

OPTIMISATION DU BASSIN DE SÉDIMENTATION DANS UNE PERSPECTIVE DE
RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'EAU DE L'ALUMINERIE DE BÉCANCOUR

par

Gille Delaunais

Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de
l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sherbrooke, Québec, Canada, janvier 2009

IDENTIFICATION SIGNALÉTIQUE

OPTIMISATION DU BASSIN DE SÉDIMENTATION DANS UNE PERSPECTIVE DE RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'EAU DE L'ALUMINERIE DE BÉCANCOUR

Gille Delaunais

Essai effectué en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)

Sous la direction de Pierre Mercier

Université de Sherbrooke

Janvier 2009

Mots clés : aluminerie, Bécancour, bassin de sédimentation, consommation d'eau, réduction d'utilisation d'eau, Alcoa.

L'accessibilité à l'eau potable devient une problématique majeure dans certains pays. Les alumineries consomment d'importantes quantités d'eau au cours d'une année, la réduction de leur consommation d'eau permettrait d'utiliser cette eau à d'autres fins que celles industrielles. Le bassin de sédimentation de l'aluminerie permet de recueillir les eaux de ruissellement et de décanter l'eau recueillie dans le bassin. L'eau rejetée par le bassin de sédimentation doit répondre aux normes du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Ainsi, les rejets aqueux de l'aluminerie n'influenceront pas le milieu récepteur. L'eau rejetée par le bassin de sédimentation peut être réintroduite dans les procédés industriels de l'aluminerie afin d'éliminer la consommation d'eau potable et industrielle de l'aluminerie.

Supprimé : Durable

SOMMAIRE

L'accès à l'eau potable est une problématique importante pour plusieurs pays. En fixant des objectifs environnementaux globaux pour la totalité de ses usines, Alcoa limite son empreinte environnementale et établit ses plans d'action dans une perspective de développement durable. Alcoa a fixé des cibles de réduction de la consommation d'eau et de zéro rejet de décharge d'eaux usées pour ses usines. La réduction de consommation d'eau au Québec devient intéressante lorsque le gouvernement introduit un principe d'utilisateur-payeur dans sa réglementation comme dans le projet de loi 92, sorti en juin 2008.

L'aluminerie de Bécancour utilise un bassin de sédimentation afin de recueillir les eaux de ruissellement. Les eaux de ruissellement et les eaux de rejets de procédé sont décantées dans le bassin de sédimentation. La décantation des eaux permet d'éliminer les matières en suspension qui s'y retrouvent et de diminuer la charge organique des eaux rejetées par le bassin de sédimentation. L'efficacité d'un bassin de sédimentation dépend du pourcentage de boues dans le bassin, de la hauteur d'eau et de la longueur du bassin. Le bassin de sédimentation de l'aluminerie permet de recueillir les matières en suspension qui ont un diamètre supérieur à six micromètres selon les analyses effectuées au COREM, soit 99% des particules pénétrant dans le bassin de sédimentation.

Supprimé : 99

La hauteur de marnage du bassin de sédimentation permet de faire varier le volume tampon disponible pour recueillir l'eau de pluie et le volume d'eau préservé dans le bassin afin d'alimenter les procédés de l'aluminerie. En fixant la hauteur maximale de marnage à deux mètres de hauteur, le volume d'eau gardé dans le bassin de sédimentation permettrait d'alimenter tous les procédés industriels de l'aluminerie. De plus, le volume tampon permettrait de recueillir l'eau des précipitations en évitant un déclenchement trop fréquent des pompes d'orage qui évacuent le surplus d'eau du bassin. Divers scénarios ont été faits à partir de hauteurs de marnages différentes afin de subtiliser l'eau dans un procédé industriel. En réintroduisant l'eau rejetée par le bassin de sédimentation dans les procédés de l'aluminerie, l'aluminerie de Bécancour pourra atteindre les objectifs d'Alcoa en matière de gestion de l'eau.

Supprimé :

Supprimé : déclenchement

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur Pierre Mercier qui a accepté de m'aider dans la réalisation de mon essai. À cause de sa disponibilité et de ses nombreuses recommandations, j'ai pu avancer dans mon essai rapidement lors d'embuche et arriver à de bonnes recommandations.

Également, je tiens à remercier Catherine Daoust pour son temps afin de répondre à mes questions sur le fonctionnement du bassin de sédimentation et de l'attestation d'assainissement de l'aluminerie. Je remercie Anne-Élizabeth Gauthier pour les analyses sur l'eau qu'elle a faites à ma demande. Je tiens également à remercier Suzanne Frénette pour sa lecture et la correction de mon essai.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. MISE EN CONTEXTE	4
1.1 Définition des objectifs 2020 d'Alcoa	4
1.1.1 Objectif sur la consommation d'eau	4
1.1.2 Objectif sur les eaux usées	5
1.1.3 Impact sur l'aluminerie	5
1.1.4 Impact sur la ville de Bécancour	6
1.2 Consommation d'eau potable et réglementation	7
2. ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE	10
2.1 Revue des paramètres de conception initiaux	10
2.1.1 Temps de sédimentation	13
2.2 État de la situation actuelle	15
2.2.1 Changement de la surface drainante	15
2.2.2 Temps de séjour de l'eau	17
2.3 Performance environnementale actuelle de sédimentation	19
2.3.1 Qualité de l'eau à l'émissaire	19
2.3.2 Impact sur le milieu récepteur	21
2.3.3 Boues de sédimentation	26
2.4 Source d'eaux	27
2.4.1 Eau de pluie	27
2.4.2 Eau de procédé	28
2.5 Variations de la qualité de l'eau en fonction des conditions météorologiques	30
2.5.1 Conditions estivales	30
2.5.2 Conditions hivernales	32
2.5.3 Prévisions météorologiques à long terme	34
3. VALIDATION DE LA SITUATION ACTUELLE	35
3.1 Rendement du bassin de sédimentation avec les hauteurs de marnage actuelles	35
3.2 Comparaison avec différentes hauteurs et plages de marnage	37
3.2.1 Influence de la hauteur de marnage	37
3.2.2 Influence de la plage de marnage	40
4. IMPACT DE LA RÉDUCTION DE CONSOMMATION D'EAU	43
4.1 Soutirage d'eau dans tous les secteurs d'activités de l'aluminerie	43
4.1.1 Possibilité d'éliminer la consommation d'eau publique	43
4.1.2 Impact de la réutilisation de l'eau	45

4.2 Évaluation de scénarios pour l'élimination de l'eau publique.....	47
4.2.1 Possibilité des différents scénarios.....	47
4.2.2 Impacts sur le milieu des scénarios	51
5. RECOMMANDATION	56
CONCLUSION.....	59
RÉFÉRENCES	61
ANNEXE 1 : CALCULS DÉTERMINANT LE VOLUME D'EAU DANS LE BASSIN DE SÉDIMENTATION SELON LA HAUTEUR D'EAU	66
ANNEXE 2 : RÉSULTATS D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR MICROTRAC DU COREM.....	68
ANNEXE 3 : CALCULS DE LA VITESSE LIMITE DE CHUTE	72
ANNEXE 4 : RELATION ENTRE LA TAILLE DES PARTICULES ET LE TEMPS DE SÉDIMENTATION	74
ANNEXE 5 : RELATION ENTRE LA TAILLE ET LE POIDS DES PARTICULES.....	76
ANNEXE 6 : CORRÉLATION ENTRE LA CONCENTRATION DE MATIÈRES EN SUSPENSION ET LE DÉBIT QUOTIDIEN DES PRÉCIPITATIONS	78
ANNEXE 7 : GRAPHIQUE REPRÉSENTANT LE TEMPS DE SÉDIMENTATION EN FONCTION DE LA TAILLE DES PARTICULES.....	80
ANNEXE 8 : SIMULATION AVEC DIFFÉRENTES HAUTEURS MAXIMALES DE MARNAGE.....	82

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 : Schéma du bassin de sédimentation (Brodeur et al., 1986a)	13
Figure 3.1 : Journées de précipitations en fonction des précipitations	38
Figure 3.2 : Schéma de la hauteur maximale de marnage de deux mètres (simulation annexe 8)	40
Figure 4.1 : Représentation de la consommation d'eau des différents procédés	44
Figure 4.2 : Variation du débit d'eau au CTF au cours de l'année 2007	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Synthèse des relations entre K et l'équation de la vitesse limite ultime (Beaudry, 1984)	14
Tableau 2.2 : Qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent en 2000-2001 (Hébert, 2005) .	23
Tableau 2.3 : Concentration en MES de l'effluent à l'émissaire à la fonte des neiges	33
Tableau 3.1 : Volume tampon disponible en fonction des hauteurs de marnage	39
Tableau 4.1 : Consommation d'eau des différents procédés et secteurs en 2007	44

LISTE DES ABRÉVIATIONS, ACRONYMES

ABI	Aluminerie de Bécancour Inc
CEAEQ	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
COREM	Consortium de recherche appliquée en traitement et transformation des substances minérales
CRCDE	Chaire de Recherche du Canada en Droit de l'Environnement
CTF	Centre de traitement des fumées
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MAMR	Ministère des Affaires municipales et des Régions
MES	Matières en suspension
C_t	Coefficient de traînée
Re	Nombre de Reynolds
D	Diamètre de la particule
g	Accélération due à la pesanteur
ρ	Masse volumique de la particule
V	Vitesse limite de chute
μ	Viscosité du liquide
ρ	Masse volumique du fluide

LEXIQUE

Coefficient de ruissellement	Quantité d'eau de ruissellement exprimée en pourcentage de la chute de pluie totale sur une région donnée
Décantation	Séparation des particules en suspension de densité supérieure à celle de l'eau entraînant leur accumulation graduelle au fond du décanteur et la clarification de l'eau
Demande chimique en oxygène	Caractéristique d'une eau correspondant à la quantité d'oxygène nécessaire pour brûler les matières organiques, biodégradables ou non et les matières minérales oxydables que contient un échantillon donné
Eau de ruissellement	Fraction de l'eau de pluie qui s'écoule sur le sol
Eau publique	Eau industrielle et eau potable
Eau industrielle	Eaux généralement non potables destinées à des usages industriels
Granulométrie par microtrac	Mesure des dimensions des particules d'un mélange et étude de leur répartition selon leurs différentes dimensions
Hauteur de marnage	Hauteur minimale et hauteur maximale qui contrôlent le fonctionnement des pompes du bassin de sédimentation
Marnage	Variation, en hausse ou en baisse, du niveau d'un réservoir, en fonction des conditions d'exploitation
Matières en suspension	Ensemble des particules en suspension dans l'eau ou dans l'air qui peut être décanté ou filtré
Pompes de décantation	Pompes qui servent à évacuer l'eau qui a été clarifiée par le bassin de sédimentation
Pompes d'orage	Pompes qui servent à évacuer les eaux recueillies lors de fortes pluies
Secteurs afférents	Secteurs connexes au procédé de l'aluminerie (entretien, expédition, laboratoire, etc.)
Sédiflottateur	Appareil servant à séparer les huiles et graisses qui se retrouvent dans les eaux usées

Viscosité	Propriété de l'eau par laquelle l'eau s'oppose à toute modification de forme ou de mouvement (écoulement, par exemple); peut être visualisée comme l'effet de la friction entre ses molécules.
Vitesse limite de chute	Vitesse limite à laquelle une particule chute dans un fluide (eau) à cause de la gravité ou d'une force extérieure qui s'exerce sur elle

Il est à noter que les définitions ont été prises dans le grand dictionnaire terminologique de la langue française (Québec, 2008).

