de constater l'effet. L'arrêt de la pompe de coagulant semble avoir eu seulement un effet sur le filtrat combiné car le filtrat de la table de gravité est demeuré relativement stable. Les concentrations moyennes de MES sont de 435 ppm pour le filtrat de la table de gravité et de 884 ppm pour le filtrat combiné.

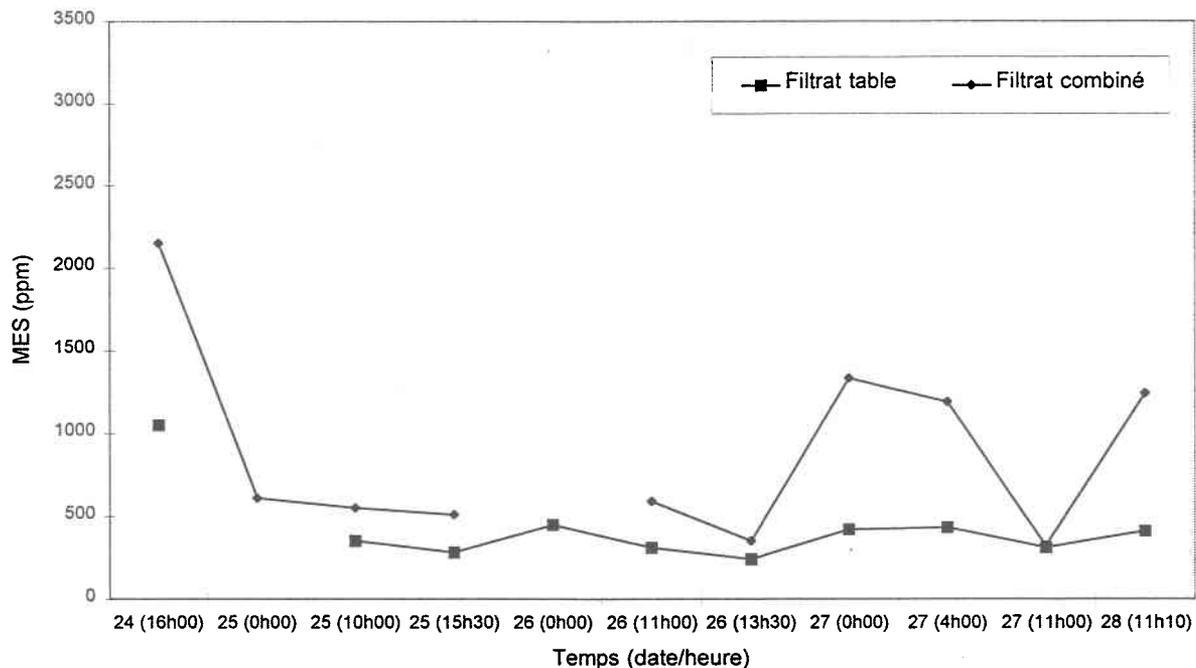


Figure 3.8: Concentration de matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-3

3.1.2.4 Essai PE-4

Les concentrations de matières solides en suspension de la figure 3.9 sont assez stables, une seule pointe apparaissant le 21 août à 23h30. Il n'y a pas eu d'événement particulier répertorié durant cette période. Il est possible que le dosage n'était pas assez élevé. Les concentrations des MES moyennes sont de 267 ppm et 298 ppm pour le filtrat de la table de gravité et le filtrat combiné respectivement de l'essai PE-4.

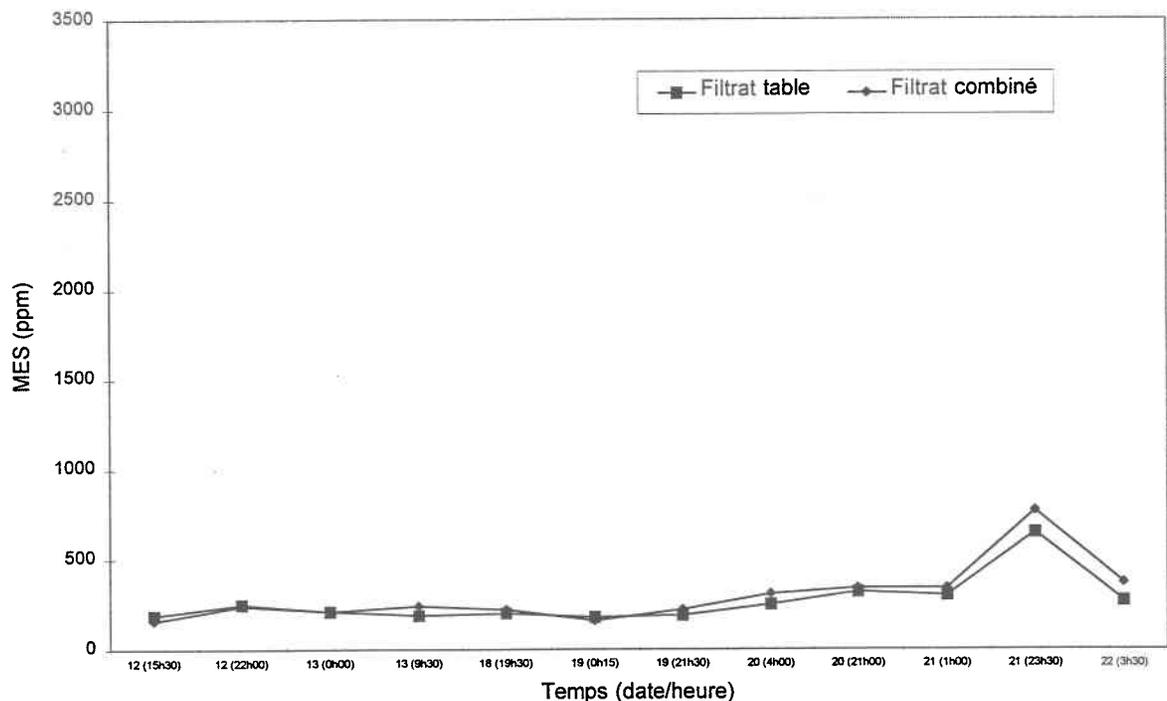


Figure 3.9: Concentration de matières solides en suspension dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-4

3.1.2.5 Essai PE-5

Les concentrations des MES ont excédé 1000 ppm pour les échantillons récoltés le 10 août à 4h00 tel que représenté sur la figure 3.10. Un faible dosage de coagulant pourrait expliquer cette pointe car il n'y a pas eu de déversement signalé durant cette journée. La valeur de concentration des MES moyenne pour le filtrat de la table de gravité est de 531 ppm et celle du filtrat combiné est de 591 ppm.

Le coagulant 3495 de la compagnie Diachem semble favoriser une meilleure capture des solides que le coagulant 3490 pour les boues générées de traitement des eaux.

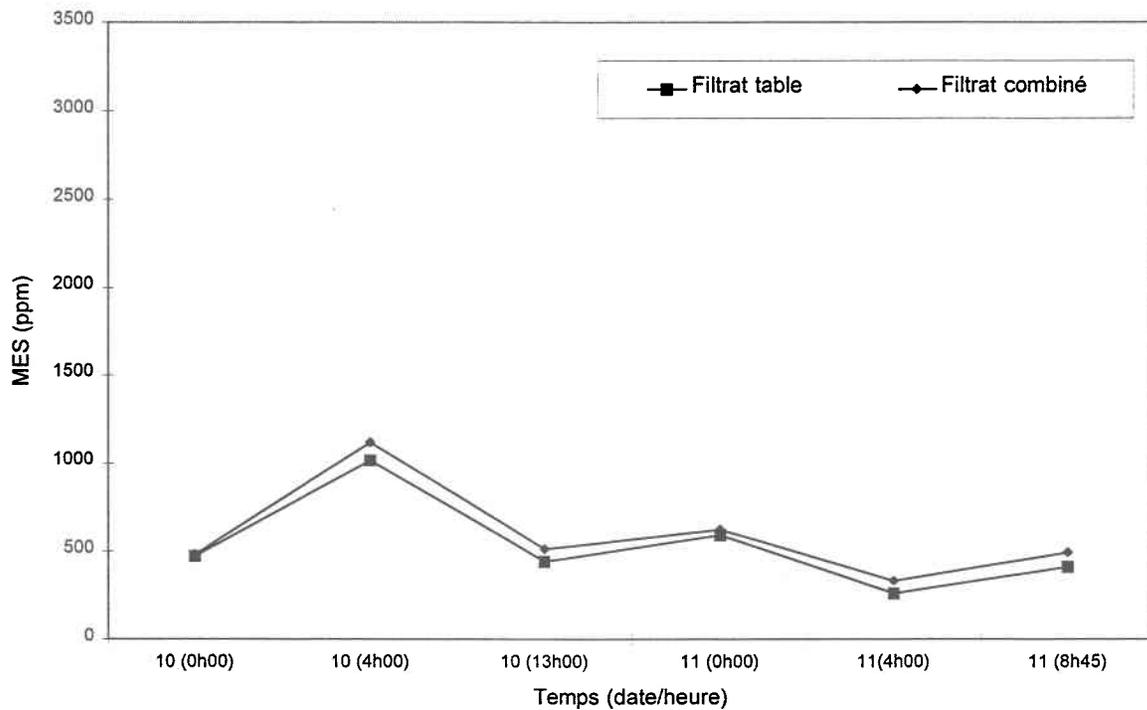


Figure 3.10: Concentration de matières solides en suspension dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-5

3.1.3 Ratio de boues primaires/secondaires

Les figures 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 et 3.15 illustrent les résultats obtenus concernant le ratio de boues primaires/secondaires et la siccité à la sortie de la presse pour les essais PE-1, PE-2, PE-3, PE-4 et PE-5.

Les boues secondaires sont plus difficiles à déshydrater en raison de leurs caractéristiques; c'est pourquoi leur présence engendre des boues plus humides. Une augmentation du dosage est nécessaire afin de maintenir la siccité désirée à la sortie de la presse à vis mais un surdosage peut provoquer un effet contraire.

3.1.3.1 Essai PE-1

Les résultats illustrés sur la figure 3.11 ne permettent pas de vérifier qu'une augmentation du ratio de boues primaires/secondaires engendre une siccité plus élevée à la sortie de la presse à vis. Des divergences significatives se situent aux extrémités de cette figure; la siccité obtenu le 24 juillet à 11h30 est relativement faible compte tenu du ratio de boues primaires/secondaires qui est très élevé. Il semble que cela pourrait être causé par un surdosage. Le ratio primaire/secondaire du 4 juillet 8h30 est très élevé, la siccité faible à la sortie de la presse peut être due au déversement survenu durant cette période tel que décrit dans la section 3.1.1.1. Le ratio moyen durant l'essai PE-1 est 0,83.

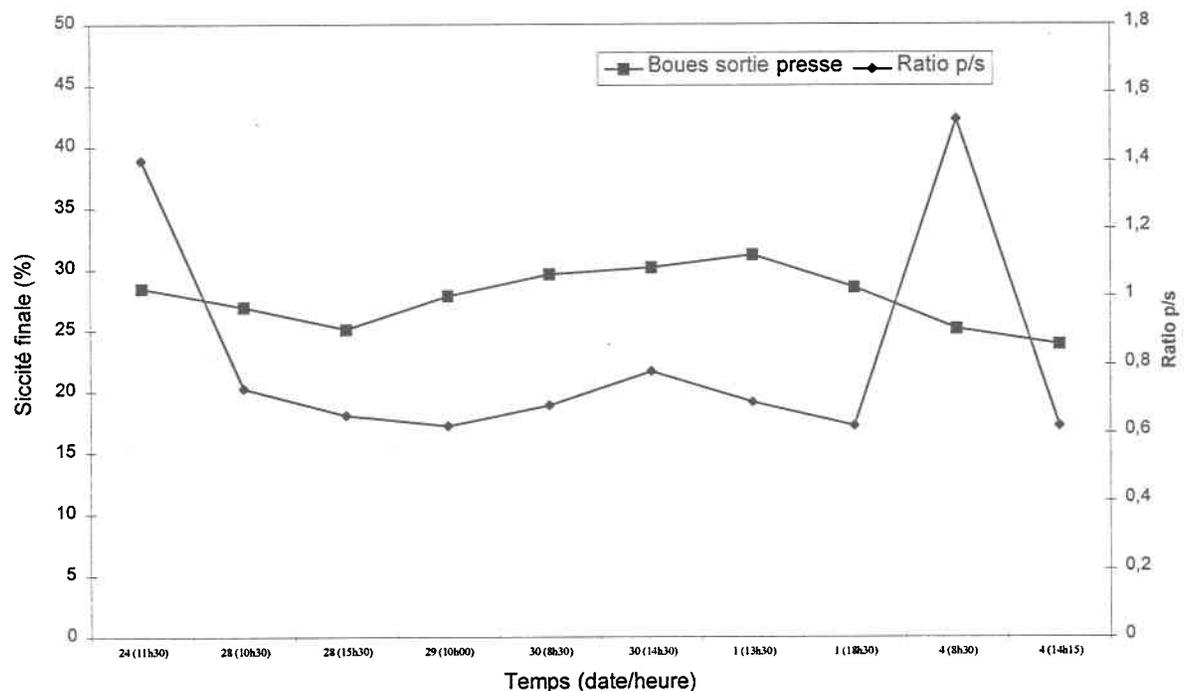


Figure 3.11: Siccités des boues à la sortie de la presse et ratios de boues primaires/secondaires lors de l'essai PE-1

3.1.3.2 Essai PE-2

En comparant les derniers résultats de la figure 3.12, soient ceux du 18 juillet à 22h30 et du 19 juillet 0h30, les siccités à la sortie de la pressé ont des valeurs très rapprochées mais ce n'est pas le cas pour le ratio de boues primaires/secondaires. Il est possible que

le dosage de l'échantillon du 19 juillet était trop élevé. Cette explication pourrait également être valable pour l'échantillon du 18 juillet 10h15 et 20h30 si on les compare avec celui du 18 juillet 4h00. Le ratio moyen durant l'essai PE-2 est de 0,80.

Il y a eu deux périodes d'échantillonnage de l'essai PE-2, le 18 juillet à 12h30 et à 14h00, durant lesquelles il n'y avait pas de boues secondaires dans le réservoir de mélange de boues en raison de problèmes avec la pompe; cela ne s'est pas reflété sur les résultats de siccité à la sortie de la presse.

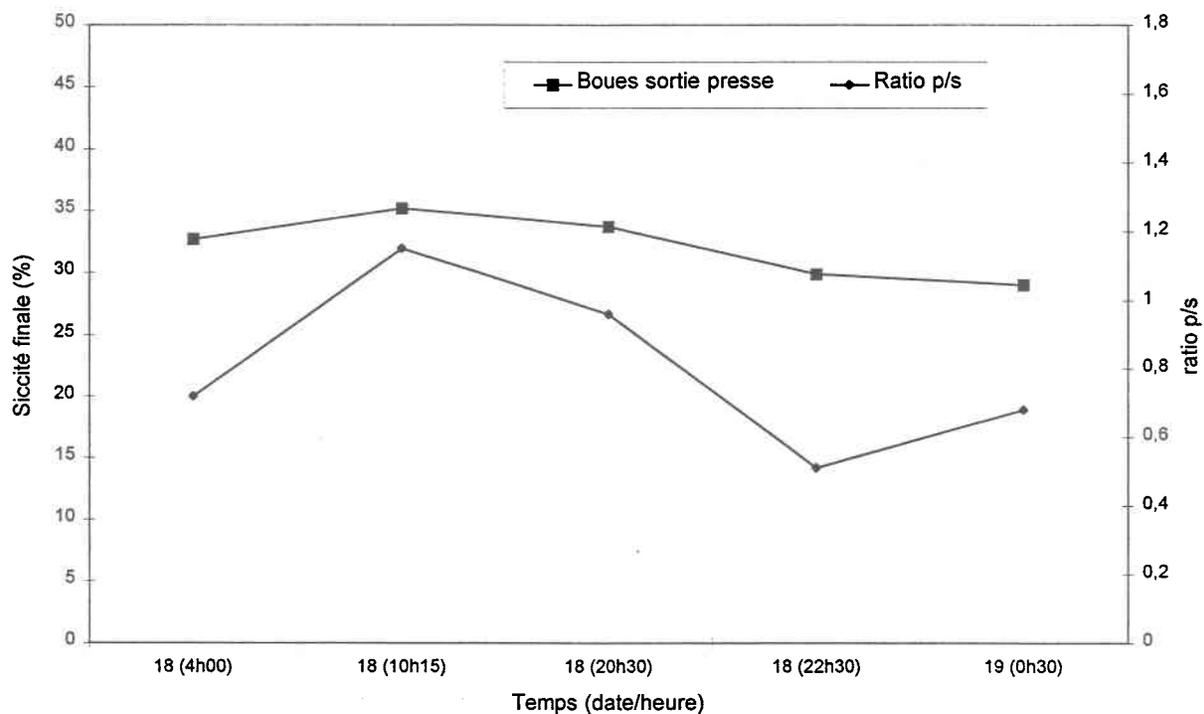


Figure 3.12: Siccités des boues à la sortie de la presse et ratios de boues primaires/secondaires lors de l'essai PE-2

3.1.3.3 Essai PE-3

Les résultats de cet essai ne permettent pas de montrer qu'une augmentation du ratio de boues primaires/secondaires résulte en une siccité des boues plus élevée à la sortie de la presse à vis. L'échantillon du 28 juillet 11h10 a été récolté durant une période où la pompe de coagulant a été volontairement arrêtée; la siccité est plus élevée que les

échantillons précédents alors que les ratios de boues primaires/secondaires étaient équivalents tels qu'illustrés sur la figure 3.13. Le ratio le plus élevé durant cet essai est celui du 27 juillet à 0h00 mais cela ne s'est pas reflété sur la siccité finale des boues; il est possible qu'il y ait eu un surdosage du coagulant à ce moment. Le ratio moyen durant l'essai PE-3 est de 0,83.

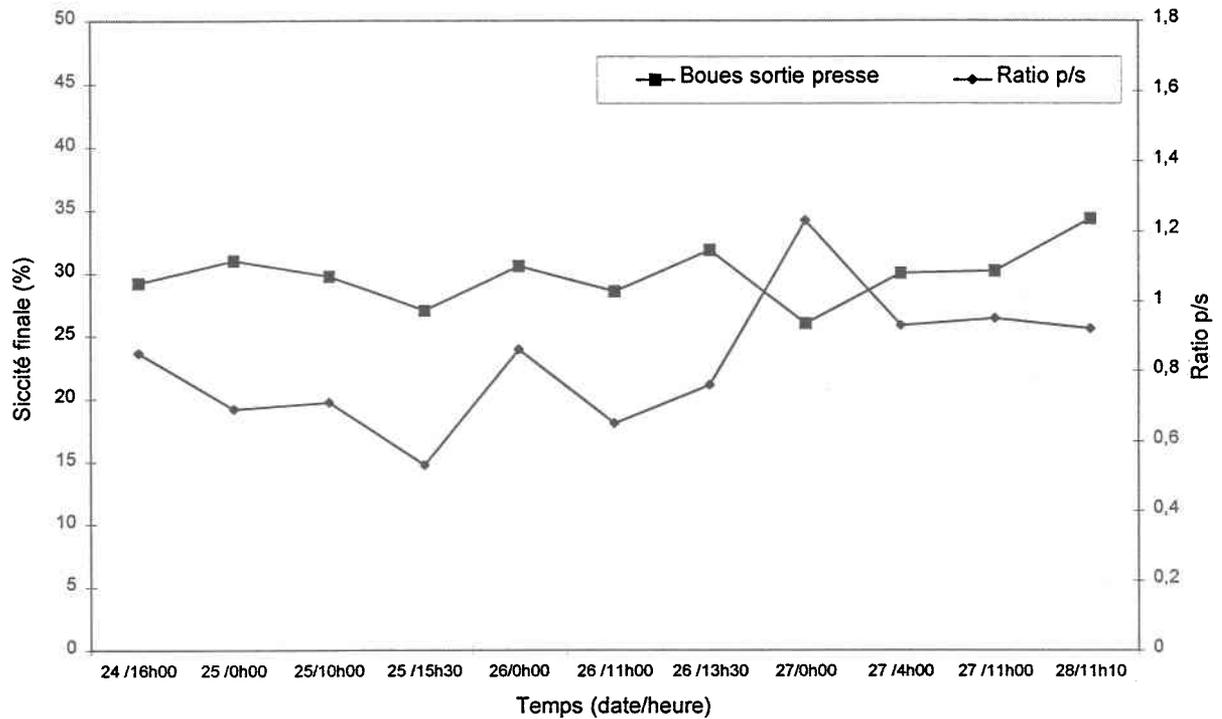


Figure 3.13: Siccités des boues à la sortie de la presse et ratios de boues primaires/secondaires lors de l'essai PE-3

3.1.3.4 Essai PE-4

Certains échantillons de la figure 3.14 montrent que la siccité des boues augmente avec le ratio de boues primaires/secondaires. L'échantillon récolté le 12 août à 22h00 est surprenant puisque la siccité est très élevée malgré le faible ratio primaire/secondaire. Il est possible que le déversement de pâte écrue survenu avant ainsi que l'ajustement du dosage ait contribué à améliorer la siccité finale pour cet échantillon. Une consistance élevée des boues secondaires pourrait expliquer le fait que l'échantillon récolté le 20 août à 21h00 ait une siccité élevée avec un ratio primaire/secondaire plus faible si on le compare avec le point précédent. Malgré un ratio primaire/secondaire très élevé, la

siccité à la sortie de la presse de l'échantillon amassé le 21 août 23h30 n'est pas très élevé en comparaison avec la valeur précédente; en tenant compte des résultats de la concentration de matières solides en suspension (section 3.1.2.4), il est probable que le dosage du coagulant n'était pas assez élevé. Le ratio de boues primaires/secondaires moyen durant l'essai PE-4 est de 0,84.

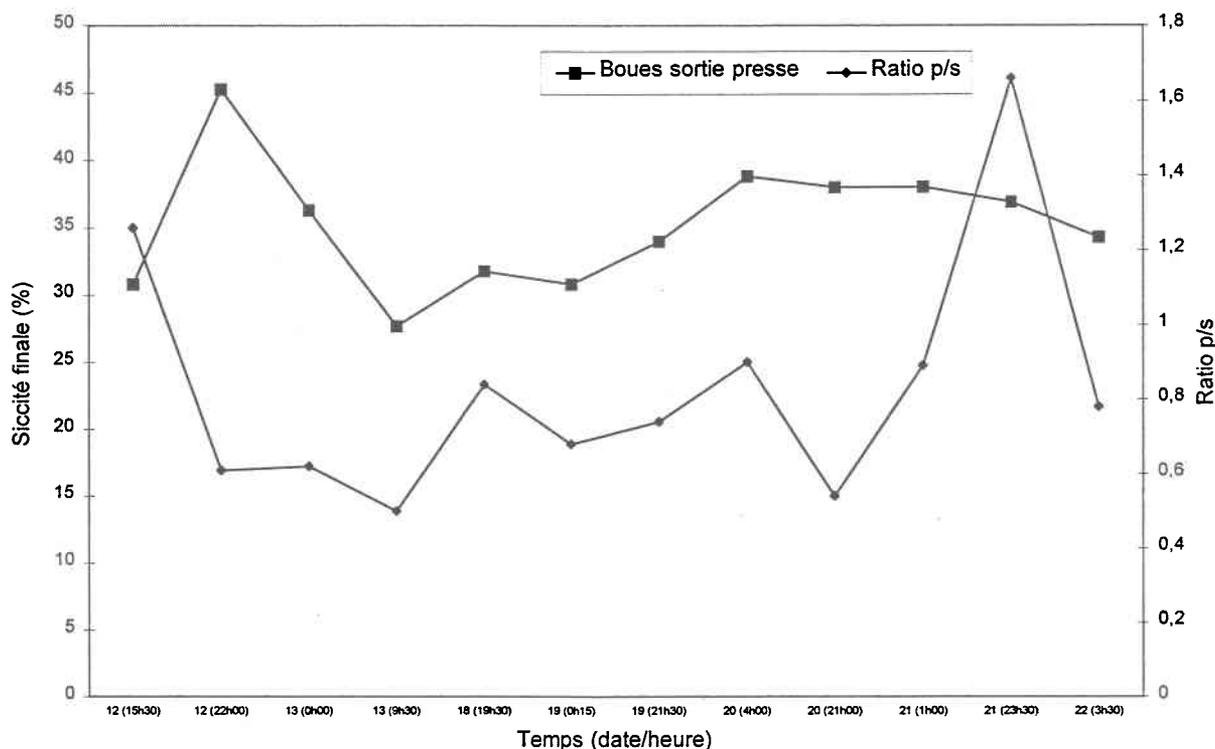


Figure 3.14: Siccités des boues à la sortie de la presse et ratios de boues primaires/secondaires lors de l'essai PE-4

3.1.3.5 Essai PE-5

Une siccité finale très élevée a été obtenue pour l'échantillon du 11 août à 4h00 malgré le ratio de boues primaires/secondaires faible tel que démontré sur la figure 3.15. Il en est de même pour l'échantillon du 11 août à 8h45. Un seul déversement de pâte écrue s'est produit de 8h00 à 8h15 durant cette journée qui aurait pu affecter le résultat de l'échantillon récolté à 8h45. Le ratio moyen durant l'essai PE-5 est de 0,90.

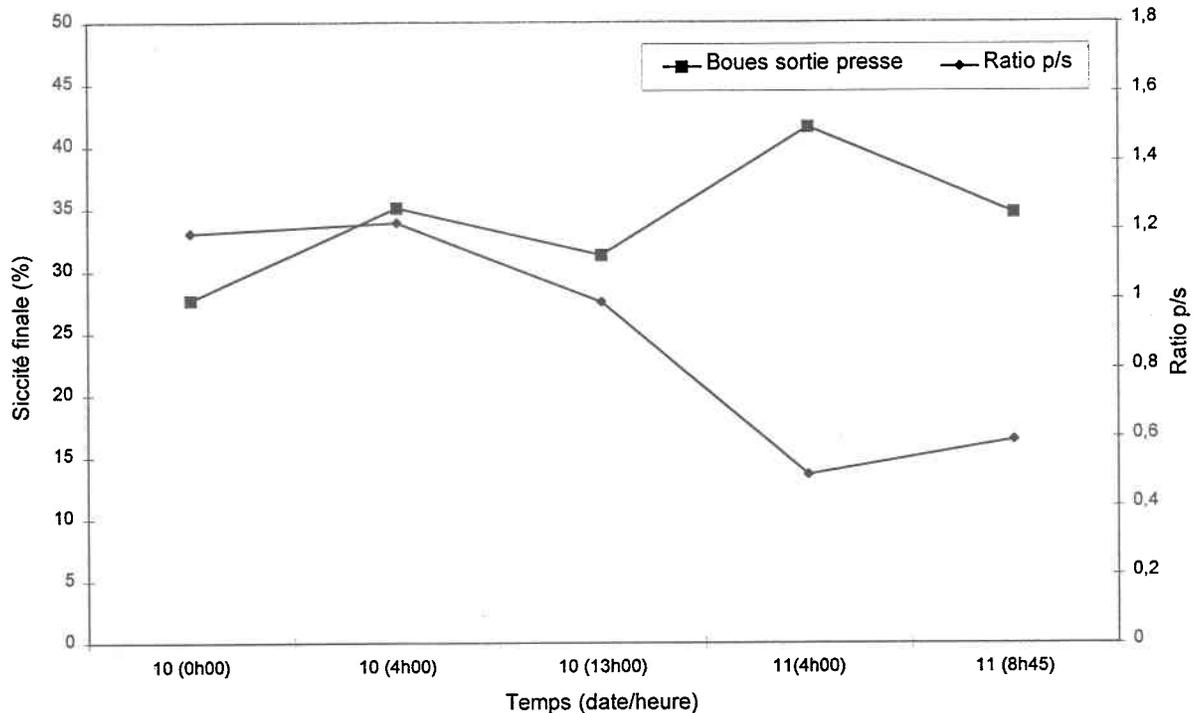


Figure 3.15: Siccités des boues à la sortie de la presse et ratios de boues primaires/secondaires lors de l'essai PE-5

3.1.4 Dosage des produits

Le dosage total des produits et le ratio de boues primaires/secondaires sont illustrés sur les figures 3.16, 3.17, 3.18, 3.19 et 3.20 pour les essais PE-1, PE-2, PE-3, PE-4 et PE-5.

Le dosage des produits devrait être plus élevé avec une diminution du ratio primaire/secondaire mais les hypothèses reliées au bilan de masse ainsi que le fait que les échantillons soient instantanés peuvent influencer les résultats.

3.1.4.1 Essai PE-1

La figure 3.16 permet de constater qu'il y avait surdosage des produits durant certaines périodes. Dans le cas des résultats obtenus le 24 juin (11h30) et le 30 juin (8h30), il est possible qu'il y ait eu surdosage des produits car il n'y a pas eu de déversement durant cette période contrairement aux échantillons du 1^{er} et 4 juillet où les dosages sont élevés. Le dosage des produits varie beaucoup d'une compagnie à l'autre; ainsi, pour le

polymère, le dosage moyen de l'essai PE-1 est de 2,33 kg/tonne, alors que pour le coagulant il est de 8,33 kg/tonne.

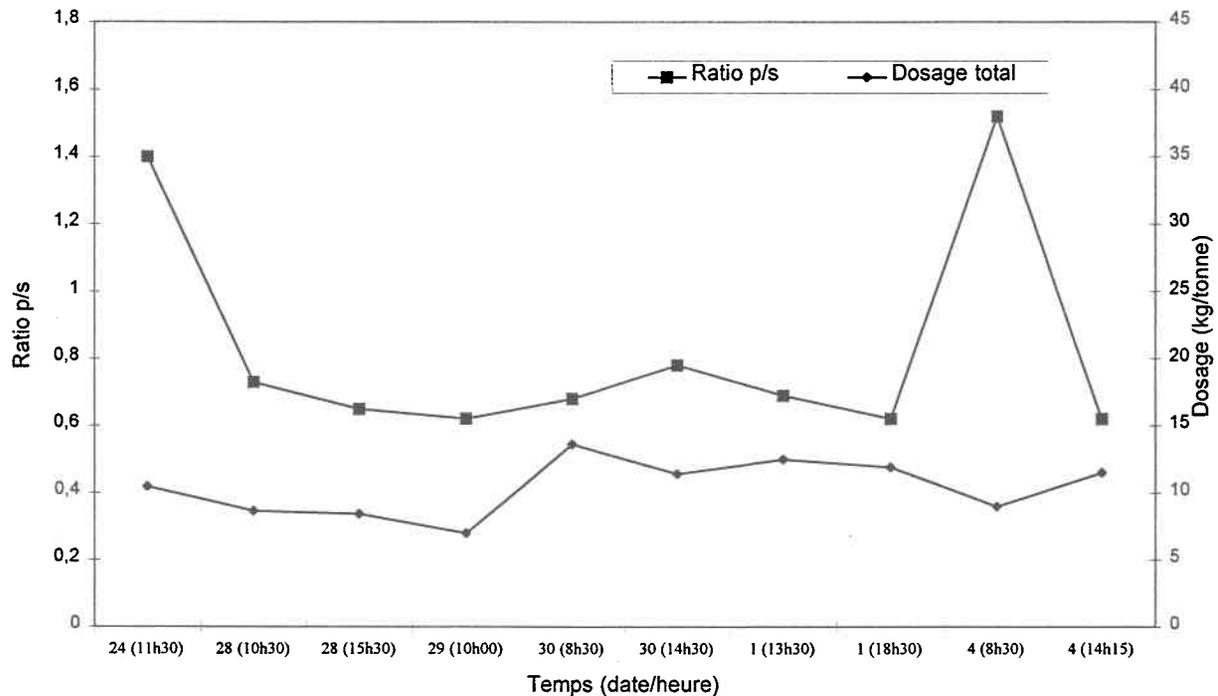


Figure 3.16: Ratios de boues primaires/secondaires et dosages totaux des produits lors de l'essai PE-1

3.1.4.2 Essai PE-2

La figure suivante permet de tirer des conclusions semblables à celles de la section 3.1.3.2 soit qu'il y a probablement surdosage des produits pour les données du 18 juillet à 10h15 et 20h30 si les données sont comparées entre elles. Le dosage du 18 juillet à 10h15 devrait être moins élevé car il est pratiquement égal à celui de l'échantillon récolté à 4h00 la même journée et qui a un ratio primaire/secondaire beaucoup plus faible. Le dosage moyen de coagulant utilisé au cours de cet essai est de 36,29 kg/tonne et celui du coagulant est de 1,27 kg/tonne. Il est important de noter que la pompe utilisée pour le coagulant n'avait pas une capacité suffisante pour fournir le débit requis. Une deuxième pompe a dû être utilisée durant cet essai.