INTRODUCTION

L'aluminerie de Bécancour Inc est une aluminerie qui produit environ 400 000 tonnes d'aluminium par année et emploie plus de 1 000 personnes. Les produits sont principalement des billettes, des plaques de laminage et des lingots-T. L'aluminium est principalement fait à partir d'alumine. Le procédé d'électrolyse utilisé est appelé procédé à anodes précuites. L'aluminerie de Bécancour produit également des anodes de carbone pour usage interne et vente dans d'autres usines. L'usine est certifiée ISO 14 001 : 2004 et la fonderie et les secteurs afférents sont certifiés ISO 9001 : 2000. L'aluminerie de Bécancour fait partie du groupe des alumineries de première fusion d'Alcoa Canada, division de la compagnie américaine d'Alcoa. Alcoa émet plusieurs lignes directrices et objectifs environnementaux pour ses installations. En effet, les usines ont des objectifs à atteindre selon le cadre de vision 2020 de la compagnie qui comprend des objectifs sur différents paramètres environnementaux, dont les émissions de GES et la quantité de déchets enfouis. Parmi ces paramètres, Alcoa a émis des objectifs sur la consommation d'eau et sur les rejets d'eaux des procédés industriels.

L'accès à l'eau potable est un enjeu mondial qu'Alcoa reconnaît et la compagnie essaie de réduire son empreinte environnementale face à cet enjeu. Plusieurs usines d'Alcoa sont situées dans des pays où l'accès à l'eau est difficile pour la population. Malgré ce fait, l'enjeu social lié à l'accès à l'eau potable justifie le fait que les usines d'Alcoa doivent réduire leurs impacts sur les ressources en eau potable de la planète. L'eau potable est une base pour une saine alimentation et une bonne hygiène. Les réserves d'eau potable sont limitées et l'accès à ces réserves n'est possible que pour une partie de la population mondiale. Ces raisons expliquent pourquoi il est important de préserver les réserves d'eau potable et de gérer cette ressource avec considération. Plusieurs statistiques démontrent qu'un nombre grandissant de personnes n'a pas accès à de l'eau potable de qualité et que plusieurs personnes meurent à cause d'une consommation d'eau de mauvaise qualité.

L'aluminerie de Bécancour utilise de l'eau potable pour alimenter certains de ses procédés et de l'eau industrielle pour les procédés de la fonderie. Plusieurs projets ont été envisagés pour réduire la consommation d'eau potable et industrielle de l'usine. L'eau rejetée par le bassin de sédimentation des eaux de pluie pourrait être utilisée dans certains des procédés utilisant de l'eau potable et à la fonderie. En optimisant les paramètres d'opération du bassin de sédimentation pour réduire la consommation

d'eau de l'usine, les rejets aqueux de l'usine seraient également réduits. Les rejets du bassin de sédimentation peuvent être utilisés pour remplacer l'eau potable ou industrielle dans les procédés sans toutefois réduire de façon notable l'efficacité de sédimentation des matières en suspension. L'objectif principal est d'apporter une recommandation sur le fonctionnement du bassin de sédimentation en gardant en perspective la réduction de consommation d'eau de l'aluminerie. Cette recommandation sera faite en regard des objectifs Alcoa qui se portent sur la réduction de consommation d'eau et sur la réduction des rejets d'eaux usées de l'usine.

Afin d'apporter une recommandation sur l'optimisation du bassin de sédimentation, différents objectifs permettront de suivre le cheminement. Premièrement, une mise en contexte permettra d'établir le cadre autour de cette recommandation. Les objectifs d'Alcoa, les impacts sur l'aluminerie et le cadre réglementaire autour de l'eau potable feront partie des éléments de la mise en contexte. Par la suite, une analyse de la situation actuelle du bassin de sédimentation sera faite. Cette analyse tient compte de différents paramètres comme les paramètres de conception du bassin, la qualité de l'eau, la performance environnementale du bassin et les conditions météorologiques. L'optimisation de la hauteur de marnage permettra de valider le fonctionnement actuel du bassin de sédimentation. Ensuite, les impacts de soutirage d'eau du bassin pour la réduction de la consommation d'eau potable et industrielle dans l'usine seront analysés. Des scénarios de réduction d'utilisation de l'eau publique des différents procédés seront étudiés pour pouvoir faire une recommandation. La recommandation portera sur les hauteurs de marnage à utiliser pour pouvoir soutirer l'eau publique dans les procédés industriels sans modifier l'efficacité du bassin de sédimentation.

Afin d'atteindre ces objectifs et d'émettre une recommandation, plusieurs rencontres ont été faites avec des spécialistes en environnement d'Alcoa. Ces rencontres ont permis d'obtenir les informations justes et précises sur le fonctionnement du réseau d'eau de l'aluminerie et sur ses rejets d'eaux usées. Les spécialistes ont été rencontrés au fur et à mesure que leurs interventions étaient nécessaires. Une visite et une simulation vidéo du bassin de sédimentation ont permis de mieux saisir son fonctionnement. Les rapports techniques de firmes d'ingénierie et du gouvernement ont permis d'obtenir des compléments d'information aux rapports internes de l'aluminerie. De plus, des analyses ont été faites afin de connaître les paramètres physico-chimiques de l'eau et d'améliorer la compréhension face au bassin de sédimentation. Toutes ces sources sont d'actualité et permettent d'avoir un regard objectif sur le fonctionnement du bassin de sédimentation. Les informations recueillies

auprès des spécialistes d'Alcoa ont permis de dresser un portrait juste du système de traitement de l'eau de l'aluminerie.

1. MISE EN CONTEXTE

Les objectifs 2020 d'Alcoa et le cadre réglementaire applicable à l'aluminerie de Bécancour sont les raisons qui justifient le projet d'optimisation du bassin de sédimentation. Les objectifs de réduction de consommation d'eau et de rejets d'eaux usées et la réglementation établissent les principes que doit suivre le projet d'optimisation du bassin de sédimentation.

1.1 Définition des objectifs 2020 d'Alcoa

Alcoa a établi un cadre de travail de développement durable ayant comme ligne de base les performances de ses installations en l'an 2000. Les objectifs de ce cadre de travail ont pour échéance l'année 2020, ils couvrent les aspects sociaux, économiques et environnementaux de la compagnie (Alcoa, 2008a). Ces objectifs permettent de viser de meilleures performances environnementales de la compagnie dans une perspective de développement durable. Le principe du cadre de travail qui prône une utilisation efficace des ressources pour répondre aux besoins des générations actuelles et futures établit, entre autres, les objectifs sur la réduction de consommation d'eau et des rejets d'eaux usées.

1.1.1 Objectif sur la consommation d'eau

Dans le cadre de travail de développement durable d'Alcoa, ABI doit réduire de 60 % son utilisation d'eau de procédé d'ici 2009 (Alcoa, 2008a). L'eau de procédé est définie par l'eau potable et l'eau industrielle utilisées pour alimenter les procédés de l'aluminerie. La seconde cible du cadre de travail est de réduire la consommation d'eau de procédés de 70 % d'ici 2010 (Alcoa, 2008a). Ces cibles visent la gestion durable de l'eau en utilisant mieux notre ressource et en la préservant davantage afin de réduire l'empreinte environnementale de la compagnie. L'aluminerie de Bécancour a mis en place un projet pour réduire sa consommation d'eau potable et industrielle. Ce projet élabore diverses mesures pouvant être mises en œuvre pour réduire la consommation d'eau dans l'aluminerie et atteindre la cible d'Alcoa (Daoust, 2008). L'optimisation du bassin de sédimentation pour réduire la consommation d'eau fait partie des différentes mesures étudiées pour atteindre les objectifs du cadre de travail en développement durable d'Alcoa.

1.1.2 Objectif sur les eaux usées

Les rejets d'eaux usées de l'aluminerie de Bécancour doivent être éliminés pour satisfaire les objectifs du cadre de travail de développement durable d'Alcoa. En effet, le cadre de travail indique que les alumineries doivent avoir zéro décharge d'eau de procédé d'ici l'année 2020 (Alcoa, 2008a). En utilisant des technologies zéro rejet, les alumineries mettent en œuvre des procédés de production propre qui limitent les impacts environnementaux de l'usine. Un des objectifs de l'optimisation du bassin de sédimentation est de réduire la consommation d'eau dans l'usine, l'eau accumulée par le bassin de sédimentation sera réintroduite dans les procédés industriels. Ainsi, la quantité d'eau rejetée par l'aluminerie sera réduite. Par conséquent, l'optimisation du bassin de sédimentation permettrait de réduire les rejets d'eaux usées de l'aluminerie.

1.1.3 Impact sur l'aluminerie

La réduction de consommation d'eau et la réduction des rejets d'eaux usées peuvent avoir des impacts et des effets sur l'aluminerie de Bécancour. Plusieurs éléments affecteront l'aluminerie, dont les impacts environnementaux, les impacts sociaux et les impacts économiques.

La réduction de consommation d'eau de l'aluminerie diminuera l'empreinte environnementale qu'aura l'aluminerie sur les ressources en eau potable du Québec tandis que la réduction des rejets d'eaux usées de l'aluminerie aura des effets différents selon la concentration des contaminants dans l'eau et le débit des rejets aqueux de l'aluminerie (Alcoa, 2008a). Cependant, les impacts environnementaux ne sont qu'une partie des effets de la réduction de consommation et de rejet d'eaux usées. Certaines alumineries ou industries ont montré que des projets de réduction de consommation d'eau, mais surtout de réduction des rejets d'eau peuvent être rentables économiquement. Par exemple, l'aluminerie du mont Holly aux États-Unis épargnera 75 000 \$ par année après avoir implanté son procédé de zéro rejet d'eaux usées (Alcoa, 2008b). L'eau serait rejetée sur une plantation d'arbres sans aucun traitement. Le 75 000 \$ proviendrait des frais d'exploitation épargnés par l'absence de traitement d'eau du procédé zéro rejet (Alcoa, 2008b). Dans le cas de la réduction de consommation et de rejet d'eau de l'aluminerie de Bécancour, l'avantage économique proviendrait de la diminution des coûts reliés à l'achat d'eau potable et industrielle à la ville de Bécancour.

Les impacts environnementaux et les impacts économiques peuvent être identifiés et quantifiés plus facilement que les impacts sociaux. La réduction de consommation et de rejet d'eau d'une usine peut avoir une influence et un impact sur la ville et sur la communauté. De plus, ce projet peut avoir un impact sur l'image corporative de l'aluminerie. Présentement, l'image corporative d'une industrie est de plus en plus influencée par son empreinte environnementale, sa gestion des ressources naturelles et son respect de l'environnement (Beauchamp, 2008). Si une bonne pratique environnementale peut améliorer l'image corporative d'une entreprise, une mauvaise gestion environnementale peut être critiquée mondialement. Récemment, certaines industries se sont vues critiquées dans les médias à cause de leurs pratiques environnementales. L'entreprise Shell a été condamnée pour publicité mensongère par l'Autorité des Standards de la Publicité britannique par rapport à sa publicité sur l'exploitation durable des sables bitumineux au Canada (Beauchamp, 2008). En Norvège, Rio tinto Alcan a été rayé du fond d'investissement de la Norvège pour son association avec FreePort McMoran qui aurait de mauvaises pratiques environnementales (Schmouker, 2008). Contrairement à ces exemples, Toyota a amélioré son image corporative en implantant un système de gestion environnementale dans ses usines et en favorisant le développement de produits à faible consommation d'essence (Toyota, 2008). En publicisant les objectifs d'Alcoa, des mesures devront être mises en œuvre pour les atteindre afin de laisser transparaître une bonne gestion environnementale. L'atteinte des objectifs 2020 d'Alcoa permettrait à l'aluminerie de projeter une bonne image et de se faire connaître dans la province du Québec auprès de la population pour sa conscience environnementale (Mercier, 2008).