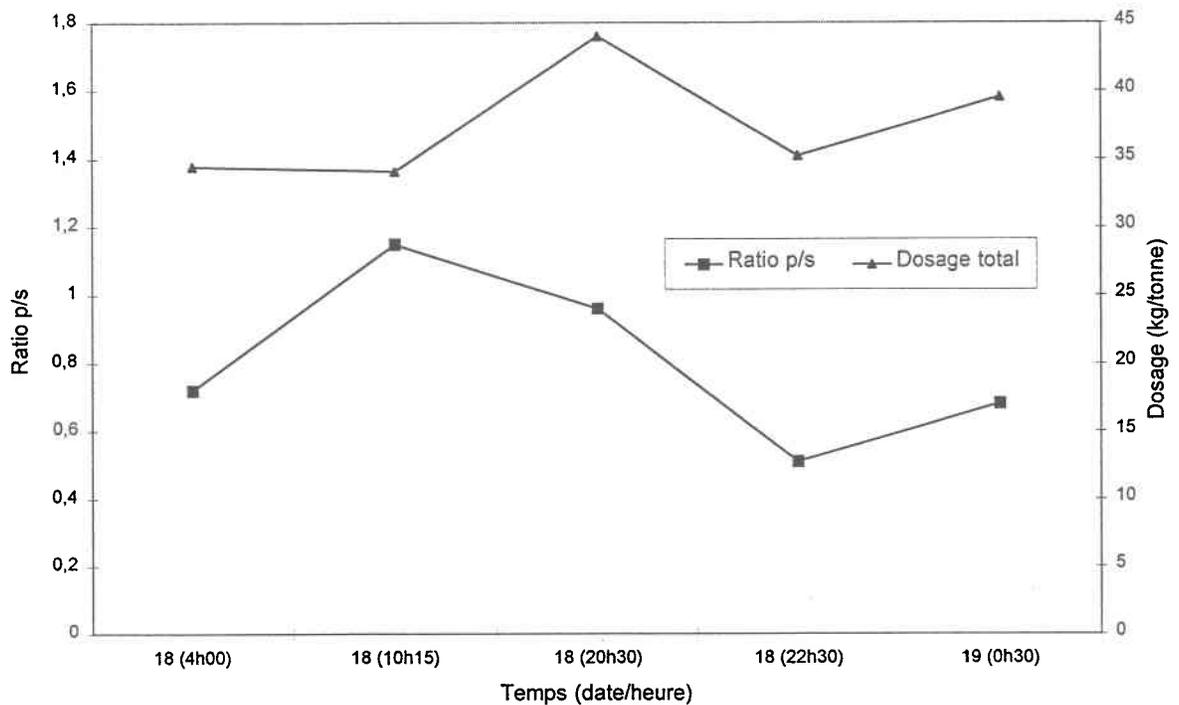


Figure 3.17: Ratios de boues primaires/secondaires et dosages totaux des produits lors de l'essai PE-2

3.1.4.3 Essai PE-3

Il y a probablement eu un impact sur le dosage en raison des déversements expliquant les données du 25 à 10h00 ainsi que le 26 à 0h00. Le dosage utilisé le 27 juillet à 0h00 est très élevé compte tenu du ratio primaire/secondaire élevé. L'arrêt de l'ajout de coagulant explique le faible dosage du 28 juillet à 11h10; il aurait été intéressant de pouvoir récolter plus d'échantillons pendant la période où il n'y avait pas de bentonite afin de vérifier l'effet; malheureusement, cela c'est produit à la toute fin de l'essai PE-3. En moyenne, 5,75 kg/tonne de polymère et 9,83 kg/tonne de coagulant ont été utilisés au cours de cet essai.

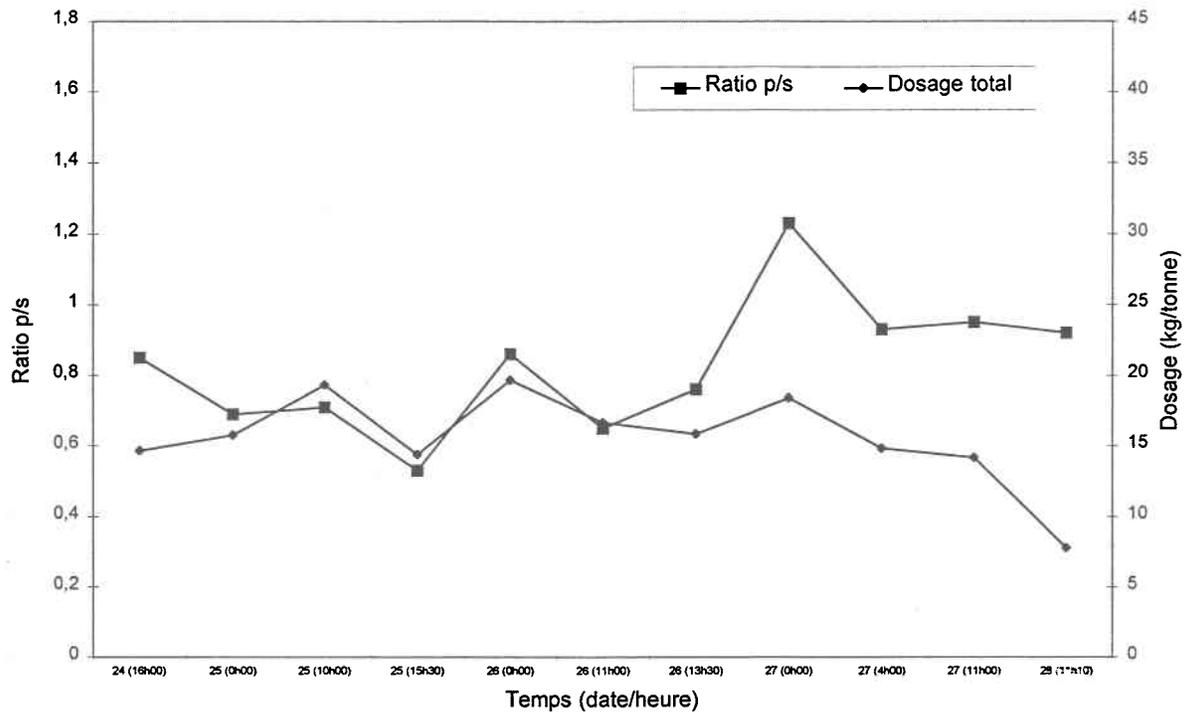


Figure 3.18: Ratios de boues primaires/secondaires et dosages totaux des produits lors de l'essai PE-3

3.1.4.4 Essai PE-4

Les ratios de boues primaires/secondaires étaient élevés le 12 août à 15h30 ainsi que le 21 août à 23h30; plusieurs déversements de pâte ont eu lieu durant la journée du 12 août qui pourrait expliquer le ratio élevé. Il n'y a pas d'événement particulier répertorié pour la journée du 21 août; les concentrations de matières solides en suspension mesurées pour le filtrat de la table de gravité ainsi que le filtrat combiné peuvent laisser croire que le dosage des produits était trop élevé. En moyenne, des dosages de 1,41 kg/tonne de polymère et 5,72 kg/tonne de coagulant ont été utilisés au cours de l'essai PE-4.

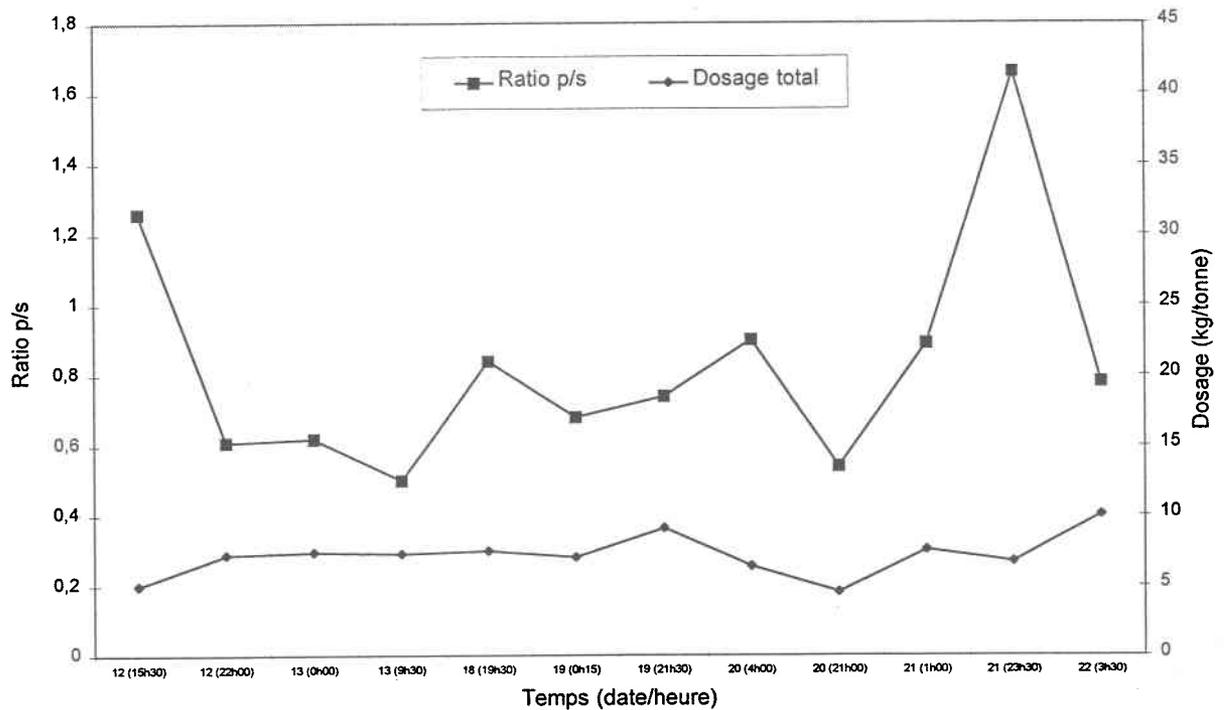


Figure 3.19: Ratios de boues primaires/secondaires et dosages totaux des produits lors de l'essai PE-4

3.1.4.5 Essai PE-5

La figure 3.20 permet de constater que le dosage n'a pas varié de façon significative durant l'essai PE-5. Il y a probablement eu surdosage des produits pour les trois premiers échantillons. La siccité finale des boues de l'échantillon récolté le 10 août à 0h00 est faible ce qui peut être causé par un dosage trop élevé; ceci n'est pas constaté pour l'échantillon récolté le 10 août à 4h00. Au cours de l'essai PE-5, 1,78 kg/tonne de polymère et 4,75 kg/tonne de coagulant ont été en moyenne utilisés pour conditionner les boues.

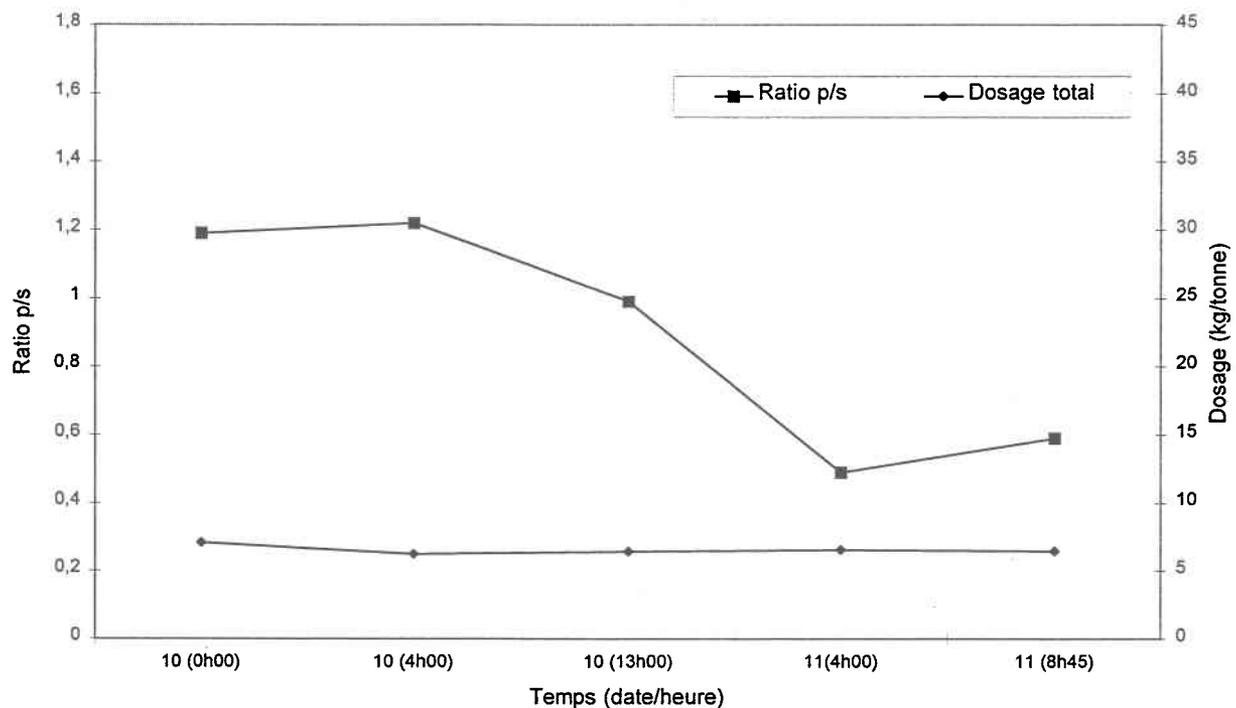


Figure 3.20: Ratios de boues primaires/secondaires et dosages totaux des produits lors de l'essai PE-5

3.1.5 Coût de conditionnement

Les coûts de conditionnement ont été calculés à partir des prix accordés par les différents fournisseurs. Le coût de conditionnement inclut les coûts pour les deux produits soient ceux du coagulant et du polymère.

Le coût moyen de conditionnement de la compagnie Allied Colloids durant l'essai PE-3 est nettement supérieur, alors que pour les essais PE-4 et PE-5 de la compagnie Diachem sont les plus faibles. L'augmentation du dosage provoque une hausse des coûts mais n'engendre pas nécessairement des boues plus sèches en raison des conséquences que peut provoquer un surdosage. La composition des boues affecte directement le dosage et par conséquent le coût de conditionnement.

Tableau 3.1 : Coûts de conditionnement durant l'essai PE-1

Temps	Coût \$/tonne
24 (11h30)	26,28
28 (10h30)	20,87
28 (15h30)	21,61
29 (10h00)	17,68
30 (8h30)	34,24
30 (14h30)	27,70
1 (13h30)	31,10
1 (18h30)	29,29
4 (8h30)	29,75
4 (14h15)	29,87
Moyenne	26,84

Tableau 3.2 : Coûts de conditionnement durant l'essai PE-2

Temps	Coût \$/tonne
18 (4h00)	41,50
18 (10h15)	22,38
18 (12h30)	20,88
18 (14h00)	25,63
18 (20h30)	31,46
18 (22h30)	23,65
19 (0h30)	31,58
Moyenne	28,15

Tableau 3.3 : Coûts de conditionnement durant l'essai PE-3

Temps	Coût \$/tonne
24 (16h00)	30,46
25 (0h00)	32,69
25 (10h00)	46,67
25 (15h30)	35,83
26 (0h00)	49,01
26 (11h00)	40,63
26 (13h30)	40,78
27 (0h00)	39,86
27 (4h00)	33,23
27 (11h00)	36,84
28 (11h10)	38,87
Moyenne	38,62

Tableau 3.4: Coûts de conditionnement durant l'essai PE-4

Temps	Coût \$/tonne
12 (15h30)	12,62
12 (22h00)	18,17
13 (0h00)	18,70
13 (9h30)	18,07
18 (19h30)	18,62
19 (0h15)	17,44
19 (21h30)	23,50
20 (4h00)	16,54
20 (21h00)	11,54
21 (1h00)	18,69
21 (23h30)	16,97
22 (3h30)	25,44
Moyenne	18,03

Tableau 3.5 : Coûts de conditionnement durant l'essai PE-5

Temps	Coût \$/tonne
10 (0h00)	20,13
10 (4h00)	18,37
10 (13h00)	19,19
11 (0h00)	26,70
11(4h00)	19,34
11 (8h45)	18,78
Moyenne	20,42

3.2 Évaluation des programmes

Certaines différences apparaissent entre les programmes, ce sont:

- Les coûts de conditionnement de la compagnie Callaway ne sont pas très élevés en général mais les siccités à la sortie de la presse sont rarement supérieures à 30%.
- La compagnie Allied Colloids a obtenu de bonnes performances en ce qui concerne la siccité à la sortie de la presse mais les coûts de conditionnement sont élevés.
- Des concentrations en matières en suspension dans le filtrat très élevées ont été mesurées au cours des essais avec la compagnie Equip Int.. Les siccités à la sortie de la presse sont toutefois comparables en moyenne à ceux de la compagnie Allied Colloids et les coûts de conditionnement sont beaucoup moins élevés.
- Des siccités très élevées à la sortie de la presse ont été obtenues avec les produits de la compagnie Diachem. Le filtrat combiné et celui de la table ont des concentrations de matières en suspension relativement faibles. Les coûts de conditionnement ne sont pas les plus élevés.