Par conséquent, la réduction de consommation et de rejet d'eau aurait des impacts importants sur l'aluminerie. En effet, la réduction de consommation d'eau influencerait l'image de la compagnie et permettrait de réduire les coûts d'achat d'eau à la ville de Bécancour.

1.1.4 Impact sur la ville de Bécancour

La réduction de consommation d'eau de l'aluminerie aura un impact sur la ville de Bécancour (Mercier, 2008). En effet, l'aluminerie utilise de l'eau potable produite par la ville de Bécancour pour alimenter plusieurs procédés. Elle utilise également de l'eau industrielle qui est de l'eau filtrée provenant du fleuve. En diminuant la consommation d'eau de l'aluminerie de Bécancour, la ville de Bécancour peut réduire la production

d'eau potable et ainsi diminuer ses coûts de production (Chevalier, 2005). De plus, la réduction de demande d'eau potable de l'aluminerie laissera plus d'eau potable disponible pour la ville de Bécancour et ses habitants.

La réduction de consommation d'eau potable de l'aluminerie aura des impacts sur les usines de traitement d'eau potable et d'eaux usées de la ville de Bécancour. La quantité de résidus de production d'eau potable est proportionnelle à la consommation d'eau potable (Chevalier, 2005). En réduisant la production d'eau, la quantité de résidus de production sera réduite, car la demande est moins forte. Les coûts reliés au traitement d'eaux usées ne changeront pas, car les procédés industriels de l'usine ne rejettent pas leur eau dans le réseau sanitaire de la ville (Chevalier, 2005).

Par conséquent, la diminution de consommation d'eau potable de l'aluminerie laissera plus d'eau potable à la disponibilité de la ville de Bécancour et de ses habitants et diminuera les coûts d'exploitation des usines de traitement des eaux potables et usées.

1.2 Consommation d'eau potable et réglementation

Les Québécois consomment environ 454 litres d'eau par jour ce qui les classe parmi les cinq plus grands consommateurs d'eau au monde, plus que la moyenne canadienne qui est de 350 litres d'eau par jour. Un Français consomme environ 150 litres d'eau par jour tandis qu'un Africain en consomme cinq (Lépine, 2008). La perception des Canadiens face à la disponibilité de l'eau est influencée par les nombreux lacs et rivières qui parcourent le territoire canadien qui contient environ 20 % des réserves d'eau douce du monde (Lépine, 2008). En effet, plusieurs Canadiens croient que l'eau est une ressource inépuisable (Baril, 2007). Ainsi, il est plus difficile de prioriser les usages de l'eau dans les communautés canadiennes et québécoises. Cependant, l'enjeu n'est pas le même pour d'autres pays de la planète. Plusieurs villes ou pays ont des pénuries d'eau et cherchent par tous les moyens possibles d'augmenter la disponibilité de l'eau potable pour leur ville et pour leurs habitants. Selon certains experts, il faut environ 50 litres d'eau par jour pour avoir une alimentation et une hygiène saines. Environ un milliard de personnes n'auraient pas accès à ces 50 litres par jour et une personne chaque huit secondes mourrait à cause de l'accès réduit à l'eau potable (Lépine, 2008). Le droit d'accès à l'eau potable fait partie des droits de la personne dans plusieurs pays à cause de l'importance, pour la santé des individus, d'avoir accès à l'eau potable.

La perception mondiale face à l'eau est différente que celle du Canada, car plusieurs pays sont aux prises avec des problèmes de gestion de l'eau et d'accès à l'eau potable. Alcoa, comme compagnie mondiale, a établi ses objectifs en tenant compte des perceptions des différents pays dans le monde. Certaines alumineries d'Alcoa ont déjà mis en place des procédés qui réduisent la consommation d'eau de leur usine (Alcoa, 2008b). Alcoa prévoit une réduction de la pression des alumineries sur les ressources mondiales en eau. Si, au Canada, l'objectif de réduction de consommation de 70 % de l'eau semble exagéré, il paraît nécessaire et incontournable dans plusieurs pays, dont l'Australie et la Jamaïque qui manquent déjà d'eau potable. L'Australie est affectée par une sécheresse depuis le début des années 2000 (Duchesne, 2007).

L'eau est assujettie à plusieurs lois et règlements. Ces exigences assurent la qualité de l'eau potable, contrôlent le captage et la mise en bouteille des eaux et préviennent contre la pollution de l'eau. Ces règlements sont provinciaux, fédéraux ou municipaux. La plupart des règlements sur l'eau proviennent de la *Loi sur la qualité de l'environnement* qui fait partie des lois québécoises. Ces règlements sont établis pour protéger l'environnement et en assurer la qualité.

Présentement, plusieurs règlements gèrent l'eau, en plus de la *Loi sur la qualité de l'environnement* : le *Règlement sur la qualité de l'eau potable*, le *Règlement sur le captage des eaux souterraines* et le *Règlement sur les eaux embouteillées* en sont des exemples. Ces règlements contrôlent la qualité de l'eau que les citoyens consomment, embouteillée ou non, et les forages pour puiser les nappes d'eau souterraine. Cependant, aucune réglementation actuelle ne régit l'utilisation ou la consommation de l'eau. En 2002, le gouvernement du Québec a adopté une politique sur l'eau qui établissait plusieurs grands principes à suivre pour protéger cette ressource, dont la prévention, la protection et la restauration de la ressource, en appliquant les principes de pollueur – payeur et utilisateur – payeur (MDDEP, 2008a). En fait, l'eau doit être gérée de manière durable pour que les générations futures puissent accéder à une ressource de bonne qualité et en quantité suffisante.

Un projet de loi sur la gouvernance de l'eau a été présenté à l'Assemblée nationale du Québec le 5 juin 2008 (MDDEP, 2008b). Le projet de loi 92, loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection, entreprend des nouvelles mesures et lignes directrices sur la gestion des ressources en eau. Le projet de loi 92 met de l'avant que l'eau est indispensable à la vie et qu'elle est une ressource épuisable (MDDEP, 2008b). Il définit le statut juridique de l'eau dans notre

communauté en tant que patrimoine commun. Par conséquent, son utilisation doit être contrôlée afin de s'assurer que tous les citoyens ont un accès à cette ressource pour leur alimentation et leur hygiène. De plus, le projet de loi ouvre une porte pour un futur règlement sur des redevances liées à la gestion, l'utilisation et l'assainissement de l'eau. Trois principes découlent du projet de loi 92 : le principe utilisateur – payeur, le principe de prévention et le principe de réparation (MDDEP, 2008b). Ces principes permettraient de montrer le juste coût de l'eau en imposant des mesures de prévention pour prévenir les atteintes portées aux ressources en eau, en réparant les dommages causés aux ressources en eau après leur utilisation et en défrayant les coûts de gestion de l'eau liés à leur utilisation. Le projet de loi 92 vise sensiblement les utilisateurs d'eau qui consomment plus de 75 000 litres d'eau par jour. Tous les prélèvements d'eau pour les utilisateurs ciblés devront être autorisés par le ministre et les autorisations de prélèvement d'eau seront reconsidérées après 10 ans (MDDEP, 2008b).

Cependant, le projet de loi 92 est discuté en assemblée nationale pour apporter des modifications et recommandations des différents intervenants dans le domaine de la gestion de l'eau au Québec. La notion de l'eau comme patrimoine commun soulève certains questionnements de la part de la Chaire de Recherche du Canada en Droit de l'Environnement, de même que les pouvoirs accordés au ministre (CRCDE, 2008). De plus, certaines inquiétudes des maraîchers, des embouteilleurs d'eau et des municipalités ont été soulevées par rapport aux redevances sur la consommation d'eau (Moreault, 2008a). La ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs profitera de ces recommandations pour modifier son projet de loi avant de le faire adopter.

Malgré les modifications possibles dans le projet de loi, les principes du projet de loi et ses lignes directrices devraient rester les mêmes. Par conséquent, le projet de loi 92 pourrait éventuellement s'appliquer à l'Aluminerie de Bécancour, car elle consomme plus de 75 000 litres d'eau par jour (Mercier, 2008). Ainsi, l'aluminerie pourrait être obligée de demander une autorisation de prélèvement pour son eau et pourrait payer une redevance sur sa consommation d'eau.

2. ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

Pour permettre de statuer sur l'optimisation du bassin de sédimentation afin de réduire la consommation d'eau de l'aluminerie, il est important de bien définir le fonctionnement actuel du bassin de sédimentation, son rendement et son utilisation. De plus, la qualité de l'eau, la quantité d'eau et la quantité de boues permettront de détailler et de déterminer les performances environnementales du bassin de sédimentation.

2.1 Revue des paramètres de conception initiaux

Le fonctionnement du bassin de sédimentation est dépendant de plusieurs paramètres qui permettent son fonctionnement. La superficie du bassin, la vitesse et la capacité de ses pompes et les différents débits d'eau dans le bassin définissent le fonctionnement du bassin de sédimentation. Ces paramètres ont été définis avant la conception du bassin par la firme Lavalin. Cette firme d'ingénierie a établi les paramètres de conception à partir de données théoriques comme les précipitations et les divers coefficients de ruissellement estimés des terrains de l'usine et des bâtiments.

Le bassin de sédimentation a été érigé en 1986, car le ministère de l'Environnement avait demandé à l'aluminerie, dans son certificat d'autorisation, de construire un point collecte des eaux de ruissellement qui lavent le site de l'aluminerie et entraînent les contaminants. Précédemment, la firme-conseil Lavalin a été engagée pour produire un rapport technique de drainage du site de l'aluminerie de Bécancour (Anonyme, 1984). Les eaux de drainage recueillies sont les eaux de pluie, les eaux d'écoulement et les eaux de refroidissement de la fonderie. Ces eaux proviennent de tous les secteurs de l'aluminerie. La superficie de l'aluminerie est d'environ 700 000 mètres carrés (Anonyme, 1984). Pour estimer la taille du bassin de sédimentation, la firme Lavalin a pris en compte que le drainage du site se ferait par des conduites et des fossés acheminant l'eau au bassin de sédimentation. Afin de répondre aux exigences du ministère de l'Environnement, le bassin de sédimentation de l'aluminerie est construit pour recevoir les eaux d'une pluie de deux heures ayant une récurrence de cinq ans. Le volume du bassin de sédimentation est de 20 000 mètres cubes (Anonyme, 1984). Ce volume est obtenu par la formule de la page suivante (Brodeur et al., 1986b).

$$V = Ahh \quad (2,1)$$

V : Volume du bassin (m³)

h : précipitation (m)

I : coefficient de ruissellement

A : superficie de ruissellement (m²)

Le bassin de sédimentation a la forme d'un trapèze inversé et le fond du bassin a une largeur de 45 mètres et une longueur de 90 mètres (Brodeur et al., 1986b). La hauteur théorique du bassin de sédimentation est de quatre mètres. Le bassin de sédimentation a une hauteur de marnage de 3,5 mètres. Par conséquent, le niveau d'eau du bassin de sédimentation n'est pas conçu pour descendre sous les 0,5 mètre dans le bassin (Brodeur et al., 1986b). Ce volume sert d'entreposage pour les boues de sédimentation et de couvert de protection contre le gel. Ainsi, le volume utile de 20 000 mètres cubes se situe entre les hauteurs de 0,5 mètre et quatre mètres dans le bassin de sédimentation.