Afin d'évaluer les rendements des programmes les uns par rapport aux autres, le paramètre choisi comme base de comparaison est le ratio de boues primaires/secondaires.

Des comparaisons ont donc été effectuées pour les ratio rencontrés le plus régulièrement en opération. Une importance plus particulière sera portée au rendement des produits lorsque le ratio primaire/secondaire est faible afin de considérer les modifications futures au traitement des eaux. Afin de tenir compte de tous les objectifs, l'évaluation est effectuée en considérant les performances au niveau de la déshydratation des boues, de la concentration en matières en suspension dans le filtrat combiné, du dosage des produits requis pour ce ratio ainsi que les coûts qui s'y rattachent.

Tableau 3.6: Performances des programmes par rapport au ratio primaire/secondaire.

Compagnie	Ratio p/s	Siccité %	Filtrat combiné ppm	Dosage polymère kg/tonne	Dosage coagulant kg/tonne	Coût \$/tonne	Événement
Allied Colloids	0,93	30.0	1190	4.60	10.21	33.23	-
Allied Colloids	0,92	34.3	1240	7.77	0	38.87	-
Diachem (3495)	0,90	38.8	310	1.42	4.95	16.54	-
Allied Colloids	0,85	29.2	2150	3.95	10.73	30.46	1
Allied Colloids	0,86	30.6	NA	7.33	12.33	49.01	-
Diachem (3495)	0,84	31.2	220	1.37	6.12	18.62	-
Callaway	0,78	30.1	400	1.96	9.44	27.70	-
Allied Colloids	0,76	31.8	350	6.24	9.60	40.78	-
Diachem (3495)	0,78	34.3	370	1.93	7.65	24.31	-
Equip (1050)	0,72	32.7	7140	1.73	32.72	41.50	-
Callaway	0,73	26.9	NA	1.45	7.20	20.87	-
Allied Colloids	0,71	29.8	550	6.84	12.46	46.67	1
Diachem (3495)	0,74	34.0	220	1.99	7.09	23.50	-
Equip	0,68	29.0	2320	1.65	37.89	31.58	-
Callaway	0,68	29.6	660	2.73	10.87	34.24	-
Callaway	0,69	31.2	400	2.41	10.06	31.10	1
Allied Colloids	0,69	31.0	610	4.23	11.52	32.69	-
Diachem (3495)	0,68	30.8	160	1.27	5.75	17.44	-
Callaway	0,62	28.5	420	2.17	9.73	29.29	1
Callaway	0,62	23.9	460	2.61	8.88	29.87	-
Callaway	0,62	27.8	480	1.44	5.52	17.68	-
Allied Colloids	0,65	28.6	590	5.99	10.66	40.63	-
Diachem (3495)	0,61	45.3	240	1.42	5.77	18.17	-
Diachem (3495)	0,62	36.3	210	1.47	5.92	18.70	-

1 Déversement du réservoir de transfert #1 des laveurs de liqueur directement à l'égout
(Alimentation du réservoir de transfert des laveurs de liqueur directement à l'égout).

Le tableau 3.6 permet de tirer les conclusions suivantes:

Tableau 3.7: Évaluation des programmes

Compagnies	Coût/tonne	Siccité	Filtrat combiné	Global
Callaway	2	2	2	2
Allied Colloids	3	3	2	3
Diachem (3495)	1	1	1	1

La meilleure performance obtenue pour un paramètre correspond à 1. Les comparaisons entre un même ratio de boues permettent de constater que la compagnie Diachem obtient les meilleures performances en terme de coût de conditionnement, de siccité à la sortie de la presse et de la qualité du filtrat. Il est toutefois difficile de considérer l'effet des déversements de liqueur qui ont eu lieu durant les périodes d'échantillonnage.

La compagnie Equip Int. ainsi que les performances obtenues avec le coagulant 3490 de la compagnie Diachem n'ont pas été considérées dans cette évaluation car peu de données sont disponibles en raison de la durée des essais.

3.2.1 Observations

3.2.1.1 Ratio de boues primaires/secondaires

Il est difficile d'évaluer la valeur réelle du ratio de boues primaires/secondaires à partir d'un échantillon instantané. Lorsque les débits de boues secondaires et primaires atteignent la même conduite, une diminution de la consistance des boues primaires allant au réservoir se produit si la différence entre les deux débits de boues est élevée. La proportion de boues secondaires prend alors une plus grande importance lors de l'évaluation de la production de boues secondaires sèches journalières.

3.2.1.2 Déversements

La performance des programmes des compagnies a été affectée par les événements extérieurs au traitement des eaux qui se produisent régulièrement à l'usine tels les arrêts d'opération et les déversements. Divers événements ont eu lieu durant tous les essais tels que:

- i) Trop plein du réservoir #1 (overflow of #1 Blow Pit)
- ii) Trop plein du réservoir de transfert #1 des laveurs de liqueur rouge (Seal tank overflow)
- iii) Réservoir de transfert #1 des laveurs de liqueur directement à l'égout (Seal tank to sewer)
- iv) Trop plein du cuvier de pâte écrue (Déversement de pâte blanchie)

L'impact de tous ces déversements dépend des produits contenus; l'effet peut s'étendre jusqu'à 4 heures pour un déversement du trop plein du réservoir de transfert #1 des laveurs de liqueur rouge. L'effet produit lorsque le réservoir de transfert #1 des laveurs de liqueur qui va directement à l'égout dépend des produits présents et le déversement du trop plein du cuvier de pâte écrue aurait un impact négligeable car il s'agit uniquement d'un déversement de pâte non blanchie. Cependant, ce déversement de pâte peut occasionner des problèmes d'opération en bloquant des pompes de transfert du clarificateur nord en raison de sa consistance élevée ($\approx 20\%$). Un déversement du trop plein du réservoir #1 peut avoir un impact si la durée se situe autour de 20 minutes ou plus.

Un important déversement de liqueur survenu le 3 juillet a nécessité un arrêt des opérations durant quelques heures car l'impact sur la performance des produits était telle qu'il n'y avait plus de formation de floccs; à ce moment, l'eau dans le clarificateur du nord était complètement rouge foncé. Il est cependant possible qu'un déversement de liqueur passe inaperçu.

Un autre arrêt de plus de 18 heures s'est avéré nécessaire afin de régler un bris au clarificateur du nord le 27 juin. Les longs arrêts ont pour conséquence d'augmenter la consistance des boues.

En raison de modifications au niveau de l'opération, les boues sèches ont été récoltées directement à la sortie de la presse à partir du 4 juillet. Auparavant, les boues passaient dans un convoyeur à vis avant d'être expulsées à l'extérieur; ceci permettait d'obtenir un échantillon plus homogène.

Une déchirure de la toile de la table de gravité Andritz est survenue le 17 juillet 95; l'essai de la compagnie Callaway est donc le seul à ne pas avoir été réalisé sur la nouvelle toile. Une nouvelle toile a été installée au cours de la journée.

3.3 Résultats de l'utilisation de la sciure de bois comme aide à la déshydratation des boues.

Afin de réduire les coûts de conditionnement des boues et d'améliorer la siccité finale des boues à la sortie de la presse, de la sciure de bois a substitué en partie le dosage de polymère au cours d'un essai. Les analyses de la siccité des boues à l'entrée et à la sortie de la table de gravité ainsi qu'à la sortie de la presse sont illustrées sur la figure 3.21. Lorsque des analyses ont été faites en double, la moyenne des deux résultats a été considérée. L'analyse de la qualité des filtrats est également présentée à la figure 3.23. Les observations notées au cours du déroulement de cet essai sont mentionnées dans la section 3.3.2

L'essai avec de la sciure de bois s'est déroulé au traitement des eaux de la compagnie Tembec inc. le 31 mai 1995 à Témiscaming.

3.3.1 Siccité des boues à différents sites

La figure 3.21 illustre le pourcentage en solides des boues à différents sites soient à l'entrée et à la sortie de la table de gravité et à la sortie de la presse à vis.

La siccité finale des boues ne semble pas être affectée par la présence de la sciure de bois. Les débits de boues de la table de gravité, du clarificateur secondaire, du réacteur clarificateur et du clarificateur du nord ont été maintenus constants durant l'essai; cependant, la pompe du clarificateur du nord a connu certaines difficultés entre 13h00 et 14h00 qui ont provoqué une réduction majeure de ce débit tel que démontré sur la figure 3.22. Ces problèmes ne se reflètent pas sur les résultats de la siccité finale malgré le fait que la boue provenant de ce clarificateur ait un contenu en fibres très élevé. La consistance du mélange de boues à l'entrée de la table de gravité fluctue en raison des variations au niveau des effluents. Le contenu en solide du mélange de boues à l'entrée de la table de gravité GBT2 a été en moyenne de 1,67% pour les doses régulières de polymères, 1,64% pour les doses réduites de polymères et de 1,70% durant l'ajout de sciure de bois. À la sortie de la table, les pourcentages en solides moyens mesurés étaient de 7,9%, 7,0% et 7,7% pour ces mêmes régimes. Un des paramètres les plus importants de cet essai était le pourcentage en solides de la sortie de la presse. Les valeurs moyennes étaient de 30,2% lorsque la dose habituelle de flocculant était utilisée; de 27,3% pour une dose réduite en flocculant et de 26,7% lorsque la sciure était utilisée. Certains échantillons ont été récoltés en double, l'écart maximum entre les deux valeurs mesurées était de 4% avec un écart-type de 1,93. Les valeurs de concentration de solides totaux durant la période où la sciure de bois était ajoutée ont varié de 24,4% à 28,9%.

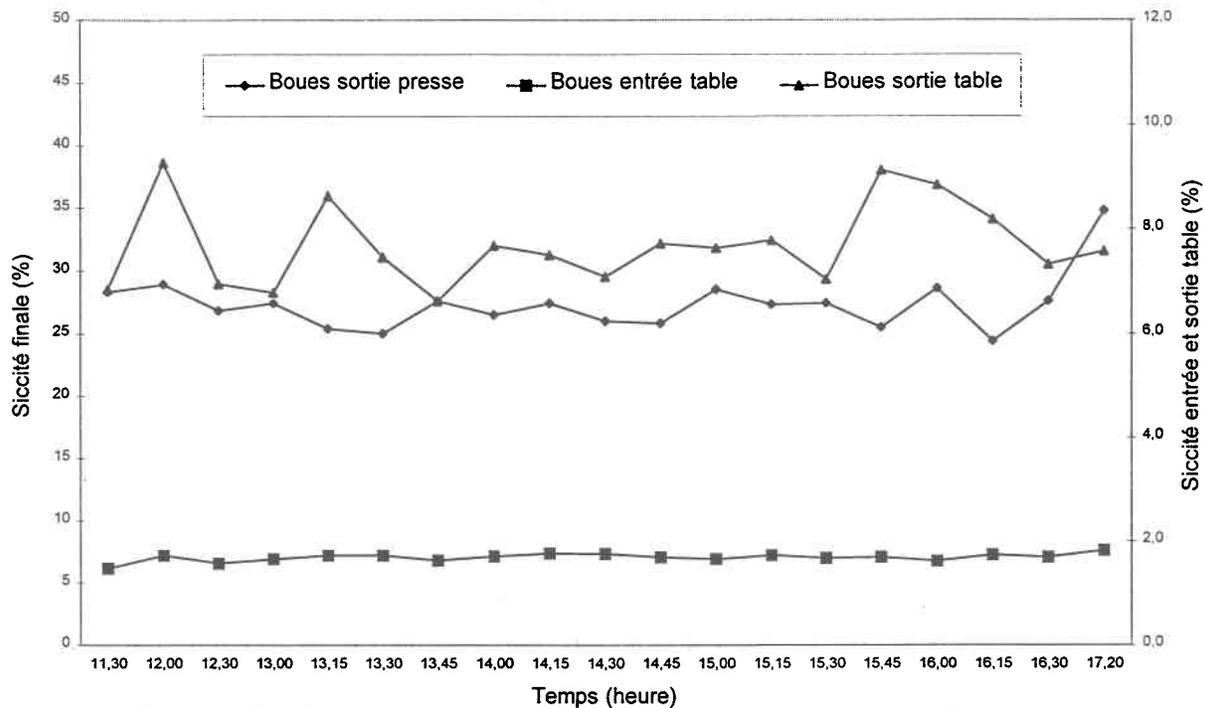


Figure 3.21: Siccités des boues à l'entrée et sortie de la table de gravité et siccités des boues à la sortie de la presse lors de l'essai PE-6

En comparant les valeurs moyennes de pourcentages solides des boues aux différents points d'échantillonnage pour les trois régimes, on remarque peu de différence entre les valeurs d'entrée et de sortie de la table; toutefois, à la sortie de la presse, il y a un écart significatif entre d'une part, le régime régulier de polymère et d'autre part les deux autres régimes. L'essai n'a donc pas démontré de gain au niveau de la siccité des boues lorsque la sciure de bois a été ajoutée.

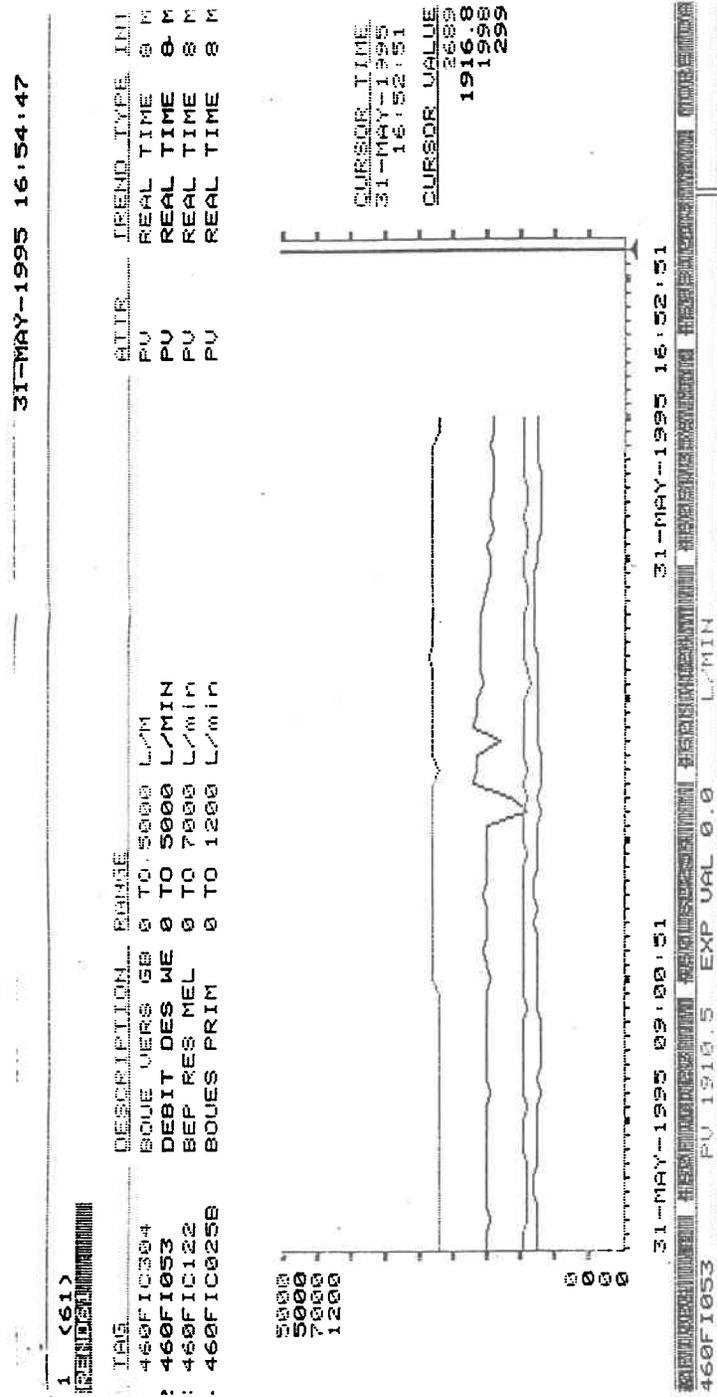


Figure 3.22: Débits de boues durant l'essai PE-6

La figure 3.23 montre la concentration en matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné (filtrat de la table de gravité mélangé à celui de la presse à vis) et le filtrat de la table de gravité en fonction du temps pour les échantillons récoltés durant l'essai. La concentration de matières solides en suspension du filtrat de la table est plus élevée que celle du filtrat combiné. La concentration de matières solides en suspension dans le filtrat de la table de gravité a augmenté de façon significative durant l'essai. Il s'est avéré nécessaire d'accroître la vitesse de la table à 36 pi/min afin de faciliter l'égouttage sur la table de gravité et éviter que celle-ci se retrouve complètement submergée. Les difficultés rencontrés avec la pompe de soutirage de boue du clarificateur du nord sont à l'origine de cette hausse de la concentration de matières solides en suspension. Le débit de boues mélangées allant vers la table de gravité étant constant, une plus grande quantité de boues secondaires se rendaient à la table, la quantité de boues primaires dans le réservoir de mélange étant réduite. La concentration de matières solides en suspension est revenue autour des valeurs de départ aux environs de 15h00, ce qui est tout à fait normal puisque la pompe est repartie vers 14h00 et que le temps de rétention dans le réservoir est d'environ 30 minutes.

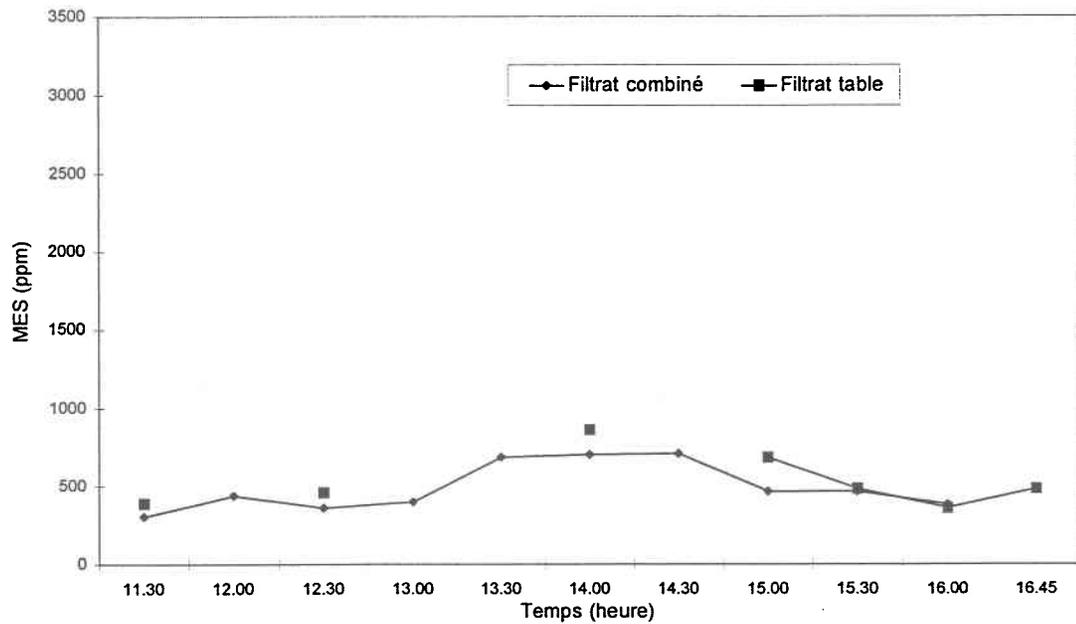


Figure 3.23: Concentration de matières solides en suspension (MES) dans le filtrat combiné et le filtrat de la table de gravité lors de l'essai PE-6

Les valeurs du tableau 3.8 montrent que le pH et que la conductivité des boues mélangées n'ont pas varié de façon significative au cours de l'essai.

Tableau 3.8 : Valeurs de pH et de conductivité des boues mélangées de l'essai PE-6.

Phase	Temps heures	pH	Conductivité micromhos/cm
Dose reg. polymère	11h30	6,10	1950
Réduction polymère	12h30	6,15	1752
Ajout sciure de bois	14h00	6,30	1788
Ajout sciure de bois	15h00	6,25	1768
Ajout sciure de bois	15h30	N.D.	N.D.
Ajout sciure de bois	16h00	6,25	1659
Réduction polymère	16h45	6,40	1618

3.3.2 Observations

Durant cet essai, les débits mesurés ont oscillé autour de:

- Table de gravité ≈ 2800 l/min
- Boues du clarificateur primaire du nord ≈ 2000 l/min (sans les variations)
- Boues secondaires ≈ 2000 l/min
- Boues du clarificateur Eimco ≈ 300 l/min

Il y a certainement un ou des problèmes au niveau de la calibration et/ou de l'installation de ces débitmètres puisque la somme des débits de boues est supérieure à celui de la table de gravité et qu'il n'y avait pas de débordement du réservoir de mélange.

L'intensité de courant du moteur de la presse a atteint à deux reprises des valeurs égales ou supérieures à 50 A (maximum) en raison de la trop grande quantité de sciure injectée à l'entrée de la presse. À ce moment, le cône pneumatique n'exerce plus aucune pression sur les boues ce qui a pour effet de réduire la performance de la déshydratation. Ces événements ont eu lieu vers la fin de l'essai. Ce facteur ne semble pas avoir provoqué d'impacts négatifs sur les résultats. La pression normale d'opération pour le cône se situe entre 20 et 30 psi. Lorsque la boue est trop humide, le cône est complètement entré à l'intérieur de la presse; la presse est complètement remplie lorsque la pression est nulle et cela peut occasionner des bris mécaniques.

Tableau 3.9: Données d'opération de la presse et de la table durant l'essai PE-6

Phase	Temps heures	Pression du cône psi	Presse Amps	Vitesse table de gravité pi/min
Ajout sciure de bois	13,00	10	45,9	29
Ajout sciure de bois	13,30	0	48,9	29
Ajout sciure de bois	13,45	0	42,2	36
Ajout sciure de bois	14,00	18	44,2	36
Ajout sciure de bois	14,15	30	44,8	36
Ajout sciure de bois	14,30	24	45,3	36
Ajout sciure de bois	14,45	0	43,2	36
Ajout sciure de bois	15,00	18	43,6	36
Ajout sciure de bois	15,15	18	43,5	36
Ajout sciure de bois	15,30	16	44,1	36
Ajout sciure de bois	15,45	5	43,8	36
Ajout sciure de bois	16,00	10	44,0	36
Ajout sciure de bois	16,15	0	51,7	36
Réduction polymère	16,30	0	52,5	36

3.4 Critique de la méthode utilisée

Il est important de critiquer la méthode utilisée pour évaluer les essais afin d'améliorer le déroulement ainsi que la performance de ceux qui sont à venir. Les ressources attribuées pour effectuer l'analyse de ces essais se sont avérées nettement insuffisantes. Les paragraphes suivants contiennent des suggestions qui permettraient d'obtenir des résultats plus représentatifs pour les essais effectués à pleine échelle.

3.4.1 Essais à pleine échelle avec les différents fournisseurs

Une période d'évaluation de deux semaines était allouée pour chaque fournisseur mais dans tous les cas, la durée a été d'une semaine ou moins pour diverses raisons. Le programme d'évaluation prévu au départ n'a pu être suivi ainsi, les changements au niveau des opérations tels que les débits de boues ont dû être effectués et évalués rapidement.

Une période d'essai plus grande devrait donc être accordée au fournisseur afin de pouvoir évaluer les programmes de façon plus équitable. Le plan d'évaluation établi en collaboration avec le groupe Envirotec était assez complet mais la durée de l'évaluation est trop courte. Un mois d'essai permettrait d'obtenir un meilleur portrait de la situation d'ensemble; la performance des produits pourrait être visualisée sous plusieurs conditions telles que différents grades, déversements de liqueurs, etc. Les analyses qui permettent d'établir le bilan de masse ainsi que la performance devraient être effectuées de façon régulière durant la période d'essai afin d'obtenir un meilleur portrait global plutôt que de se référer uniquement sur les résultats d'un échantillon instantané. Cela demande énormément de ressources mais permettrait une évaluation plus équitable et approfondie.

Lors de l'analyse des résultats obtenus à pleine échelle, il était difficile d'établir des relations entre les variables; ceci s'explique par le fait que les échantillons sont instantanés c'est-à-dire qu'ils ont été pris à un moment précis dans le temps. Pour effectuer les analyses nécessaires, il serait beaucoup plus représentatif de calculer le dosage requis pour le conditionnement des boues à partir de la quantité de solides pour une certaine période de temps (24 heures par exemple). Malheureusement, les ressources nécessaires tant au niveau du personnel que des équipements n'étaient pas disponibles à l'usine Tembec. Aussi, il est important de s'assurer que tous les équipements utilisés, tels que les débitmètres, soient calibrés et installés de façon adéquate afin d'obtenir de meilleurs résultats.

Il existe présentement sur le marché des instruments qui mesurent en continu la turbidité, les matières en suspension, la température, le pH, etc. avec de grandes précisions. Ces appareils permettent de détecter entre autre les changements brusques dans le procédé qui ne peuvent être perçus par la prise d'échantillons instantanés. Ces instruments permettent de réduire un nombre considérable d'analyses en laboratoire et par conséquent les coûts. Le suivi des recommandations d'installation de ces instruments recommandées par les fabricants est un facteur critique en ce qui concerne leur précision. Les analyses en

continu permettrait également de vérifier les relations théoriques entre les différents paramètres.

Il existe également des instruments qui mesurent la siccité des boues mais dans cette application, la prise régulière d'échantillons suffit pour établir un portrait global de la siccité des boues.

3.4.2 Essai avec la sciure de bois

La période accordée par la compagnie Tembec pour le déroulement de cet essai était relativement courte. La sciure n'était pas mélangée parfaitement aux boues puisqu'elle était ajoutée manuellement à la sortie de la table, c'est-à-dire qu'elle tombait en chute libre dans le cuvier d'alimentation de la presse Andritz. Afin d'avoir des résultats plus représentatifs, il faudrait que la sciure soit bien mélangée aux boues dans le réservoir de mélange. Aussi, la séquence d'échantillonnage avant, pendant et après l'ajout de la sciure devrait s'étendre sur une plus longue période et être répétée plus qu'une fois afin d'évaluer la performance sous diverses conditions.

Les items permettant d'effectuer le bilan de masse mentionnés auparavant seraient également utiles pour les essais avec la sciure de bois.

4 ESSAIS À L'ÉCHELLE LABORATOIRE

4.1 Résultats

Afin de trouver des alternatives pour réduire les coûts reliés à la déshydratation, divers essais en laboratoire ont été réalisés. L'effet de la variation de paramètres tels que la température et le pH ont été étudiés sur les boues. Les produits du fournisseur Diachem ont été utilisés pour ces tests de drainage en raison de la performance de leur programme à pleine échelle. Le coagulant de Diachem est nommé 3495 et le polymère, 1844.

Tel que mentionné auparavant, les volumes de filtrat récoltés après les 10 premières secondes sont les plus importants si on fait référence au temps de passage des boues sur la toile de la table de gravité.

4.1.1 pH

4.1.1.1 Essai LAB1

Les résultats de l'essai LAB1 montrent qu'il ne semble pas y avoir une amélioration au niveau du drainage durant les 10 premières secondes lorsque le pH des boues est augmenté. Une baisse du pH améliore le drainage durant les 10 premières secondes. Les essais ont été réalisés avec un dosage de 7 kg/tonne de coagulant et 5 kg/tonne de polymère.

Tableau 4.1 : Volumes drainés obtenus en 10 secondes en fonction du pH lors de l'essai LAB1.

PH	Volume drainé en 10 sec (ml)
5.4	231
4.5	251
6	221
7	221

4.1.1.2 Essai LAB2

Les données du tableau 4.2 permettent de constater que la réduction du pH des boues à 3 a permis d'augmenter de façon significative le volume drainé pour les 10 premières secondes pour les deux premiers dosages (7 kg/tonne de coagulant - 5 kg/tonne de polymère et 5 kg/tonne de coagulant - 5 kg/tonne de polymère). Pour les deux autres dosages, il n'y a pas d'amélioration du drainage malgré la diminution du pH pour les 10 premières secondes; il est probable que ces dosages soient trop élevés pour des boues à un pH de 3.

Tableau 4.2: Volumes drainés obtenus en 10 secondes en fonction du dosage lors de l'essais LAB2.

Dosage	Volume drainé	Volume drainé
	en 10 sec (ml) pH = 5.6	en 10 sec (ml) pH = 3
3495 7 kg/t - 1844 5 kg/t	222	300
3495 5 kg/t - 1844 5 kg/t	168	271
3495 10 kg/t - 1844 6 kg/t	331	314
3495 8 kg/t - 1844 8 kg/t	340	328

4.1.1.3 Essai LAB3

D'autres essais ont également été exécutés afin de voir l'impact du temps de mélange pour les boues dont le pH a été abaissé à 3.

Le tableau 4.3 illustre les données obtenues concernant ces essais à des dosages de 7 kg/tonne de coagulant - 5 kg/tonne de polymère, 5 kg/tonne de coagulant -3 kg/tonne de polymère, 5 kg/tonne de coagulant -2 kg/tonne de polymère et 4 kg/tonne de coagulant -2 kg/tonne de polymère pour différents temps de mélange à pH=3. Pour les temps de mélange de 1, 2 et 5 minutes, il y a des différences significatives au niveau du volume drainé pour les 10 premières secondes entre les différents dosages. Après 15 ou 10

minutes de temps de mélange, le dosage peut passer de 7 kg/tonne de coagulant - 5 kg/tonne de polymère à 4 kg/tonne de coagulant - 2 kg/tonne de polymère sans baisse significative du volume drainé.

Tableau 4.3: Volumes drainés obtenus après 10 secondes pour chacun des dosages à différents temps de mélange à pH=3 lors de l'essai LAB3.

Temps min.	VOLUME drainé en 10 sec (ml) Dosage 3495 7 kg/t 1844 5 kg/t	VOLUME drainé en 10 sec (ml) Dosage 3495 5 kg/t 1844 3 kg/t	VOLUME drainé en 10 sec (ml) Dosage 3495 5 kg/t 1844 2 kg/t	VOLUME drainé en 10 sec (ml) Dosage 3495 4 kg/t 1844 2 kg/t
15	330	337	330	310
10	320	337	315	295
5	320	322	305	250
2	345	302	295	235
1	340	307	280	230

4.1.2 Température

4.1.2.1 Essai LAB4

La température du mélange de boues a été augmentée à 50 et 60 °C afin de vérifier si cela pouvait favoriser un drainage plus rapide des boues et réduire la quantité de produits à ajouter. Les essais ont été réalisés avec deux dosages soient 7 kg/tonne de coagulant - 5 kg/tonne de polymère et 5 kg/tonne de coagulant - 5 kg/tonne de polymère.

Il y a augmentation significative du volume drainé pour les 10 premières secondes lorsque la température des boues est augmentée à 50 et 60 °C pour les deux dosages utilisés.

Tableau 4.4: Volumes drainés obtenus en 10 secondes en fonction de la température lors de l'essai LAB4.

Température °C	Volume drainé en 10 sec (ml) Dosage 3495 7 kg/t 1844 5 kg/t	Volume drainé en 10 sec (ml) Dosage 3495 5 kg/t 1844 5 kg/t
22	231	217
50	306	267
60	331	302

5 CONCLUSION

5.1 Essais à pleine échelle des différents fournisseurs

Le conditionnement des boues est devenu un problème important en raison des difficultés concernant la gestion des boues ainsi que des coûts que cela engendre pour les industries. Les essais à pleine échelle avec les différents fournisseurs pour le conditionnement des boues ont eu lieu sur le site de Tembec à Témiscaming afin de tenter de trouver des produits qui permettraient d'augmenter la siccité finale des boues et d'obtenir une bonne rétention des solides et cela au moindre coût. Malheureusement, ces essais ne se sont pas déroulés comme prévu initialement. De nombreux facteurs ont influencé les essais et l'évaluation de ces programmes s'est avérée difficile. Ces essais ont toutefois permis de constater l'efficacité des différents produits avec le mélange de boues provenant du traitement des eaux usées des différents moulins de production de Tembec. À partir des comparaisons effectuées entre les programmes, les produits de la compagnie Diachem (Diaflocc 1844 et Diaflocc 3495) sont les plus adéquats pour conditionner les boues. Les performances obtenues en terme de siccité des boues à la sortie de la presse, qualité du filtrat combiné et du coût de conditionnement sont généralement meilleures que celles des autres compagnies.