Le bassin de sédimentation est composé de trois parties : le bassin d'alimentation, le bassin de sédimentation et la station de pompage. Le bassin d'alimentation sert à recueillir les eaux de ruissellement et de séparer les matières légères qui flottent sur l'eau. Une enceinte en béton ceinture le bassin d'alimentation afin que les matières flottantes restent dans le bassin d'alimentation (Bérubé, 1990). Les huiles et graisses sont absorbées dans un rondin et les objets sont recueillis lors d'un nettoyage. Des clapets permettent le passage de l'eau du bassin d'alimentation au bassin de sédimentation. Le bassin de sédimentation sert à décanter les eaux de ruissellement et il recueille les matières en suspension dans l'eau. Ces matières en suspension décanter forment les boues de sédimentation.

La station de pompage contient cinq pompes. Deux de ces pompes refoulent l'eau décanter provenant du bassin de sédimentation dans un tuyau d'une longueur de 1440 mètres et 200 millimètres de diamètre qui se décharge dans le fleuve Saint-Laurent (Bérubé, 1990). Ces pompes ont un débit nominal de 45 litres par seconde et un débit maximal de 185 litres par seconde. Elles fonctionnent en alternance : à un mètre, elles démarrent et à 0,5 mètre, elles s'arrêtent (Bérubé, 1990). Les trois autres pompes sont appelées pompes d'orage. Lorsqu'un orage déverse d'importantes précipitations sur le site de l'aluminerie, ces pompes servent à vider le bassin d'alimentation lorsque le niveau de l'eau atteint quatre mètres. Elles ont un débit nominal de 3200 litres par seconde et un débit maximal de 3800 litres par seconde (Bérubé, 1990). Les pompes permettent de vider le bassin d'alimentation et de maintenir le niveau de l'eau sous les quatre mètres lors des orages. La vitesse de pompage des pompes d'orage a été

établie pour évacuer une pluie d'un débit maximal d'une période de récurrence de 20 ans. Ainsi, selon les calculs théoriques de Lavalin, le débit maximal de cette pluie est de 7,29 mètres cubes par seconde (Brodeur et al., 1986a).

Pour résumer le fonctionnement du bassin de sédimentation, l'eau entre dans le bassin d'alimentation et les matières légères flottent sur le dessus du bassin. L'eau passe dans le bassin de sédimentation par des clapets antiretour dans le bas du muret de béton qui sépare le bassin d'alimentation du bassin de sédimentation. Les matières en suspension décantent et l'eau, à l'autre extrémité du bassin, est soutirée vers la station de pompage. L'eau est pompée par les pompes de 45 litres par seconde et elle est rejetée dans un conduit qui mène au fleuve Saint-Laurent. Entre temps, si un orage ou un incident fait augmenter le niveau de l'eau du bassin d'alimentation et du bassin de sédimentation à quatre mètres, les clapets entre les bassins antiretour se ferment et les pompes d'orage, qui se situent sous le bassin d'alimentation, partent. Le niveau du bassin d'alimentation baisse à 0,5 mètre, mais celui du bassin de sédimentation, isolé par la fermeture des clapets, demeure à quatre mètres (Bérubé, 1990). Si le niveau de l'eau du bassin d'alimentation remonte à plus de 2,5 mètres, une pompe d'orage repart, à 3,4 mètres, deux pompes fonctionnent et à quatre mètres, les trois pompes fonctionnent. Le niveau de l'eau est rabaissé à 0,5 mètre et ainsi de suite jusqu'à ce que le niveau demeure sous les quatre mètres et que seulement une pompe d'orage fonctionne plus de 90 minutes (Bérubé, 1990). Ainsi, les pompes arrêtent de fonctionner, car le volume d'eau du bassin d'alimentation est considéré stable.

Le fonctionnement des pompes d'orage a été établi selon certaines hypothèses. En effet, il a été supposé que les premières eaux de ruissellement étaient celles qui contenaient le plus de contaminants et de matières en suspension (Mercier, 2000). Elles devaient se retrouver dans le bassin de sédimentation, car elles faisaient un lavage du sol de l'aluminerie. Après, les eaux de pluie, qui ruissellent sur le site de l'aluminerie, risquent d'entraîner moins de contaminants et de matières en suspension que l'eau de pluie qui a fait le premier lavage du site de l'aluminerie. La figure 2.1 schématise le bassin de sédimentation.

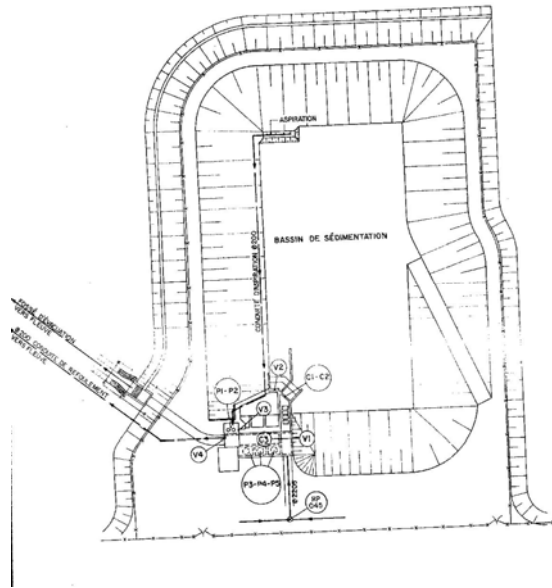


Figure 2.1 : Schéma du bassin de sédimentation (Brodeur et al., 1986a)

Lors de l'établissement des paramètres du bassin de conception par la firme Lavalin, aucune hypothèse n'a été faite sur le débit d'eau de procédé entrant dans le bassin de sédimentation. Seulement des hypothèses sur les précipitations ont été émises, malheureusement ces débits sont ponctuels. Ils ne permettent pas de savoir la quantité journalière d'eau que traitera le bassin de sédimentation. Par conséquent, il est difficile de prévoir le débit de l'eau qui est évacué par les pompes. Le débit d'eau maximal qui peut être évacué par les pompes d'eau décanter est de 370 litres par seconde, ce qui correspond à une pluie de 24 heures ayant une récurrence d'un an (Brodeur et al., 1986a).

2.1.1 Temps de sédimentation

La principale fonction du bassin de sédimentation est de décanter l'eau de ruissellement de l'aluminerie afin de clarifier cette eau. Une seconde application du bassin de sédimentation est d'égaliser les rejets d'eau. Cette eau est composée d'eau de pluie, de l'eau de débordement et des rejets des eaux de procédés. Les matières en suspension qui se retrouvent dans l'eau de ruissellement sont décantées et s'accumulent dans le fond du bassin pour former les boues de sédimentation. Le principe de base à la décantation est la séparation solide-liquide (Blazy et al., 2008). Plusieurs paramètres régissent la sédimentation des solides dans un liquide : la taille

des particules, la concentration en solide et la différence entre les masses volumiques du solide et du liquide.

Le temps de sédimentation est le temps nécessaire pour que toutes les matières en suspension soient décantées. La hauteur et la longueur du bassin de sédimentation peuvent influencer le temps de sédimentation (Beaudry, 1984).

Premièrement, il faut identifier la vitesse limite de chute. Cette vitesse est obtenue par la particule lorsqu'elle décante. En effet, au bout d'un moment, la particule qui décante cesse d'accélérer et elle obtient une vitesse constante : la vitesse limite de chute. La vitesse limite de chute, selon le diamètre des particules et leur densité, peut être calculée selon trois équations différentes : l'équation de Stokes, l'équation de Newton et l'équation du cas intermédiaire (Blazy et al., 2004). Pour trouver la vitesse limite de chute de la particule, il faut calculer la constante K qui permet de déterminer l'équation qui s'applique. La constante K se calcule selon l'équation 2.2 (Beaudry, 1984).

$$K = D [(\rho_p - \rho) \rho g / \mu^2]^{1/3} \quad (2,2)$$

Après le calcul de la constante K, il est possible de déterminer la vitesse de sédimentation limite de chute. Le tableau 2.1 permet de voir la relation entre la valeur de la constante K et les différentes équations pour calculer la vitesse limite de chute.

Tableau 2.1 : Synthèse des relations entre K et l'équation de la vitesse limite ultime (Beaudry, 1984)

	K	C _t	$V^2 = [4gD(\rho_p - \rho)] / 3C \rho$
Équation de Stokes	< 2,6	24/Re	$V = (1/18)(g/\mu)(\rho_p - \rho)D^2$
Équation de cas intermédiaire	2,6 à 44	18,5 / Re ^{0,6}	$V = [0,153g^{0,71}D^{1,14}(\rho_p - \rho)^{0,71}] / [\rho^{0,29}\mu^{0,43}]$
Équation de Newton	44 à 2360	0,44	$V = 1,74 [(gD(\rho_p - \rho)) / \rho]^{1/2}$

C_t = coefficient de trainée

Re = nombre de Reynolds

D = diamètre de la particule

g = accélération due à la pesanteur

ρ_p = masse volumique de la particule

ρ = masse volumique du fluide

μ = viscosité du liquide

V = vitesse limite de chute

Afin de savoir si les particules décantent, il suffit de faire une comparaison entre la vitesse limite de chute obtenue (V_{lim}) et la vitesse horizontale de transfert. La vitesse horizontale de transfert est obtenue en divisant le débit d'entrée de l'eau (Q) par la hauteur (H) et la largeur (l) du bassin de sédimentation. L'équation 2,3 montre la comparaison qui doit être faite entre les deux vitesses (Blazy et al., 2004).

$$[V_{lim} / H] > [Q / HlL] \quad (2,3)$$

Ainsi, si le rapport de la vitesse limite de chute sur la hauteur du bassin de sédimentation est plus grand que celui de la vitesse horizontale sur la longueur du bassin (L), les particules sont retenues dans le bassin de sédimentation (Blazy et al., 2004). Une autre façon de déterminer si les particules sont retenues par le bassin de sédimentation serait de calculer le temps de séjour minimal en divisant la hauteur à la fin du bassin par la vitesse limite de chute (Beaudry, 1984). Ces équations permettront de calculer le temps de sédimentation du bassin. Ainsi, l'efficacité du bassin de sédimentation pourra être discutée en comparant le temps de séjour de l'eau dans le bassin de sédimentation et le temps de sédimentation théorique.

2.2 État de la situation actuelle

Suite à la construction du bassin de sédimentation, en 1986, certaines modifications ont été faites dans l'aluminerie de Bécancour. Ces modifications peuvent influencer la qualité et la quantité de l'eau de ruissellement du site de l'aluminerie. Par conséquent, le rendement du bassin de sédimentation peut être modifié.

2.2.1 Changement de la surface drainante

Lorsque le bassin a été construit en 1986, l'aluminerie de Bécancour avait deux séries de cuves à l'électrolyse. En 1990, l'aluminerie a débuté la construction d'une autre série de cuves pour augmenter la production d'aluminium (Daoust, 2008). Lors des travaux, la nappe phréatique a été pompée et l'eau était directement envoyée dans le bassin de sédimentation. Ces travaux peuvent avoir modifié la composition des boues de sédimentation qui se retrouvent dans le bassin de sédimentation. Lors de la construction de la troisième série de l'électrolyse, l'eau pompée était très chargée en matières en suspension. Donc, pendant cette période, la quantité de boues de sédimentation produite aurait augmenté pour revenir à la production actuelle de boues de sédimentation.

En plus de l'ajout d'une série à l'électrolyse, le stationnement de la zone d'expédition à la fonderie, mesurant 44 025 mètres carrés, a été asphalté en 1990 (Daoust, 2008). Ces deux travaux ont modifié la surface drainante de l'aluminerie. Un coefficient de ruissellement est habituellement associé à chacun des matériaux. Le coefficient de ruissellement se définit comme « la fraction de pluie qui ruisselle sur une surface donnée » (Brière, 2000). Par exemple, l'asphalte ou les toitures ont un coefficient de ruissellement entre 0,70 et 0,95 tandis qu'un sol gazonné ou sablonneux a un coefficient de ruissellement entre 0,05 et 0,10. Comme le coefficient de ruissellement de l'asphalte est plus élevé que celui du sol, il y a moins d'eau qui pénètre dans l'asphalte que dans le sol (Brière, 2000). Ainsi, sur une surface asphaltée, il y a plus d'eau qui se rend aux tuyaux de drainage qui parcourent le site de l'aluminerie et amènent l'eau au bassin de sédimentation. Parallèlement, le sol possède une capacité d'absorption de l'eau et de ces composantes qui sont en suspension ou dissoutes dans l'eau. Selon la granulométrie du sol, l'eau sera plus ou moins retenue dans le sol : il s'agit du principe de perméabilité du sol.

Le toit de la troisième série agit également comme surface imperméable. Le toit permet à l'eau de retomber sur le sol ou sur le chemin asphalté. L'eau retombe toute au même endroit et la capacité d'absorption du sol est diminuée, car le sol est noyé. Tous les interstices et sites pouvant servir à l'absorption d'eau dans le sol sont déjà saturés en eau. Ainsi, il y a une augmentation d'eau qui se rend au système de drainage de l'aluminerie et qui est entraînée au bassin de sédimentation.

La troisième série et le stationnement de l'aire de l'expédition de la fonderie totalisent 77 878,29 mètres carrés soit 11 % de la surface totale de l'aluminerie (Saint-Jacques, 1990). Lors de l'étude du rapport technique du drainage du site de l'aluminerie de Bécancour, le coefficient de ruissellement avait été établi à 0,64. Le volume du bassin de sédimentation de 20 000 mètres cubes avait été obtenu par une estimation du produit de l'aire du site de l'aluminerie, des précipitations et du coefficient de ruissellement (Anonyme, 1984). L'équation 2,1 montre cette relation. Suite aux modifications de la surface du site de l'aluminerie le coefficient de ruissellement a légèrement augmenté au dessus de 0,64. Auparavant, les surfaces étaient en pierre concassée et en gazon et elles avaient un coefficient de ruissellement entre 0,05 et 0,10. Actuellement, elles sont en béton bitumineux et elles ont un coefficient de ruissellement entre 0,70 et 0,95 (Saint-Jacques, 1990). En tenant compte de la proportion de la surface des aires de la troisième série et du stationnement de la

fonderie sur l'aire de l'aluminerie, le coefficient de ruissellement global de l'aluminerie a augmenté à 0,72. Si le coefficient de ruissellement augmente, le volume nécessaire pour recueillir une même pluie devra être plus grand. En effet, le volume du bassin de sédimentation devrait pouvoir contenir 22 500 mètres cubes d'eau. Ces modifications peuvent expliquer le fonctionnement fréquent des pompes d'orage. Ces pompes fonctionnent plusieurs fois par année tandis que le bassin avait été construit pour que ces pompes fonctionnent une fois par cinq ans pour des pluies de deux heures (Anonyme, 1984).

Par conséquent, l'ajout d'une troisième série et l'asphaltage du stationnement de l'expédition ont entraîné l'augmentation de la quantité d'eau à traiter par le bassin de sédimentation de l'aluminerie.

2.2.2 Temps de séjour de l'eau

D'autre part, il a été constaté, avec les mesures prises fréquemment par un logiciel, que la vitesse des pompes de décantation oscillait entre 36 et 40 litres par seconde (Daoust, 2008). La vitesse théorique nominale des pompes était de 45 litres par secondes dans le document de Lavalin (Anonyme, 1984). La vitesse des pompes de décantation influence le temps de séjour de l'eau dans le bassin. Comme le volume minimum du bassin de sédimentation est de 0,5 mètre, il a été émis comme hypothèse que le temps pour vider le volume d'eau à 0,5 mètre serait le temps minimum de séjour de l'eau dans le bassin de sédimentation. Les calculs pour le volume d'eau dans le bassin selon la hauteur d'eau se trouvent à l'annexe 1. Le volume d'eau du bassin de sédimentation à 0,5 mètre de hauteur est de 2110 mètres cubes (Capistran, 2008). Le temps de séjour de l'eau dans le bassin de sédimentation est de six heures en soustrayant le volume du bassin par celui occupé par les boues de sédimentation. Le temps de sédimentation du bassin est calculé en fonction d'un débit moyen de 38 litres par seconde. Cette hypothèse sera retenue tout au long du travail. Cependant, en supposant l'absence des boues de sédimentation dans le bassin, le temps de séjour est de 15 heures (Capistran, 2008). Le volume des boues diminue la hauteur disponible pour la sédimentation et, par conséquent, le temps de sédimentation.

Selon les résultats d'analyses granulométriques par microtrac effectuées par le COREM, les matières en suspension qui se retrouvent dans l'eau entrant dans le bassin de sédimentation ont un diamètre moyen d'environ 20 micromètres. Les résultats d'analyses se retrouvent à l'annexe 2, ils montrent la courbe de distribution de

la taille des particules des matières en suspension qui se situent entre 1,375 et 62,23 micromètres de diamètre. La taille de 20 micromètres a été choisie comme moyenne à la suite de l'analyse des graphiques de distribution. L'échantillon analysé par le COREM avait une concentration de 23,4 milligrammes par litre de matières en suspension. Les particules de sable fin et d'argile ont une densité de 2650 kilogrammes par mètre cube et l'eau a approximativement une densité de 1000 kilogrammes par mètre cube (Musy et Soutter, 1991). La viscosité de l'eau dépend de sa température, en supposant que la température de l'eau est de cinq degrés Celsius, sa viscosité est de 0,0015 mètre carré par seconde (Beaudry, 1984). En calculant la constante K selon l'équation 2,2 et en mettant les constantes trouvées pour les grains de sable fin, la valeur de la constante K obtenue permet de déterminer que l'équation de Stokes est valide pour calculer la vitesse limite de chute. Les calculs se retrouvent à l'annexe 3 et ils montrent la démarche pour obtenir la valeur de la constante K. Avec l'équation de Stokes, il est possible de calculer la valeur de la vitesse limite de chute pour une particule de 20 micromètres. En divisant la vitesse limite de chute par la hauteur de 0,5 mètre, le temps de séjour théorique minimal obtenu est de 0,6 heure, soit 36 minutes. Comme le temps de séjour réel de l'eau dans le bassin de sédimentation est de 6 heures, les particules de 20 micromètres de diamètre ont le temps de décanter.

Cependant, il faut tenir compte des particules de plus petits diamètres. En effet, les particules de plus petite taille ont un temps de sédimentation plus élevé. Par exemple, les particules de dix micromètres de diamètres décanteront en 2,4 heures tandis que les particules de 1,5 micromètre de diamètre prennent plus de 57 heures pour décanter. Le tableau à l'annexe 4 montre la relation entre la taille des particules et le temps de sédimentation : plus les particules sont petites, plus le temps de décantation est élevé. En effet, les particules de plus petite taille ont un poids plus faible que celles plus grandes comme le montre le graphique de l'annexe 5. Il est important de cibler le temps de sédimentation pour les particules de 1,5 micromètre, car il s'agit de la taille limite de quantification des particules établies par le Centre d' Expertise en Analyse Environnementale du Québec (CEAEQ, 2008). En dessous de cette grosseur, les particules ne sont pas considérées dans le calcul de la concentration des matières en suspension. Selon le graphique de distribution des matières en suspension de la granulométrie et selon la courbe du temps de sédimentation en fonction de la taille des particules, 12 % des particules prennent plus de six heures avant de sédimenter et 2,5 %, plus de 15 heures (COREM, 2008). Cependant, les particules qui ne sont pas retenues par le bassin de sédimentation, 12 % des particules, totalisent 0,04 % de la

masse de toutes les particules de l'échantillon. Ainsi, la concentration en matières en suspension de l'émissaire est peu influencée par les particules de petite taille, car elles influencent peu le poids de l'échantillon analysé. La norme de rejet est établie à partir du poids des matières en suspension dans un volume constant d'eau (CEAEQ, 2008).

Présentement, le bassin de sédimentation permet la décantation de la majorité des matières en suspension qui se retrouvent dans le bassin de sédimentation. En 22 années de fonctionnement, le bassin a accumulé un volume de 1261 mètres cubes de boues de sédimentation. La teneur de boues, en solide, est de 16 % (Capistran, 2008). En augmentant la quantité d'eau qui est décantée par le bassin de sédimentation et en ayant un temps de séjour plus élevé de l'eau dans le bassin, la majorité des matières en suspension décantera pour former les boues de sédimentation.

Les travaux de l'aluminerie ont modifié la quantité d'eau à décanter et de boues produites. La qualité de l'eau et des boues aura été temporairement modifiée pendant les travaux. Le bassin de sédimentation de l'aluminerie accueille une quantité d'eau plus importante que celle prévue avant son implantation ce qui s'explique par le fonctionnement plus fréquent des pompes d'orage. En effet, ces pompes fonctionnent plus souvent, car les pompes de décantation ne peuvent évacuer toute l'eau décantée lors de pluies importantes.

2.3 Performance environnementale actuelle de sédimentation

Le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs a fait la demande à l'aluminerie d'installer un système de collecte et de drainage des eaux de ruissellement. Le bassin de sédimentation permet de traiter l'eau et de diminuer la quantité de contaminants qui pourrait être rejetée dans le fleuve Saint-Laurent. Le bassin de sédimentation est un procédé de traitement de l'eau et il a été mis en place pour satisfaire des exigences environnementales sur les rejets d'eaux usées et de collecter les eaux de ruissellement de l'aluminerie (MDDEP, 2007).

2.3.1 Qualité de l'eau à l'émissaire

Des analyses sont faites régulièrement sur l'eau à l'émissaire pour déterminer la qualité de l'eau qui est rejetée dans le fleuve Saint-Laurent. Ces analyses permettront de déterminer la qualité de l'eau qui est rejetée par le bassin de sédimentation et de voir si cette eau respecte les conditions d'opération de l'attestation d'assainissement.

La partie 2 de l'attestation d'assainissement, Eaux usées, traite des conditions à respecter pour les rejets d'eaux usées (MDDEP, 2007).