Cependant, il ne faut pas croire que toutes les boues générées par les industries réagiront de la même façon à ces produits car les caractéristiques des boues sont différentes. Les caractéristiques des boues dépendent non seulement des différents types de papiers ou pâte produits mais aussi des conditions d'opération du traitement des eaux. Il est donc nécessaire pour chaque industrie de procéder à des séries d'essais afin de vérifier quels sont les produits qui conviennent le mieux aux types de boues générées. Les produits choisis doivent cependant être polyvalents aux différents changements des caractéristiques des boues. Une fois les produits choisis, des stratégies de contrôle peuvent être élaborées concernant le dosage de ceux-ci.

5.1.1 Recommandations essai à pleine échelle

Les recommandations suivantes proviennent d'observations ainsi que de discussions avec les gens travaillant à l'opération du traitement des eaux sur le site de Temiscaming.

5.1.1.1 Optimisation du dosage des produits

Les quantités de coagulant et de polymère utilisées au cours des essais ont été nettement inférieures à celles utilisées régulièrement pour une même période de temps engendrant ainsi une réduction des dépenses. Les efforts déployés par les représentants des différentes compagnies pour optimiser leur programme démontrent qu'il est possible de diminuer le dosage des produits. Cette observation peut laisser croire qu'il serait avantageux d'améliorer le système de dosage en automatique. Actuellement, lorsque le contrôle des produits est en mode automatique, c'est-à-dire sans intervention des opérateurs, il est basé uniquement sur les débits qui se dirigent aux tables de gravité.

L'ajustement du dosage du coagulant et du polymère pourrait s'établir à partir d'un paramètre tel que la concentration de matières en suspension dans le filtrat des tables de gravité. La consistance des boues à la sortie du réservoir de mélange pourrait également servir de paramètre de référence pour contrôler le dosage des produits. Dans notre application, la consistance est définie comme étant le rapport entre la masse de boues sèche et la masse de boues humide. Toutefois, il s'avère plus difficile de mesurer la consistance avec exactitude en raison de la grande quantité de boues secondaires présentes ainsi que le changement de densité de l'eau et de couleur de l'effluent.

Il a été permis de constater durant les essais que la présence de liqueur dans les effluents a un impact négatif sur la floculation. Certains déversements de liqueur ont complètement inhibé le processus de déshydratation. Il serait intéressant de disposer de données au niveau de la conductivité des boues à la sortie du réservoir de mélange afin d'anticiper les changements au niveau du dosage du coagulant. Le drainage sur la table de gravité est affecté lorsque la conductivité du mélange de boues dépasse les 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ selon les

gens de l'opération. Il existe plusieurs instruments qui permettent de détecter des niveaux élevés dans les réservoirs qui peuvent faire en sorte que les débordements soient évités.

5.1.1.2 Optimisation du mélange des boues et des produits

Certains représentants ont tenté au long des essais de trouver le meilleur point d'injection pour améliorer le mélange du polymère avec les boues. Présentement, ce mélange s'effectue en injectant le polymère dans la boue à l'entrée du mélangeur de type venturi. Il serait intéressant de déterminer quels sont les points optimaux d'injection des produits, et de vérifier l'impact de la position du mélangeur de type venturi. Le venturi installé sur la deuxième ligne de boues est situé à une plus grande distance de la table de gravité que celui de la première ligne. Les floes peuvent être détruits si la distance à parcourir pour se rendre à la table est trop longue. Un essai avec un mélangeur mécanique permettrait de faire une comparaison au niveau des performances.

5.1.1.3 Préparation de la solution de polymère

La solution de polymère est préparée avec l'eau provenant de l'aqueduc; durant la saison hivernale, la température de celle-ci se situe autour de 4 °C. Une solution plus homogène serait probablement obtenue si de l'eau plus chaude était utilisée pour diluer le polymère.

Le système existant produit une solution de polymère à 0,4% de solides; lorsque le système déshydrate plus de 120 tonnes/jour, ce système ne suffit pas à la demande et le temps de mélange de la solution est alors réduit. La solution de polymère obtenue est donc moins homogène ce qui entraîne une diminution de la performance du produit. Une déféctuosité au niveau du système de préparation de la solution de polymère durant les essais a permis de constater qu'il fallait utiliser une très grande quantité de polymère afin d'obtenir une bonne siccité à la sortie de la presse. On peut soupçonner des économies en utilisant un système qui produit une solution plus homogène.

Le système Indachem qui est disponible au bâtiment de déshydratation des boues peut produire une solution de polymère de 1%, ce qui devrait permettre de suffir à la demande. Ce système n'est pas utilisé en ce moment.

5.1.1.4 Réduction du dosage des produits et augmentation de la siccité finale des boues

Une réduction notable des dosages du coagulant et du polymère a été obtenue lors d'essais en laboratoire en abaissant le pH des boues mélangées à 3. Il faudrait vérifier à l'aide d'essais préliminaires la transposition des résultats de laboratoire, ainsi que déterminer quel est l'impact de l'ajout d'acide phosphorique dans les boues. Les liaisons entre le phosphore et la boue pourraient s'avérer néfastes lors de l'incinération de celles-ci. Les essais préliminaires permettront également de déterminer les économies qui peuvent être faites au niveau de la réduction de l'utilisation des produits chimiques. Il serait intéressant d'étudier la possibilité d'utiliser un des effluents acides de l'usine pour abaisser le pH des boues.

La presse Andritz est munie d'équipements permettant d'injecter de la vapeur directement dans la vis. Il serait intéressant de vérifier si une augmentation de température des boues dans la presse aura un impact positif sur la déshydratation, le chauffage des boues ayant amélioré le drainage lors d'essais en laboratoire. Selon les représentants de la compagnie Andritz, un gain moyen de consistance de 2% à 3% peut être obtenu à la sortie de la presse dépendant des caractéristiques des boues.

5.1.1.5 Bilan de masse

Dans l'évaluation de la performance des produits des différentes compagnies, le ratio de boues primaires/secondaires est un paramètre des plus importants. Il serait alors nécessaire d'apporter des modifications afin que le ratio puisse être déterminé de façon plus précise. Il serait donc approprié d'avoir un point d'échantillonnage pour les boues provenant du clarificateur nord afin d'évaluer leur consistance réelle ainsi que leur débit.

De plus, il serait très important que des démarches soient entreprises afin que tous les débitmètres soient calibrés de nouveau. Ces ajustements permettraient d'obtenir un meilleur portrait de la contribution de chaque source de boues et ainsi d'obtenir de façon plus précise le ratio de boues. Il est à noter que l'installation du débitmètre pour les boues secondaires est inadéquate car il est situé directement après une réduction du diamètre de la conduite. L'évaluation pourrait s'effectuer à partir de la quantité de produits utilisée durant une période de 24 heures par exemple. Plusieurs échantillons de boues seraient récoltés afin de fabriquer un échantillon composite pour chacune des boues.

5.1.1.6 Planification des essais à grande échelle

Les étapes suivantes devraient être considérées lors de la planification d'un essai à grande échelle:

- Effectuer les essais durant une période de temps où il n'y a pas de modifications majeures en ce qui concerne l'ensemble du traitement des eaux tel qu'un changement au niveau de l'effluent ou des équipements en place (par exemple un changement de la toile sur la table de gravité).
- Calibrer de nouveau les appareils de mesure.
- S'assurer que les représentants des différentes compagnies ont effectué des tests récents en laboratoire afin que les produits choisis soient disponibles pour le début des essais.
- Obtenir de la part des représentants une description complète des modifications qu'ils désirent apporter au système avant le début de l'essai. Le personnel requis pour effectuer ce travail devrait être sur place avant le début de l'essai.

5.1.1.7 Suivi de l'opération

Le succès d'un essai ne peut être assuré qu'avec la participation des opérateurs et des assistants. Il est primordial qu'ils fournissent les données d'opération nécessaires à l'évaluation des objectifs. Leurs analyses doivent également être complètes afin qu'elles

puissent être utilisées pour effectuer l'évaluation. Il serait très important que les items suivants soient effectués:

- Les changements au niveau des paramètres d'opération devraient tous être compilés.
- Afin d'optimiser l'utilisation des produits, un suivi constant devrait être effectué par le personnel des compagnies. Il est nécessaire d'avoir du personnel à temps plein durant la période des essais afin de recueillir le maximum d'informations dans les meilleurs délais.
- La presse Andritz devrait être opérée de telle façon à maintenir un niveau dans le cuvier d'alimentation. En mode automatique, la vitesse de la presse varie pour maintenir un niveau constant et le cône pneumatique réagit pour maintenir les ampères du moteur de la presse constants en tout temps.
- Les boues sèches devraient être échantillonnées à l'extrémité du convoyeur afin d'obtenir un échantillon plus homogène.

5.2 Essai à pleine échelle avec la sciure

Un essai a été réalisé en mai 1995 afin de déterminer s'il est possible de réduire le dosage de polymère en ajoutant de la sciure de bois au mélange de boues.

Il est difficile de conclure sur cet essai en raison de sa durée et du nombre de données disponibles avant et après l'utilisation de la sciure de bois; toutefois, le degré de siccité moyen rencontré au cours de cet essai (26,6%) est comparable à celui sans l'ajout de sciure avec le même dosage de polymère. Il s'avère que l'ajout de sciure de bois à 18% de la masse totale sur une base sèche ne donne pas l'effet escompté soit une réduction de la consommation de polymère sans réduction de la siccité des boues.

Tel que mentionné précédemment, il serait intéressant de mélanger la sciure de bois aux boues dans le réservoir de mélange afin d'obtenir un mélange plus uniforme à l'entrée des tables de gravité. Des essais devraient également être effectués afin de déterminer les gains si la sciure de bois était ajoutée à la sortie de la presse. Selon des estimations

préliminaires, le degré de siccité des boues aurait été de 36,5% au lieu de 26,6% au cours de l'essai. Un gain de siccité de 5% à 10% est prévu. On peut soupçonner des économies seulement si les matières sèches utilisées sont disponibles à l'usine. À ce niveau, il devient beaucoup plus intéressant d'incinérer les boues.

RÉFÉRENCES

APHA, AWWA and WEF (1992). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed., American Public Health Association, Washington D.C.

Bowen, P. T. et T. M. Keinath (1984). Sludge conditioning: effects of sludge biochemical composition. *Water Science and Technology*, (17): 505-515.

Degremont (1989). Memento technique de l'eau, tome1, neuvième édition, Edition du Cinquantenaire. Degrémont, Paris, pp. 126-129.

Edde, H. (1978), Bio-solids dewatering and disposal at a sulphite mill. *Pulp and Paper Canada*, 79 (3): 65-68.

Evans, J. C. W. (1983). Rayonier produces animal feed from secondary sludge at sulfite mill. *Pulp et Paper*, 57 (3): 124-126.

Genco, J. M. et J. J. Carbonello (1980). Dewatering secondary sludge - a pilot plant study. *Tappi*, 63 (6): 99-102.

Hollingsworth, J. R. (1989). Optimum equipment use for waste treatment sludge dewatering. Dans: *Technical association of the pulp and paper industry. Environmental conference: proceedings*. pp. 451-452.

Karr, P. R. et T. M. Keinath (1978). Influence of particle size on sludge dewaterability. *Journal WPCF*, august: 1911-1930.

Musttranta, A. et L. Viikari (1993). Dewatering of activated sludge by an oxidative treatment. *Water Science and Technology*, 28 (1): 213-221.

Nickull, O., O. Lehtonen et J. Mullen (1991). Burning mill sludge in a fluidized bed incinerator and waste-heat-recovery system. *Tappi Journal*, march: 119-122.

Novak, J. T. et B.-E. Haugan (1980). Mechanisms and methods for polymer conditioning of activated sludge. *Journal WPCF*, 52 (10): 2571-2580.

Olböter, L. et A. Vogelpohl (1993). Influence of particle size distribution on the dewatering of organic sludge. *Water Science and Technology*, 28 (1): 149-157.

Penniman, J. G. (1977). Role played by zeta potential in effluent treatment and its control. *Pulp & Paper*, august: 112-115.

Pere, J., R. Alen, L. Viikari et L. Eriksson (1993). Characterization and dewatering of activated sludge from the pulp and paper industry. *Water Science and Technology*, 28 (1): 193-201.

Randall, C. W., J. K. Turpin et P.H. King (1971). Activated sludge dewatering: factors affecting drainability. *Journal WPCF*, 43 (1): 102-122.

ANNEXE A

**Données d'opération et de laboratoire pour les essais des différents
fournisseurs**

Hypothèses utilisées:

- 1) Débit du nord = 2000 l/min
- 2) Consistance des boues du nord = 0.8% lorsque l'inventaire des boues augmente
- 3) Boues totales calculées à partir du débit des effluents primaires, secondaires et des MES des boues

Callaway

4050 et 3466

24 juin 1995 au 4 juillet 1995

DONNÉES D'OPÉRATION

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	24 (11h30)	28 (10h30)	*28 (15h30)	29 (10h00)	30 (8h30)	30 (14h30)
Effluents traités (m3/j)						
-Entree clar. Eimco	5040	13277	12240	13248	12528	21744
-19w + A.C.	17280	17410	17280	17136	13248	13392
-Filtrat combiné	12555	10660	10660	10515	10675	10675
-Total						
Débit de boues (m3/j)						
-Clar. Nord	2880	2880	2880	2880	2880	2880
-Clar. Eimco	864	504	504	216	576	720
-Boues secondaires	1987	2304	2304	2880	2304	2304
Débit (m3/j)						
-table #2	5731	5688	5688	5976	5760	5904
Vitesses						
-pompe coag. #2 (%DCS)	55	46	40	46	70	62
-pompe coag. #2 (l/min)	0.55	0.46	0.4	0.46	0.7	0.62
-pompe polym. #2 (%DCS)	49	35	40	44	62	48
-pompe polym. #2 (l/min)	44	30	35	39	57	43
-table filt. #2	80	75	100	50	100	75
-Presse Andritz (%)	85	72	90	95	90	100
Niveau (%)						
-Andritz headbox	10	24	45	40	15	28
Charge (AMPS)						
-Andritz	44	41	36	45	46	45
Ajustement du cône (psi)						
-Andritz	25	61	58	18	12	20

* Réduction de la quantité de coagulant de 13% (de 46% à 40%)

DONNÉES DE LABORATOIRE

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	24 (11h30)	28 (10h30)	28 (15h30)	29 (10h00)	30 (8h30)	30 (14h30)
Solides totaux (%)						
-Boues du "reactor"	3.18	NA	3.78	1.27	2.26	2.42
-Boues secondaires	2.40	2.81	2.84	3.02	2.88	2.79
-Boues mélangées	1.85	1.54	1.69	1.99	1.85	1.99
-Polymère	0.34	0.34	0.35	0.34	0.34	0.33
-Sortie Table #2	9.21	9.59	8.78	9.59	8.18	8.14
-Sortie Presse Andritz	28.42	26.94	25.09	27.83	29.60	30.12
Matières solides en suspension (mg/l)						
-Boues du "reactor"	28850	46050	36140	10050	19920	21590
-Boues secondaires	21810	25400	25380	28380	26390	25490
-Boues mélangées	15750	15330	15200	18340	16920	18130
-Filtrat Table #2	180	130	610	80	140	120
-Filtrat combiné	450	NA	3050	480	660	400
pH						
-Boues mélangées	6.03	6.38	6.04	5.95	6.43	6.43
NH3 résiduels (mg/l) NH3 (N)						
-Boues secondaires	2.5	4.78	4.78	2.77	3.83	3.83

PERFORMANCES

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	24 (11h30)	28 (10h30)	28 (15h30)	29 (10h00)	30 (8h30)	30 (14h30)
Boues totales (T/j)	104.0	101.5	96.5	132.3	102.3	104.3
Boues secondaires (T/j)	43.3	58.5	58.5	81.7	60.8	58.7
Boues primaires (reactor) (T/j)	24.9	23.2	18.2	2.2	11.5	15.5
Boues du nord (T/j)	35.7	19.8	19.8	48.4	30.0	30.0
ratio primaires/secondaires	1.40	0.73	0.65	0.62	0.68	0.78
Boues Andritz (%)	28.42	26.94	25.09	27.83	29.60	30.12
Filtrat combiné (ppm)	450	NA	3050	480	660	400
floculant #2 (kg/T)	2.07	1.45	1.83	1.44	2.73	1.96
coagulant #2 (kg/T)	8.40	7.20	6.58	5.52	10.87	9.44
coût/T ligne #2 (\$/T)	26.28	20.87	21.61	17.68	34.24	27.70

ÉVÉNEMENTS ET FACTEURS

#1 Blow Pit

14h40 à 15h10

Seal tank overflow

19h30 à 20h30

Seal tank overflow to sewer

Thick stock chest

17 à 23h

Âge des boues

Arrêt 27/06/95 de 3h30 à 21h45

Hypothèses utilisées:

- 1) Débit du nord = 2000 l/min
- 2) Consistance des boues du nord = 0.8% lorsque l'inventaire des boues augmente
- 3) Boues totales calculées à partir du débit des effluents primaires, secondaires et des MES des boues

Callaway

4050 et 3466

24 juin 1995 au 4 juillet 1995

DONNÉES D'OPÉRATION

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	1 (13h30)	1 (18h30)	4 (8h30)	4 (14h15)		
Effluents traités (m3/j)						
-Entree clar. Eimco	16416	12240	23040	14400		
-19w + A.C.	NA	NA	12240	23760		
-Filtrat combiné	11800	11800	10952	10952		
-Total						
Débit de boues (m3/j)						
-Clar. Nord	2880	2880	2880	2880		
-Clar. Eimco	720	755	507	504		
-Boues secondaires	2304	2880	1372	2304		
Débit (m3/j)						
-table #2	5904	6515	4759	5688		
Vitesses						
-pompe coag. #2 (%DCS)	60	58	-	50		
-pompe coag. #2 (l/min)	0.6	0.58	0.25	0.5		
-pompe polym. #2 (%DCS)	53	47	70	50		
-pompe polym. #2 (l/min)	48	42	65	45		
-table filt. #2	80	98	100	90		
-Presse Andritz (%)	90	89	85	60		
Niveau (%)						
-Andritz headbox	15	15.2	70	30		
Charge (AMPS)						
-Andritz	45	45	47	30		
Ajustement du cône (psi)						
-Andritz	41	43	0	0		

DONNÉES DE LABORATOIRE

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	1 (13h30)	1 (18h30)	4 (8h30)	4 (14h15)		
Solides totaux (%)						
-Boues du "reactor"	2.46	1.98	4.04	1.07		
-Boues secondaires	2.66	2.24	2.53	2.58		
-Boues mélangées	1.67	1.86	1.72	1.75		
-Polymère	0.33	0.34	0.36	0.36		
-Sortie Table #2	7.66	7.88	7.94	8.66		
-Sortie Presse Andritz	31.19	28.51	25.14	23.87		
Matières solides en suspension (mg/l)						
-Boues du "reactor"	21940	17350	38070	8370		
-Boues secondaires	24260	20340	23660	23950		
-Boues mélangées	15380	16790	15200	16200		
-Filtrat Table #2	140	120	1220	210		
-Filtrat combiné	400	420	1050	460		
pH						
-Boues mélangées	6.48	6.80	NA	6.13		
NH3 résiduels (mg/l) NH3 (N)						
-Boues secondaires	3.33	3.33	4.36	4.36		

PERFORMANCES

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	1 (13h30)	1 (18h30)	4 (8h30)	4 (14h15)		
Boues totales (T/j)	94.7	94.7	81.8	89.4		
Boues secondaires (T/j)	55.9	58.6	32.5	55.2		
Boues primaires (reactor) (T/j)	15.8	13.1	19.3	4.2		
Boues du nord (T/j)	23.0	23.0	30.0	30.0		
ratio primaires/secondaires	0.69	0.62	1.52	0.62		
Boues Andritz (%)	31.19	28.51	25.14	23.87		
Filtrat combiné (ppm)	400	420	1050	460		
floculant #2 (kg/T)	2.41	2.17	4.12	2.61		
coagulant #2 (kg/T)	10.06	9.73	4.86	8.88		
coût/T ligne #2 (\$/T)	31.10	29.29	29.75	29.87		

ÉVENEMENTS ET FACTEURS

#1 Blow Pit

Seal tank overflow

Seal tank overflow to sewer

8h30 à 9h

on and off

8h51 à 13h15 et 14h51 à 23h30 4h27 à 5h39 et 6h51 à 7h39

Thick stock chest

Âge des boues

Hypothèses utilisées:

- 1) Débit du nord = 2000 l/min
- 2) Consistance des boues du nord = 0.8% lorsque l'inventaire des boues augmente
- 3) Boues totales calculées à partir du débit des effluents primaires, secondaires et des MES des boues

Equip

1050 ou 9149 3170

18 juillet 1995 au 19 juillet 1995

DONNÉES D'OPÉRATION

	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	18 (4h00)	18 (10h15)	18 (12h30)	18 (14h00)	18 (20h30)	18 (22h30)	19 (00h30)
Effluents traités (m3/j)							
-Entree clar. Eimco	21888	19584	10800	10080	17418	15840	17280
-19w + A.C.	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
-Filtrat combiné	7462	7244	7244	7244	7244	7244	7244
-Total							
Débit de boues (m3/j)							
-Clar. Nord	2880	2880	2880	2880	2880	2880	2880
-Clar. Eimco	576	792	1872	1584	367	363	363
-Boues secondaires	2304	1728	0	0	2907	2900	2598
Débit (m3/j)							
-table #2	5760	5400	4752	4464	6155	6143	5841
Vitesses							
-pompe coag. #2 (%DCS)	70-95	70-95	70-95	75-90	70-95	70-95	70-95
-pompe coag. #2 (l/min)	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
-pompe polym. #2 (%DCS)	55	27	23	24	35	30	45
-pompe polym. #2 (l/min)	50	22	18	19	30	25	40
-table filt. #2	60	60	60	NA	77	50	55
-Presse Andritz (%)	100	100	100	NA	93	89	89
Niveau (%)							
-Andritz headbox	44	39	44	NA	NA	NA	NA
Charge (AMPS)							
-Andritz	44	44	48	45	44	NA	NA
Ajustement du cône (psi)							
-Andritz	NA	37.5	16	0	NA	NA	NA

DONNÉES DE LABORATOIRE

	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	18 (4h00)	18 (10h15)	18 (12h30)	18 (14h00)	18 (20h30)	18 (22h30)	19 (00h30)
Solides totaux (%)							
-Boues du "reactor"	3.82	4.23	4.48	4.05	NA	3.21	3.75
-Boues secondaires	2.91	3.18	-	-	1.55	2.47	2.24
-Boues mélangées	2.34	1.99	2.59	2.48	1.68	1.86	2.18
-Polymère	0.25	0.25	0.24	0.24	0.25	0.24	0.26
-Sortie Table #2	6.31	9.02	8.57	8.85	7.60	6.48	6.08
-Sortie Presse Andritz	32.70	35.18	27.47	25.19	33.74	29.88	29.01
Matières solides en suspension (mg/l)							
-Boues du "reactor"	35620	40730	43450	39820	44900	29400	38090
-Boues secondaires	26170	27820	-	-	14190	22940	20810
-Boues mélangées	20780	18210	25190	22400	15620	17320	19800
-Filtrat Table #2	240	330	450	300	420	250	170
-Filtrat combiné	7140	1290	1040	702	1070	2170	2320
pH							
-Boues mélangées	6.06	NA	NA	6.74	6.58	6.30	6.17
NH3 résiduels (mg/l) NH3 (N)							
-Boues secondaires	1.66	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23

PERFORMANCES

	Date						
	18 (4h00)	18 (10h15)	18 (12h30)	18 (14h00)	18 (20h30)	18 (22h30)	19 (00h30)
Boues totales (T/j)	103.9	103.4	104.4	86.1	80.8	100.2	90.9
Boues secondaires (T/j)	60.3	48.1	0.0	0.0	41.3	66.5	54.1
Boues primaires (reactor) (T/j)	20.5	32.3	81.3	63.1	16.5	10.7	13.8
Boues du nord (T/j)	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
ratio primaires/secondaires	0.72	1.15	-	-	0.96	0.51	0.68
Boues Andritz (%)	32.70	35.18	27.47	25.19	33.74	29.88	29.01
Filtrat combiné (ppm)	7140	1290	1040	702	1070	2170	2320
Coagulant	1050	9149	9149	9149	9149	9149	9149
floculant #2 (kg/T)	1.73	0.77	0.60	0.76	1.34	0.86	1.65
coagulant #2 (kg/T)	32.72	33.33	33.01	40.01	42.65	34.37	37.89
coût/T ligne #2 (\$/T)	41.50	22.38	20.88	25.63	31.46	23.65	31.58

ÉVÈNEMENTS ET FACTEURS

#1 Blow Pit	
Seal tank overflow	12h45 à 13h05 et 17h30 à 18h00
Seal tank overflow to sewer	
Thick stock chest	12h00 à 13h00
Âge des boues	

Hypothèses utilisées:

- 1) Débit du nord = 2000 l/min
- 2) Consistance des boues du nord = 0.8% lorsque l'inventaire des boues augmente
- 3) Boues totales calculées à partir du débit des effluents primaires, secondaires et des MES des boues

Allied essai no 2

721 et bentonite

24 juillet 1995 au 28 juillet 1995

DONNÉES D'OPÉRATION

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	24 (16h00)	25 (0h00)	25 (10h00)	25 (15h30)	26 (0h00)	26 (11h00)
Effluents traités (m3/j)						
-Entree clar. Eimco	18720	12767	14400	7200	7741	9727
-19w + A.C.	NA	NA	NA	NA	NA	NA
-Filtrat combiné	7264	7264	6786	6786	6786	7593
-Total						
Débit de boues (m3/j)						
-Clar. Nord	2880	2880	2880	2880	2880	2880
-Clar. Eimco	432	432	432	504	432	504
-Boues secondaires	2304	2304	2304	2592	2592	2592
Débit (m3/j)						
-table #2	5616	5616	5616	5976	5904	5976
Vitesses						
-pompe coag. #2 (%DCS)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
-pompe coag. #2 (l/min)	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
-pompe polym. #2 (%DCS)	20-45	20-65	20-48	20-58	20-58	20-65
-pompe polym. #2 (l/min)	15-40	15-60	15-43	15-53	15-53	15-60
Total polym.	55	75	58	68	68	75
-table filt. #2	75	65	40	40	50	40
-Presse Andritz (%)	100	65	75	72	95	83
Niveau (%)						
-Andritz headbox	10	17.3	19	20	30.6	40
Charge (AMPS)						
-Andritz	40	44	45	45	45	45
Ajustement du cône (psi)						
-Andritz	68	NA	35	77	NA	66

DONNÉES DE LABORATOIRE

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	24 (16h00)	25 (0h00)	25 (10h00)	25 (15h30)	26 (0h00)	26 (11h00)
Solides totaux (%)						
-Boues du "reactor"	3.80	2.93	2.52	3.09	2.80	2.62
-Boues secondaires	2.27	2.39	2.21	2.89	1.86	2.34
-Boues mélangées	1.63	1.97	1.85	1.62	2.13	1.96
-Polymère	0.45	0.33	0.64	0.59	0.59	0.50
-Sortie Table #2	6.10	8.77	9.53	9.42	7.64	7.80
-Sortie Presse Andritz	29.23	30.99	29.76	27.04	30.57	28.56
-Bentonite	4.40	4.40	4.42	4.42	4.41	4.36
Matières solides en suspension (mg/l)						
-Boues du "reactor"	34400	25950	21730	28520	30730	24900
-Boues secondaires	21170	21670	19840	27160	16380	21030
-Boues mélangées	16440	17250	17190	14980	19810	17540
-Filtrat Table #2	1050	NA	350	280	450	310
-Filtrat combiné	2150	610	550	510	NA	590
pH						
-Boues mélangées	6.13	5.86	5.92	6.03	6.13	6.25
NH3 résiduels (mg/l) NH3 (N)						
-Boues secondaires	3.83	3.83	6.31	6.31	6.31	9.35

PERFORMANCES

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	24 (16h00)	25 (0h00)	25 (10h00)	25 (15h30)	26 (0h00)	26 (11h00)
Boues totales (T/j)	90.3	84.2	78.1	107.8	78.8	90.1
Boues secondaires (T/j)	48.8	49.9	45.7	70.4	42.5	54.5
Boues primaires (reactor) (T/j)	14.9	11.2	9.4	14.4	13.3	12.5
Boues du nord (T/j)	26.7	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
ratio primaires/secondaires	0.85	0.69	0.71	0.53	0.86	0.65
Boues Andritz (%)	29.23	30.99	29.76	27.04	30.57	28.56
Filtrat combiné (ppm)	2150	610	550	510	NA	590
floculant #2 (kg/T)	3.95	4.23	6.84	5.36	7.33	5.99
coagulant #2 (kg/T)	10.73	11.52	12.46	9.03	12.33	10.66
coût/T ligne #2 (\$/T)	30.46	32.69	46.67	35.83	49.01	40.63

ÉVÈNEMENTS ET FACTEURS

#1 Blow Pit					5h00 à 5h15	
Seal tank overflow						
Seal tank overflow to sewer	14h55 à 8h30		8h00 à 9h20 et 13h43 à 7h43			
Thick stock chest			8h30 à 8h45		8h45 à 9h30 et 23h30 à 0h00	
Âge des boues						

Hypothèses utilisées:

- 1) Débit du nord = 2000 l/min
- 2) Consistance des boues du nord = 0.8% lorsque l'inventaire des boues augmente
- 3) Boues totales calculées à partir du débit des effluents primaires, secondaires et des MES des boues

Allied essai no 2

721 et bentonite

24 juillet 1995 au 28 juillet 1995

DONNÉES D'OPÉRATION

	Date	Date	Date	Date	Date
	26 (13h30)	27 (0h00)	27 (4h00)	27 (11h00)	28 (11h10)
Effluents traités (m3/j)					
-Entree clar. Eimco	10008	19790	15892	12600	13248
-19w + A.C.	NA	NA	NA	NA	NA
-Filtrat combiné	8309	7593	7593	8515	7910
-Total					
Débit de boues (m3/j)					
-Clar. Nord	2880	2880	2880	2880	2880
-Clar. Eimco	504	504	504	504	504
-Boues secondaires	2592	2304	2304	2304	2304
Débit (m3/j)					
-table #2	5976	5688	5688	5688	5688
Vitesses					
-pompe coag. #2 (%DCS)	NA	NA	NA	NA	NA
-pompe coag. #2 (l/min)	15.3	19.2	19.2	15.3	0
-pompe polym. #2 (%DCS)	30-64	25-57	25-58	30-59	20-85
-pompe polym. #2 (l/min)	25-59	20-52	20-53	25-54	15-75
Total polym.	84	72	73	79	90
-table filt. #2	40	60	60	50	70
-Presse Andritz (%)	86	83	80	77	95
Niveau (%)					
-Andritz headbox	40	21.9	50.4	40	NA
Charge (AMPS)					
-Andritz	45	44	44	45	43
Ajustement du cône (psi)					
-Andritz	10	NA	NA	7	50

DONNÉES DE LABORATOIRE

	Date	Date	Date	Date	Date
	26 (13h30)	27 (0h00)	27 (4h00)	27 (11h00)	28 (11h10)
Solides totaux (%)					
-Boues du "reactor"	4.17	4.30	4.99	4.11	3.84
-Boues secondaires	2.42	2.12	2.82	2.58	2.14
-Boues mélangées	1.98	1.76	1.76	1.73	2.08
-Polymère	0.51	0.49	0.51	0.52	0.51
-Sortie Table #2	9.23	7.24	6.67	11.91	7.09
-Sortie Presse Andritz	31.83	25.99	30.02	30.20	34.31
-Bentonite	4.31	4.47	4.30	4.02	-
Matières solides en suspension (mg/l)					
-Boues du "reactor"	39060	40790	48570	37930	35190
-Boues secondaires	21680	18430	26150	23230	19200
-Boues mélangées	18050	15440	15740	15460	18570
-Filtrat Table #2	240	420	430	310	410
-Filtrat combiné	350	1330	1190	320	1240
pH					
-Boues mélangées	6.36	6.25	5.90	5.94	6.22
NH3 résiduels (mg/l) NH3 (N)					
-Boues secondaires	9.35	9.35	NA	NA	5.05