L'attestation d'assainissement a été délivrée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) en 2007, elle fait office de loi. Les différentes normes de rejets qui se retrouvent dans l'attestation d'assainissement sont établies pour être appliquées selon la *Loi sur la qualité de l'environnement*. L'attestation d'assainissement établit les normes de rejets, les exigences de suivi et les exigences d'opération et de mesures de contrôle des équipements (MDDEP, 2007). Les analyses, leurs fréquences et le type d'échantillon sont déterminés dans les tableaux de l'attestation d'assainissement de l'aluminerie. Plusieurs paramètres sont analysés pour déterminer la qualité de l'eau de l'émissaire dont les matières en suspension, l'aluminium, les fluorures, la demande chimique en oxygène, les hydrocarbures de chaînes carbonées entre 10 et 50 unités (C₁₀-C₅₀), les hydrocarbures aromatiques polycycliques, le cadmium, le cuivre, le nickel, le plomb, le zinc ainsi que la toxicité aiguë et chronique (MDDEP, 2007). Ces paramètres permettent de caractériser l'eau à l'émissaire. Certains paramètres sont mesurés fréquemment et des normes de rejets réglementent leur concentration dans l'eau. Cependant, certains paramètres sont mesurés pour permettre une analyse qualitative, mais ils ne sont pas normés.

Selon la fréquence d'échantillonnage de l'eau et les paramètres, des résultats d'analyse sont disponibles à toutes les semaines. Des rapports d'analyse et de qualités de l'eau sont envoyés au MDDEP tous les mois pour assurer un suivi (Daoust, 2008). Parmi les paramètres, ceux normés sont contrôlés plus fréquemment, car ils sont plus susceptibles de se retrouver dans les eaux usées. Les matières en suspension, l'aluminium, les fluorures et les C₁₀-C₅₀ sont les paramètres normés (MDDEP, 2007). Les résultats des analyses de ces paramètres montrent que leur concentration dans l'eau se retrouve habituellement sous la valeur de la norme de l'attestation d'assainissement. La norme des matières en suspension est établie en fixant la concentration limite de matières en suspension qu'il peut y avoir dans les rejets d'eaux usées. En effet, la concentration moyenne quotidienne des analyses pour les mois de juin, juillet et août 2007 se situe autour de 6,8 milligrammes par litre tandis que la norme est de 30 milligrammes par litre (Gauthier, 2008). Environ 12 % des particules sont trop petites pour décanter dans le bassin de sédimentation (section 2.2.2). Si l'eau qui entre dans le bassin de sédimentation a une concentration plus élevée que 200 milligrammes de matières en suspension par litre d'eau, la norme de 30 milligrammes

par litre fixée par le ministère pourrait être dépassée à l'émissaire si la granulométrie était la même que celle mesurée lorsque l'échantillon d'eau était à 23.4 ppm.

La norme de C₁₀-C₅₀ est également établie en fonction de la concentration du contaminant dans l'eau. Selon les résultats des analyses des mois de juin, juillet et août 2007, la concentration de C₁₀-C₅₀ dans les rejets d'eaux usées se situe sous la norme écrite dans l'attestation d'assainissement de quatre milligrammes par litre (Gauthier, 2008).

Les normes pour l'aluminium et les fluorures sont fixées selon la quantité de rejets de ces contaminants par jour. Ces normes dépendent de la quantité d'eau rejetée et de la concentration des contaminants dans l'eau. La norme de rejets pour l'aluminium dans l'eau est établie à 1800 kilogrammes par an, 19,7 kilogrammes par jour, et celle des fluorures, à 9000 kilogrammes par an, 98,6 kilogrammes par jour. En 2007, la quantité de fluorures qui a été rejetée était de 4534 kilogrammes et celle d'aluminium de 467 kilogrammes (Gauthier, 2008).

Selon les résultats d'analyses qui ont été consultés, la qualité de l'eau à l'émissaire du bassin de sédimentation est stable et elle correspond aux critères établis par le MDDEP dans l'attestation d'assainissement de l'aluminerie. En effet, les concentrations en contaminants des rejets d'eaux se maintiennent sous celles fixées comme norme par le MDDEP. En supposant que les normes de rejets fixées par le MDDEP permettent le rejet d'une eau de qualité acceptable, il est possible de conclure que l'eau rejetée par l'émissaire du bassin de sédimentation est de qualité adéquate.

2.3.2 Impact sur le milieu récepteur

Le développement économique et la mise en fonction d'usine et de nouveau procédé entraînent la modification de l'environnement que ce soit l'eau, l'air ou le sol. L'ensemble de ces modifications de l'environnement est défini comme étant les impacts environnementaux d'un projet. Le bassin de sédimentation a été construit pour limiter les impacts des rejets aqueux sur le milieu environnant de l'aluminerie (Anonyme, 1984). Malgré l'utilisation du bassin de sédimentation, les rejets d'eaux usées de l'aluminerie influencent le milieu récepteur, le fleuve Saint-Laurent.

La qualité de l'eau rejetée a été qualifiée d'acceptable, car elle respecte les normes établies par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Cependant, même si l'eau est de qualité satisfaisante, elle peut avoir un impact sur le milieu récepteur, car elle vient le modifier. Les rejets d'eaux usées provenant du bassin de sédimentation sont envoyés dans le fleuve Saint-Laurent. Il est important de définir le rôle de l'eau et de bien déterminer les différences entre les caractéristiques de l'eau rejetée et celle du fleuve Saint-Laurent.

L'eau est essentielle au développement des organismes. En effet, le métabolisme des êtres vivants a besoin d'eau pour fabriquer de l'énergie. De plus, les êtres vivants utilisent l'eau pour absorber les métabolites essentiels à leur fonctionnement. L'accès à l'eau potable est indispensable à une bonne qualité de vie : 97 % de la population québécoise est desservie par le bassin versant du fleuve Saint-Laurent (Hébert, 2005). De plus, l'eau sert à fabriquer de l'hydroélectricité et à plusieurs activités récréatives comme la baignade et la pêche. Les eaux douces naturelles se séparent en eaux souterraines et en eaux de surface. Les eaux souterraines répondent habituellement aux critères de qualité de l'eau potable (Rovel, 2005). En effet, les eaux souterraines sont moins influencées par la pollution, car l'eau souterraine a été filtrée préalablement par le sol. Cependant, l'eau de surface est directement influencée par la pollution et les déversements accidentels. Les réservoirs d'eaux de surface et les rivières sont alimentés par le ruissellement des eaux et les précipitations. Le ruissellement des eaux apporte des nutriments, mais également des contaminants dans les réservoirs d'eaux de surface (Rovel, 2005).

Le fleuve Saint-Laurent est essentiel à la vie et à l'économie du Québec. En effet, il n'y a pas que l'aluminerie qui rejette ses effluents dans le Saint-Laurent, les municipalités et les industries déchargent également leurs eaux usées dans le fleuve Saint-Laurent. Le fleuve Saint-Laurent doit supporter plus de 600 stations municipales de traitement des eaux usées (Hébert, 2005). Donc, l'eau du fleuve Saint-Laurent est très influencée par les activités humaines qui se retrouvent sur ses berges. Une étude a démontré que la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent était bonne en amont de la station d'épuration de la ville de Montréal, mais, en aval, la qualité de l'eau se détériorait (Hébert, 2005). L'indice de qualité bactériologique qui a été mesuré tient compte de la concentration de phosphore total, de coliformes fécaux, de matières en suspension, de la turbidité, d'azote ammoniacal, de nitrites et nitrates, de chlorophylle α totale et du pH (Hébert, 2005). Le tableau 2.2 montre la qualité de l'eau dans différentes villes selon les différents paramètres.

Tableau 2.2 : Qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent en 2000-2001 (Hébert, 2005)

	Boucherville centre	Bécancour centre	Québec centre
Phosphore total (mg/L)	0,011	0,021	0,017
MES (mg/L)	3	8	9
Coliformes fécaux (UFC/100 mL)	162	1363	296
Turbidité UNT	1,5	4,3	3,4
Azote ammoniacal (mg/L)	0,02	0,03	0,02
Nitrites – nitrates (mg/L)	0,26	0,27	0,28
chlorophylle a totale (mg/m ³)	1,22	2,02	1,51
pH	8,2	8,1	8

Les valeurs dans ce tableau indiquent la moyenne obtenue de plusieurs analyses. Elles permettent de caractériser la qualité de l'eau du fleuve à la hauteur des différentes villes et de faire la comparaison entre l'eau rejetée par les industries et les municipalités et l'eau du fleuve Saint-Laurent. L'aluminerie de Bécancour a l'obligation d'analyser les matières en suspension dans ses rejets d'eaux (MDDEP, 2007). Cependant, il n'est pas nécessaire d'analyser les autres paramètres, car les eaux usées de l'aluminerie ne sont pas en contact avec des eaux sanitaires, mais elles peuvent être en contact avec des huiles et graisses, provenant de l'eau de la fonderie, avant leur rejet dans l'émissaire. La dégradation de la matière organique provoque l'activité bactériologique et l'augmentation de la concentration des autres paramètres énumérés au tableau 2.2. La concentration quotidienne moyenne en matières en suspension dans les rejets d'eaux usées de l'aluminerie se situe autour de 6,8 mg/L (Daoust, 2008). Cette valeur correspond à la concentration qui est retrouvée dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Bécancour (Hébert, 2005).

Afin de connaître les impacts de rejet d'une eau chargée en matières en suspension, il faut déterminer le rôle des matières en suspension dans l'eau et leur mécanisme de contamination. Les matières en suspension se caractérisent comme un mélange de sable, d'argile, de limon et de débris de matières organiques (Chevalier, 2005). Les matières en suspension du bassin de sédimentation peuvent en contenir, en plus du mélange des matières précédentes, des hydrocarbures, des oxydes d'aluminium, des fluorures et divers oxydes de métaux. Les matières en suspension influencent la demande chimique en oxygène. En effet, la demande chimique en oxygène se mesure en calculant la concentration d'oxygène nécessaire pour oxyder toute la matière présente dans l'eau (Chevalier, 2005). Lorsque la demande chimique en oxygène augmente, il reste moins d'oxygène disponible pour la vie aquatique, la croissance et la reproduction des organismes qui se retrouvent affectées dans le panache de contamination. Les matières en suspension, étant composées de matières organiques

et de métaux, peuvent s'oxyder, consommer de l'oxygène, et diminuer la quantité d'oxygène disponible pour la faune et la flore. Pour éviter d'être nocive à la vie aquatique, la concentration de matières en suspension dans un effluent devrait être inférieure à dix milligrammes par litre (Bertrand, 2001).

Le BAPE (Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement) du Québec a participé à deux études de projet dans le domaine de l'aluminium : Projet de construction d'une usine d'électrolyse à Alma par Alcan Aluminium, Ltée et Projet d'une usine de calcination de coke et d'unité de valorisation d'énergie à Beauport par Alcan Aluminium Ltée. Ces études permettent de comparer les impacts de ces industries sur le milieu environnant.

Le projet de l'usine d'électrolyse à Alma a été étudié pour une aluminerie d'une capacité de production de 370 000 tonnes par an (Harvey, 1997). Les eaux usées de ce projet seraient rejetées dans la rivière la Petite Décharge qui a un débit de 98,8 mètres cubes par seconde. Le fleuve Saint-Laurent qui sert de milieu récepteur aux rejets de l'aluminerie de Bécancour a un débit entre 10 350 et 12 350 mètres cubes par seconde (Hébert, 2005). Ainsi, le fleuve Saint-Laurent a une meilleure capacité de dilution des contaminants que la rivière la Petite Décharge. L'étude a soulevé que les concentrations des rejets prévus en aluminium étaient plus élevées que celles des objectifs de rejets pour la rivière. Il a été supposé que les rejets seraient entre 0,5 et 2,2 milligrammes d'aluminium par litre d'eau et que les objectifs de rejets étaient de 0,88 milligramme d'aluminium par litre d'eau (Harvey, 1997). Cependant, l'aluminium n'est pas présent sous sa forme toxique dans les eaux naturelles à pH entre 6,5 et 9. L'aluminium se présente sous forme d'oxyde ou hydroxyde stable, non soluble. L'aluminium sous cette forme est peu assimilable par le corps humain (Santé Canada, 2008). La concentration dangereuse d'aluminium dans l'eau de consommation n'est pas connue, mais une concentration de 200 microgrammes d'aluminium par litre d'eau est recommandée comme limite pour l'eau potable (Santé Canada, 2008). En considérant les rejets d'eaux usées et leur concentration en aluminium, la concentration du contaminant est très faible par rapport au débit et la capacité de dilution du fleuve.

Afin de limiter les impacts ponctuels au point de rejet, l'aluminerie a installé un diffuseur qui débouche dans le fleuve à 2,6 mètres de profondeur (Bérubé, 1990). Le diffuseur est composé de quatre perforations à son extrémité. Ces perforations sont distancées d'un mètre. L'eau s'écoule à une vitesse de cinq mètres par seconde

(Bérubé, 1990). Ce diffuseur permet d'éviter un choc toxique lors des rejets des contaminants dans le fleuve. De plus, il assure une diffusion des rejets d'eaux usées afin répartir la charge des contaminants sur une plus grande surface. Ainsi, les impacts aux points de rejets sont limités.

L'étude sur l'usine de calcination de coke d'Alcan et d'unité de valorisation énergétique à Beauport a mis en avant les problèmes reliés à la consommation d'eau. En effet, en augmentant le débit de l'aqueduc et la demande de consommation d'eau, il faut prévoir une diminution de la source d'eau en période de sécheresse (Harvey, 2000). Cependant, l'aluminerie de Bécancour prend son eau dans le fleuve Saint-Laurent ou dans le système d'aqueduc de la ville de Bécancour qui est conçu pour répondre à la demande du parc industriel et portuaire de Bécancour. Le fleuve Saint-Laurent possède un débit et un bassin versant permettant d'alimenter les usines en eau.

Les normes de rejets de l'attestation d'assainissement ont été établies à partir des normes du certificat d'autorisation émis en 2001 (Daoust, 2008). Cependant, les normes de rejets des établissements sont fréquemment établies en calculant les objectifs environnementaux de rejet. Les objectifs environnementaux de rejet tiennent compte du débit de l'effluent, de sa capacité de dilution, de sa charge actuelle pour un contaminant donné, des critères de qualité des eaux de surface et des technologies disponibles (Cloutier, 2007). En effet, les normes sont établies en considérant les rejets de l'aluminerie, des technologies à sa disposition, de la qualité de l'eau et du débit du fleuve Saint-Laurent. En respectant la norme établie par le ministère, les rejets aqueux de l'aluminerie ne devraient pas avoir d'impacts sur le fleuve Saint-Laurent, sa faune et sa flore.

En regardant les valeurs des analyses d'eau et en comparant avec les normes et les différentes études d'impact, l'aluminerie ne devrait pas affecter le milieu récepteur de ses rejets d'eaux usées : le fleuve Saint-Laurent. Afin de confirmer que les rejets ne sont pas toxiques, deux analyses de toxicité aiguë et une analyse de toxicité chronique sont faites sur les effluents de l'aluminerie (Gauthier, 2008). Ces résultats montrent que les rejets d'eaux de l'aluminerie n'affectent pas la vie aquatique. Cependant, l'aluminerie fait partie d'un parc industriel et la somme des impacts des industries pourrait modifier le milieu récepteur et le rendre plus sensible. Par conséquent, le bassin de sédimentation permet de contrôler les rejets de contaminants et de limiter les impacts.

2.3.3 Boues de sédimentation

Lors de la décantation des matières en suspension dans le bassin de sédimentation, des boues s'accumulent dans le fond du bassin. Ces boues sont composées à 16 % de matières solides (Capistran, 2008). Les analyses effectuées sur ces boues ont montré qu'elles contenaient plusieurs métaux à diverses concentrations, dont une concentration anormale de molybdène (Capistran, 2008). La clarification de l'eau, en accumulant les boues de sédimentation, est la principale fonction du bassin de sédimentation. Cependant, les boues accumulées peuvent en réduire l'efficacité et réduire sa capacité de clarifier les rejets d'eaux usées.

En effet, il a été démontré que les boues accumulées diminuaient le temps disponible pour la sédimentation des particules, car la hauteur disponible pour la sédimentation est diminuée (section 2.2.2). En réduisant le temps que les particules ont pour sédimenter, il est plus probable que les matières en suspension de plus petite taille ne pourront décanter. Ainsi, la qualité de l'eau qui est rejetée dans l'émissaire sera affectée et plus chargée en matières en suspension. Il est recommandé de vider le bassin de sédimentation de ses boues, lorsqu'elles occupent plus de 10 % du volume fonctionnel du bassin de sédimentation (MAMR, 2006). Ainsi, l'efficacité du bassin et le temps de sédimentation ne seraient pas affectés par l'accumulation des boues de sédimentation. Une analyse des boues de sédimentation a été faite en juillet 2008. Le groupe d'experts a rapporté que les boues du bassin occupaient plus de 28 % du volume opérationnel du bassin (Capistran, 2008).

Selon le ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR), le niveau des boues devrait être mesuré tous les trois ans (MAMR, 2006). Ainsi, le volume des boues pourra être indiqué plus fréquemment, car, lorsque le pourcentage de boues atteint 15 % du volume utile du bassin de sédimentation, le temps de sédimentation est affecté (Capistran, 2008). Au cours de sa mise en fonction, le bassin de sédimentation avait accumulé 1261 mètres cubes de boues en date du 22 juillet 2008 (Capistran, 2008). En s'assurant que le volume des boues ne dépasse pas 15 % du volume utile, la majorité des particules décantera pour permettre le rejet d'une eau clarifiée. En effet, le temps de sédimentation des particules passe de six heures à 15 heures en tenant compte du volume occupé par les boues. Compte tenu du temps de sédimentation de 15 heures, 3 % des particules n'ont pas le temps de décanter dans le bassin de sédimentation au lieu de 12 % dans la situation actuelle. Ces particules représentent 0,004 % de la masse des particules de l'échantillon d'entrée. Ainsi, en réduisant le

pourcentage des boues à 15 %, plus de particules sont retenues dans le bassin de sédimentation. Cependant, la différence de concentration en matières en suspension à l'émissaire ne sera très peu affectée, car la différence de poids des échantillons ne sera que de 0,036 %. Ce pourcentage représente 0,36 µg/L et la norme de rejet est de 30 mg/L.

Les boues du bassin de sédimentation présentent une haute concentration de molybdène ce qui classe les boues dans la catégorie de boues au-dessus du critère C2. De plus, certains autres métaux dépassent les critères de boues C1, dont l'arsenic, le cadmium, le nickel et le zinc (Capistran, 2008). Ainsi, il est plus difficile de valoriser les boues de sédimentation, car il faudrait les décontaminer. De plus, il faudrait augmenter la siccité des boues, proportion de matières solides dans les boues, pour les valoriser. En effet, les boues doivent avoir une siccité de 15 % pour être valorisées comme matières fertilisantes. Cependant, il est conseillé d'avoir des boues d'une siccité de plus 25 % pour faire du compostage et pour éviter la lixiviation des contaminants lors de l'épandage des boues (Hébert, 2004).

Dans le cas présent, les boues devront être séchées pour ensuite être décontaminées ou enfouies dans un site d'enfouissement qui accepte les boues contaminées au-dessus du critère C2. Les critères de valorisation des matières résiduelles fertilisantes dépendent de la siccité des boues et de leur caractérisation chimique, pathologique et olfactive (Hébert, 2004). Plusieurs établissements acceptent les boues industrielles pour permettre leur valorisation (Recyc-Québec, 2007).

2.4 Source d'eau

L'eau alimentant le bassin de sédimentation provient de deux sources en particulier : l'eau de pluie et l'eau des procédés. Ces sources ont des caractéristiques différentes et des débits différents. Elles influencent le fonctionnement du bassin de sédimentation.

2.4.1 Eau de pluie

L'eau de pluie a des caractéristiques différentes de l'eau de surface et de l'eau souterraine. Une idée très répandue sur l'eau de pluie est son acidité. En effet, les gaz émis dans l'atmosphère peuvent réagir avec les particules d'eau en suspension pour former des acides. Habituellement, les précipitations ont un pH entre 5,6 et 8 : une

pluie acide a un pH inférieur à 5,3 (Environnement Canada, 2005). Lorsque le pH diminue, l'acidité des précipitations augmente. Par exemple, l'acidification de l'eau du bassin de sédimentation permettrait de solubiliser les sels d'aluminium qui se retrouvent dans les rejets aqueux. L'eau de pluie a des caractéristiques très semblables à l'eau potable. En effet, elle a une très faible concentration de matières en suspension. De plus, l'eau de pluie a une dureté très basse, cette caractéristique est causée par la faible teneur en minéraux alcalins dissous dans l'eau (Anonyme, s.d.). Cependant, la qualité de l'eau de pluie peut être modifiée lors de son ruissellement ou de son accumulation dans divers bassins ou contenants.

Selon le site d'environnement Canada, il y a entre 750 et 1100 millimètres de précipitations qui tombent chaque année sur Trois-Rivières (environnement Canada, 2004). Ainsi chaque année, il y aurait plus de 700 000 mètres cubes d'eau de pluie et de neige qui serait traitée par le bassin de sédimentation. L'inconvénient des précipitations, c'est qu'elles constituent un débit ponctuel d'apport en eau dans le bassin. En effet, les pluies peuvent être violentes et acheminer une importante quantité d'eau au bassin de sédimentation notamment lors de la fonte des neiges. En ruisselant sur le terrain de l'aluminerie, la pluie entraîne les huiles et graisses et les particules légères qui se retrouvent sur le terrain de l'aluminerie (Mercier, 2008). Les déversements et les fuites accidentelles de produits chimiques comme les huiles ou l'alumine peuvent influencer la qualité de l'eau retrouvée dans le bassin de sédimentation.

Lors d'une pluie violente, le bassin de sédimentation se remplit une première fois et le surplus d'eau, acheminé au bassin d'alimentation, est vidé par les pompes d'orage. Ainsi, les contaminants acheminés au bassin lors d'un premier lavage du sol par la pluie demeurent dans le bassin de sédimentation.

2.4.2 Eau de procédés

En plus des eaux des précipitations, pluie et neige, les eaux de la fonderie alimentent le bassin de sédimentation. En effet, les eaux du centre de coulée de la fonderie sont acheminées vers un sédiflottateur pour séparer les huiles et graisses, hydrocarbures, de l'eau qui sera acheminée au bassin de sédimentation. Les huiles et graisses proviennent de la lubrification des moules qui servent à refroidir l'aluminium en fusion. Des analyses d'hydrocarbures et de chlore sont faites à la fonderie et à l'émissaire du

bassin de sédimentation afin de s'assurer qu'il n'y a pas de rejets d'hydrocarbures significatifs dans le fleuve (Tristancho, 2008).