PERFORMANCES

	Date	Date	Date	Date	Date
	26 (13h30)	27 (0h00)	27 (4h00)	27 (11h00)	28 (11h10)
Boues totales (T/j)	98.9	94.7	116.4	104.3	85.0
Boues secondaires (T/j)	56.2	42.5	60.2	53.5	44.2
Boues primaires (reactor) (T/j)	19.7	20.6	24.5	19.1	17.7
Boues du nord (T/j)	23.0	31.7	31.7	31.7	23.0
ratio primaires/secondaires	0.76	1.23	0.93	0.95	0.92
Boues Andritz (%)	31.83	25.99	30.02	30.20	34.31
Filtrat combiné (ppm)	350	1330	1190	320	1240
floculant #2 (kg/T)	6.24	5.36	4.60	5.67	7.77
coagulant #2 (kg/T)	9.60	13.05	10.21	8.49	-
coût/T ligne #2 (\$/T)	40.78	39.86	33.23	36.84	38.87

ÉVÈNEMENTS ET FACTEURS

#1 Blow Pit					
Seal tank overflow		11h30 à 11h45 et 13h30 à 14h00		20h30 à 21h30	
Seal tank overflow to sewer					
Thick stock chest		13h00 à 14h30		18h à 19h et 8h à 9h	
Âge des boues					

3490 ou 3495 et 1844
9 août 1995 au 22 août 1995

DONNÉES D'OPÉRATION

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	12 (15h30)	12 (22h00)	13 (0h00)	13 (9h30)	15 (0h00)	15 (2h00)
Effluents traités (m3/j)						
-Entree clar. Eimco	20160	21612	24166	15120	14340	14910
-19w + A.C.	12802	12871	12725	12384	0	3989
-Filtrat combiné	7803	8328	8228	8565	8412	8503
-Total						
Débit de boues (m3/j)						
-Clar. Nord	2880	2880	2880	2880	2880	2880
-Clar. Eimco	1800	648	648	648	1008	1008
-Boues secondaires	2304	2304	2304	2304	2592	2592
Débit (m3/j)						
-table #2	6984	5832	5832	5832	6480	6480
Vitesses						
-pompe coag. #2 (%DCS)	35	37	37	44	64	51
-pompe coag. #2 (l/min)	0.35	0.37	0.37	0.44	0.64	0.51
-pompe polym. #2 (%DCS)	30	31	32	34	64	67
-pompe polym. #2 (l/min)	25	26	27	29	59	62
-table filt. #2	55	60	60	60	70	50
-Presse Andritz (%)	60	60	60	65	100	75
Niveau (%)						
-Andritz headbox	0	0	0.6	0	0	0.1
Charge (AMPS)						
-Andritz	45	45.2	46	45	37.3	45.7
Ajustement du cône (psi)						
-Andritz	12	NA	NA	NA	NA	NA

DONNÉES DE LABORATOIRE

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	12 (15h30)	12 (22h00)	13 (0h00)	13 (9h30)	15 (0h00)	15 (2h00)
Solides totaux (%)						
-Boues du "reactor"	3.30	2.14	2.04	1.90	3.23	3.55
-Boues secondaires	2.64	2.65	2.59	3.14	2.41	2.34
-Boues mélangées	1.31	1.23	1.28	1.09	1.58	1.62
-Polymère	0.35	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32
-Sortie Table #2	11.11	10.27	9.58	10.41	6.74	8.83
-Sortie Presse Andritz	30.80	45.28	36.31	27.68	30.38	34.03
Matières solides en suspension (mg/l)						
-Boues du "reactor"	26350	18710	17400	19480	28170	34130
-Boues secondaires	24320	24820	24180	30860	21580	21100
-Boues mélangées	12810	10970	11600	12200	13850	14570
-Filtrat Table #2	190	250	210	190	2600	240
-Filtrat combiné	160	240	210	240	2870	490
pH						
-Boues mélangées	4.71	4.85	4.83	5.16	6.53	6.70
NH3 résiduels (mg/l) NH3 (N)						
-Boues secondaires	0.931	0.931	0.931	0.999	7.1	7.1

PERFORMANCES

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	12 (15h30)	12 (22h00)	13 (0h00)	13 (9h30)	15 (0h00)	15 (2h00)
Boues totales (T/j)	126.5	92.3	90.0	106.7	107.4	112.1
Boues secondaires (T/j)	56.0	57.2	55.7	71.1	55.9	54.7
Boues primaires (reactor) (T/j)	47.4	12.1	11.3	12.6	28.4	34.4
Boues du nord (T/j)	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
ratio primaires/secondaires	1.26	0.61	0.62	0.50	0.92	1.05
Boues Andritz (%)	30.80	45.28	36.31	27.68	30.38	34.03
Filtrat combiné (ppm)	160	240	210	240	2870	490
Coagulant	3495	3495	3495	3495	3495	3495
floculant #2 (kg/T)	1.00	1.42	1.47	1.33	2.61	2.55
coagulant #2 (kg/T)	3.99	5.77	5.92	5.94	8.58	6.55
coût/T ligne #2 (\$/T)	12.62	18.17	18.70	18.07	29.40	25.07

ÉVENEMENTS ET FACTEURS

#1 Blow Pit						
Seal tank overflow					5h45 à 16h15, 17h40 et 23h16 à 8h30	
Seal tank to sewer						
Thick stock chest	8h49 à 9h15, 10h00, 20h30, 3h30					
Âge des boues					18h30 à 8h45	

3490 ou 3495 et 1844
9 août 1995 au 22 août 1995

DONNÉES D'OPÉRATION

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	18 (19h30)	19 (0h15)	19 (21h30)	20 (4h00)	20 (21h00)	21 (1h00)
Effluents traités (m3/j)						
-Entree clar. Eimco	23832	16214	16387	14283	6936	17957
-19w + A.C.	0	5990	5767	5976	5826	5782
-Filtrat combiné	8899	8546	8878	9346	8664	8664
-Total						
Débit de boues (m3/j)						
-Clar. Nord	2880	2880	2880	2880	2880	2880
-Clar. Eimco	1008	1008	1008	1224	1008	1008
-Boues secondaires	2592	2304	2592	2880	2880	2880
Débit (m3/j)						
-table #2	6480	6192	6480	6984	6768	6768
Vitesses						
-pompe coag. #2 (%DCS)	50	49	58	49	42	48
-pompe coag. #2 (l/min)	0.5	0.49	0.58	0.49	0.42	0.48
-pompe polym. #2 (%DCS)	37	36	53	49	37	37
-pompe polym. #2 (l/min)	32	31	48	44	32	32
-table filt. #2	50	50	50	60	55	55
-Presse Andritz (%)	90	74	79	93	86	86
Niveau (%)						
-Andritz headbox	0	13	25	15	15.1	15
Charge (AMPS)						
-Andritz	44.8	44.3	44.7	45.6	47.8	47.4
Ajustement du cône (psi)						
-Andritz	NA	NA	NA	NA	NA	NA

DONNÉES DE LABORATOIRE

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	18 (19h30)	19 (0h15)	19 (21h30)	20 (4h00)	20 (21h00)	21 (1h00)
Solides totaux (%)						
-Boues du "reactor"	3.53	3.15	3.01	3.54	3.38	3.48
-Boues secondaires	2.66	3.15	2.74	2.83	3.21	2.29
-Boues mélangées	1.63	1.57	1.60	1.75	1.76	1.70
-Polymère	0.35	0.35	0.34	0.32	0.33	0.33
-Sortie Table #2	8.70	9.59	9.26	9.71	10.00	10.01
-Sortie Presse Andritz	31.78	30.80	34.00	38.82	37.98	38.04
Matières solides en suspension (mg/l)						
-Boues du "reactor"	30470	26480	27020	36260	34770	29410
-Boues secondaires	24700	31670	26090	26140	37600	20560
-Boues mélangées	15000	14170	14690	15730	15840	15090
-Filtrat Table #2	200	180	190	250	320	300
-Filtrat combiné	220	160	220	310	340	340
pH						
-Boues mélangées	6.64	6.63	6.31	6.51	6.51	6.49
NH3 résiduels (mg/l) NH3 (N)						
-Boues secondaires	8.27	8.27	5.35	5.35	2.21	2.21

PERFORMANCES

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	18 (19h30)	19 (0h15)	19 (21h30)	20 (4h00)	20 (21h00)	21 (1h00)
Boues totales (T/j)	117.7	122.7	117.9	142.7	166.4	111.9
Boues secondaires (T/j)	64.0	73.0	67.6	75.3	108.3	59.2
Boues primaires (reactor) (T/j)	30.7	26.7	27.2	44.4	35.0	29.6
Boues du nord (T/j)	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
ratio primaires/secondaires	0.84	0.68	0.74	0.90	0.54	0.89
Boues Andritz (%)	31.78	30.80	34.00	38.82	37.98	38.04
Filtrat combiné (ppm)	220	160	220	310	340	340
Coagulant	3495	3495	3495	3495	3495	3495
floculant #2 (kg/T)	1.37	1.27	1.99	1.42	0.91	1.36
coagulant #2 (kg/T)	6.12	5.75	7.09	4.95	3.64	6.18
coût/T ligne #2 (\$/T)	18.62	17.44	23.50	16.54	11.54	18.69

ÉVENEMENTS ET FACTEURS

#1 Blow Pit	
Seal tank overflow	12h30 à 14h00
Seal tank to sewer	22h05 à 0h29
Thick stock chest	
Âge des boues	

3490 ou 3495 et 1844
 9 août 1995 au 22 août 1995

DONNÉES D'OPÉRATION

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	21 (23h30)	22 (3h30)				
Effluents traités (m3/j)						
-Entree clar. Eimco	12898	20909				
-19w + A.C.	4503	4392				
-Filtrat combiné	8122	7908				
-Total						
Débit de boues (m3/j)						
-Clar. Nord	2880	2880				
-Clar. Eimco	720	720				
-Boues secondaires	2880	2880				
Débit (m3/j)						
-table #2	6480	6480				
Vitesses						
-pompe coag. #2 (%DCS)	48	50				
-pompe coag. #2 (l/min)	0.48	0.5				
-pompe polym. #2 (%DCS)	40	41				
-pompe polym. #2 (l/min)	35	36				
-table filt. #2	60	60				
-Presse Andritz (%)	100	82				
Niveau (%)						
-Andritz headbox	11.6	10.1				
Charge (AMPS)						
-Andritz	45.3	45.2				
Ajustement du cône (psi)						
-Andritz	NA	NA				

DONNÉES DE LABORATOIRE

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	21 (23h30)	22 (3h30)				
Solides totaux (%)						
-Boues du "reactor"	NA	NA				
-Boues secondaires	NA	NA				
-Boues mélangées	1.85	1.62				
-Polymère	0.35	0.35				
-Sortie Table #2	7.86	8.78				
-Sortie Presse Andritz	36.90	34.30				
Matières solides en suspension (mg/l)						
-Boues du "reactor"	35850	19490				
-Boues secondaires	16990	18360				
-Boues mélangées	16620	14200				
-Filtrat Table #2	650	270				
-Filtrat combiné	770	370				
pH						
-Boues mélangées	NA	NA				
NH3 résiduels (mg/l) NH3 (N)						
-Boues secondaires	6.06	6.05				

PERFORMANCES

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	21 (23h30)	22 (3h30)				
Boues totales (T/j)	130.0	94.1				
Boues secondaires (T/j)	48.9	52.9				
Boues primaires (reactor) (T/j)	25.8	14.0				
Boues du nord (T/j)	55.3	27.2				
ratio primaires/secondaires	1.66	0.78				
Boues Andritz (%)						
Filtrat combiné (ppm)						
Coagulant	3495	3495				
floculant #2 (kg/T)	1.36	1.93				
coagulant #2 (kg/T)	5.32	7.65				
coût/T ligne #2 (\$/T)	16.97	24.31				

ÉVENEMENTS ET FACTEURS

#1 Blow Pit
Seal tank overflow
Seal tank to sewer

Thick stock chest
Âge des boues

Hypothèses utilisées:

- 1) Débit du nord = 2000 l/min
- 2) Consistance des boues du nord = 0.8% lorsque l'inventaire des boues augmente
- 3) Boues totales calculées à partir du débit des effluents primaires, secondaires et des MES des boues

Diachem

3490 ou 3495 et 1844

9 août 1995 au 22 août 1995

DONNÉES D'OPÉRATION

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	10 (0h00)	10 (4h00)	10 (13h00)	11 (0h00)	11 (4h00)	11 (8h45)
Effluents traités (m3/j)						
-Entree clar. Eimco	14348	16155	15696	15434	15696	15840
-19w + A.C.	NA	NA	NA	11105	11110	12960
-Filtrat combiné	8469	8338	8585	8137	8277	8178
-Total						
Débit de boues (m3/j)						
-Clar. Nord	2880	2880	2880	2880	2880	2880
-Clar. Eimco	1116	1152	1152	1872	936	1080
-Boues secondaires	2016	2016	2304	0	2304	2304
Débit (m3/j)						
-table #2	6012	6048	6336	4752	6120	6264
Vitesses						
-pompe coag. #2 (%DCS)	67	55	65	66	61	60
-pompe coag. #2 (l/min) (dilution 50%)	0,67	0,55	0,65	0,66	0,61	0,60
-pompe polym. #2 (%DCS)	34	34	44	44	41	40
-pompe polym. #2 (l/min)	29	29	39	39	36	35
-table filt. #2	55	55	55	55	55	55
-Presse Andritz (%)	80	80	88	100	95	70
Niveau (%)						
-Andritz headbox	0	10,5	10	3,3	0	0
Charge (AMPS)						
-Andritz	44,5	45,2	45	46,6	46,7	46
Ajustement du cône (psi)						
-Andritz	NA	NA	15	NA	NA	62

DONNÉES DE LABORATOIRE

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	10 (0h00)	10 (4h00)	10 (13h00)	11 (0h00)	11(4h00)	11 (8h45)
Solides totaux (%)						
-Boues du "reactor"	3,27	3,22	3,44	3,55	1,66	1,69
-Boues secondaires	2,46	2,43	2,71	-	3,27	3,04
-Boues mélangées	1,53	1,67	1,74	1,96	1,07	1,31
-Polymère	0,42	0,42	0,40	0,38	0,38	0,36
-Sortie Table #2	8,93	9,21	9,51	8,01	9,24	10,11
-Sortie Presse Andritz	27,68	35,08	31,30	29,74	41,56	34,67
Matières solides en suspension (mg/l)						
-Boues du "reactor"	29480	28130	31130	32380	12920	14680
-Boues secondaires	23300	22440	25740	-	31060	28660
-Boues mélangées	14590	15720	15080	17240	9680	11430
-Filtrat Table #2	470	1020	440	590	260	410
-Filtrat combiné	480	1120	510	620	330	490
pH						
-Boues mélangées	5,34	5,28	5,43	5,00	5,88	5,42
NH3 résiduels (mg/l) NH3 (N)						
-Boues secondaires	0,42	0,42	1,20	1,20	1,20	1,17

PERFORMANCES

	Date	Date	Date	Date	Date	Date
	10 (0h00)	10 (4h00)	10 (13h00)	11(0h00)	11(4h00)	11 (8h45)
Boues totales (T/j)	102,9	100,6	118,2	83,6	106,7	104,9
Boues secondaires (T/j)	47,0	45,2	59,3	0,0	71,6	66,0
Boues primaires (reactor) (T/j)	32,9	32,4	35,9	60,6	12,1	15,9
Boues du nord (T/j)	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
ratio primaires/secondaires	1,19	1,22	0,99	-	0,49	0,59
Boues Andritz (%)	27,68	35,08	31,30	29,74	41,56	34,67
Filtrat combiné (ppm)	480	1118	510	620	330	490
Coagulant (1e 3490 est dilué à 50%)	3490	3490	3490	3490	3490	3490
flocculant #2 (kg/T)	1,70	1,74	1,90	2,55	1,85	1,73
coagulant #2 (kg/T)	5,35	4,49	4,51	6,48	4,69	4,70
coût/T ligne #2 (\$/T)	20,13	18,37	19,19	26,70	19,34	18,78

ÉVÉNEMENTS ET FACTEURS

#1 Blow Pit
Seal tank overflow
Seal tank sewer

Thick stock chest
Âge des boues

4h30 à 4h40 et 8h00 à 8h15