Le débit de purge des eaux de la fonderie est d'environ 100 mètres cubes par jour soit 1,2 litre par seconde. Cependant, la norme de débit de la fonderie était de 250 mètres cubes par jour ou 2,9 litres par seconde (Daoust, 2008). Le débit des pompes de décantation est d'environ 40 litres par seconde, ce débit permet amplement de pomper l'eau acheminée par la fonderie. L'eau du système de refroidissement de la fonderie est traitée avec des algicides et des bactéricides pour éliminer les microorganismes qui se retrouveraient dans l'eau. L'eau du système de refroidissement est traitée avec des produits contenant du chlore et du brome et des analyses sont faites sur le système de traitement de l'eau pour connaître la valeur résiduelle de ces oxydants dans les rejets d'eau de la fonderie (Tristancho, 2008).

L'eau de la fonderie est en contact direct avec le procédé de la coulée de l'aluminium. Lors de l'entretien et de la réparation des équipements, des fuites d'huile peuvent survenir dans le système de refroidissement de l'eau et augmenter la charge d'huile et graisse à traiter par le sédiflottateur. Les fuites d'huile provenant d'équipements hydrauliques ou mécaniques peuvent également augmenter la charge d'huile à traiter (Tristancho, 2008). Par conséquent, les rejets d'eau de la fonderie, qui se dirigent vers le bassin de sédimentation, peuvent être contaminés par les huiles et graisses. Cependant, les huiles et graisses sont isolées dans le bassin d'alimentation, car elles restent en surface et ne passent pas à travers le clapet au fond du bassin pour aller dans le bassin de sédimentation. Elles sont capturées par le boudin qui est mis en place pour absorber les huiles et graisses qui se retrouvent dans le bassin d'alimentation (Daoust, 2008). Ainsi, les fuites d'huiles et graisses dans l'aluminerie ne devraient pas influencer la teneur en hydrocarbures des rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation.

Les tours de refroidissement, le centre de traitement des fumées, le système de refroidissement des compresseurs et le système de refroidissement des transformateurs utilisent également de l'eau, mais il n'y a pas de rejet d'eaux usées provenant de ces équipements, car l'eau est évaporée. De même que l'eau sanitaire qui est utilisée dans l'aluminerie pour la cafétéria, les vestiaires et toilettes, les salles de repos et le bâtiment administratif est rejetée dans le système d'égout appartenant à la ville. Ainsi, les eaux chargées en matières organiques ne sont pas acheminées vers le bassin de sédimentation.

Environ 10 % de l'eau traitée par le bassin de sédimentation proviendrait des rejets du sédiflottateur de la fonderie et 90 % de l'eau traitée serait de l'eau de pluie (Daoust, 2008). Par conséquent, l'eau de pluie qui ruisselle sur le sol et lave le terrain de l'aluminerie influence davantage les paramètres physico-chimiques des rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation que l'eau de la fonderie.

2.5 Variations de la qualité de l'eau en fonction des conditions météorologiques

Si les précipitations et la fonte des neiges influencent les caractéristiques de l'eau acheminée au bassin de sédimentation, les variations de température et des conditions météorologiques peuvent agir sur les teneurs en contaminants dans les rejets d'eaux, notamment sur les matières en suspension. La comparaison entre les pluies et la fonte des neiges permettra de déterminer si elles influencent la concentration de matières en suspension des rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation.

2.5.1 Conditions estivales

Entre la mi-avril et la mi-novembre, la température moyenne de la ville de Trois-Rivières est au-dessus du point de congélation. Par conséquent, les précipitations qui tombent sur le parc industriel et portuaire de Bécancour se retrouvent sous forme de pluie (Canada, 2004). Au cours de l'année, plusieurs variations météorologiques affectent le Québec, dont la fonte des neiges, les fortes précipitations ou la période de sécheresse estivale. Les précipitations et les périodes de sécheresse peuvent influencer le débit des rejets aqueux du bassin de sédimentation. En effet, en période de sécheresse, le niveau du bassin de sédimentation demeure bas, les pompes fonctionnent moins fréquemment et le débit des rejets aqueux est plus faible. Tandis que, lors des périodes de précipitations, le niveau du bassin de sédimentation est variable et les pompes de décantation et les pompes d'orage fonctionnent pour éviter le débordement du bassin (Anonyme, 1984).

Lors des précipitations, l'eau s'écoule sur le terrain de l'aluminerie et entraîne les poussières qui se retrouvent à la surface, sur le sol de l'aluminerie (Mercier, 2000). Le débit des précipitations influence la quantité d'eau qui est acheminée dans le bassin de sédimentation et le débit des rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation. Cependant, le débit des précipitations ne semble pas affecter la qualité de l'eau, la

concentration en matières en suspension, qui est rejetée à l'émissaire par le bassin de sédimentation.

Pour évaluer la correspondance entre la concentration en matières en suspension (MES) de l'émissaire et le débit des précipitations, les données de précipitations et de concentration en MES des quatre dernières années ont été recueillies. En effet, les données des précipitations quotidiennes de la ville de Trois-Rivières, années 2005 à 2008, ont été téléchargées du site d'Environnement Canada (Canada, 2004). Les données de concentration de MES ont été recueillies dans les documents mensuels soumis au ministère de l'Environnement du Québec dans les années 2005 à 2008.

Un graphique établissant le coefficient de corrélation a été fait pour évaluer la corrélation entre la concentration en MES des rejets des eaux usées à l'émissaire et le débit des précipitations (Canada, 2004). Le graphique se retrouve à l'annexe 6 et il établit la corrélation entre les différentes données. Le coefficient de corrélation de 0,0004 pour les années 2007 et 2008 et le coefficient de corrélation de 0,0165 pour les années 2005 et 2006 indiquent qu'il n'y aurait pas de lien entre le débit des précipitations et la concentration en MES à l'émissaire (Québec, 2008). Cependant, plusieurs données ou problématiques, qui compliquent l'évaluation du coefficient de corrélation, ont été mises de côté pour le calcul de ces facteurs de corrélation et elles peuvent influencer leur valeur. En effet, les mesures des précipitations ont été prises à Trois-Rivières et non à Bécancour. Les précipitations peuvent différer un peu entre les deux villes. En plus, l'intensité des pluies n'a pas été prise en compte, seulement la quantité d'eau déversée quotidiennement sur le terrain a été incluse dans les calculs. L'intensité peut influencer le nombre de particules qui sont entraînées dans le bassin. Finalement, la hauteur d'eau dans le bassin et la présence probable de courant d'eau préférentiel dans le bassin peuvent influencer la qualité de l'eau à l'émissaire (Mercier, 2008). Ainsi, les valeurs obtenues du coefficient de corrélation ne permettent pas de statuer sur la certitude d'une absence d'interdépendance entre les valeurs. Plusieurs autres facteurs influencent sans doute, très significativement, cette interdépendance. En effet, la valeur du coefficient de corrélation indique la dépendance entre les valeurs : des coefficients près de zéro indiquent que les valeurs ne sont pas interdépendantes (Québec, 2008). De plus, on peut observer que les concentrations en MES de l'émissaire se situent généralement sous les dix milligrammes par litre peu importe le débit des précipitations. Les valeurs nulles de la concentration en MES indiquent l'absence de prise de données ou une valeur sous la limite de détection de la méthode.

La qualité de l'effluent ne semble pas affectée par le débit des précipitations. Cependant, les précipitations peuvent influencer la qualité de l'eau qui entre dans le bassin de sédimentation et la quantité produite de boues peut en être affectée. Malheureusement, il est impossible de déterminer la production annuelle ou bisannuelle de boues, car aucune donnée n'est disponible sur la quantité de boues dans le bassin au cours des dernières années (Daoust, 2008).

2.5.2 Conditions hivernales

Au cours de l'hiver, mi-novembre à la mi-avril, les températures moyennes quotidiennes de Trois-Rivières se situent sous la température de congélation. En plus, d'importantes quantités de neige tombent sur le Québec chaque année (Canada, 2004). La neige entraîne les particules, qui se retrouvent dans l'atmosphère, sur le sol. Les particules restent emprisonnées dans la neige jusqu'à la fonte au printemps.

L'aluminerie détient l'autorisation pour utiliser le bassin de sédimentation comme lieu de dépôt à neige. En effet, les neiges qui s'accumulent sur le terrain de l'aluminerie sont déposées dans le bassin de sédimentation (MDDEP, 2007). Lorsque les neiges fondent au printemps, le dépôt à neige permet le relâchement des particules qui se trouvaient dans la neige. La fonte des neiges, directement dans le bassin de sédimentation, permet de recueillir les particules qui se trouvaient dans le dépôt à neige et limite leur infiltration dans le sol et leur rejet dans l'environnement (MDDEP, 2007). Les particules capturées par les précipitations de neige forment les matières en suspension dans le bassin de sédimentation une fois la neige fondue.

Afin de déterminer la relation entre la concentration en matières en suspension (MES) de l'émissaire et le débit des précipitations, les données de précipitations et de concentration en MES des quatre dernières années ont été recueillies. Les valeurs de précipitations des années 2005 à 2008 ont été recueillies sur le site d'Environnement Canada (Canada, 2004). Les données de concentration en MES ont été prises dans les rapports soumis au ministère de l'Environnement du Québec pour les années 2005 à 2008. Un graphique montrant le coefficient de corrélation, qui se retrouve à l'annexe 6, a été fait pour évaluer la relation entre la concentration en MES des rejets d'eaux usées de l'émissaire et le débit des précipitations de neige (Canada, 2004). Le coefficient de corrélation de 0,0012 pour les années de 2007 et 2008 et le coefficient de corrélation de 0,0012 pour les années 2005 et 2006 indiquent qu'il n'y aurait pas de

lien entre le débit des précipitations et la concentration en MES à l'émissaire (Québec, 2008). À cause des mêmes incertitudes que dans la section des conditions estivales, les valeurs des coefficients de corrélation obtenues pour les différents hivers ne permettent pas de statuer avec certitude d'une absence de dépendance entre les valeurs. D'autres facteurs d'incertitude influencent sans doute cette interdépendance. De plus, on peut observer sur le graphique que la majorité des rejets d'eaux usées à l'émissaire ont une concentration inférieure à huit milligrammes par litre, peu importe le débit des précipitations. Le tableau 2,3 indique la concentration en MES des rejets à l'émissaire pour la période de la mi-mars à la mi-avril, qui correspond à la fonte annuelle des neiges.

Tableau 2.3 : Concentration en MES de l'effluent à l'émissaire à la fonte des neiges

Date	Température °C	précipitations mm	MES mg/L
2005 3 21	-2,00	0,00	LDM
2005 3 29	2,20	0,00	LDM
2005 4 4	3,90	4,80	LDM
2005 4 11	1,80	0,00	7,4
2006 3 21	-1,20	2,40	5,2
2006 3 28	1,40	0,00	4,8
2006 4 3	4,20	0,00	6,4
2006 4 11	6,10	0,00	3,2
2007 3 19	-5,20	1,10	8,6
2007 3 26	1,70	5,30	6,0
2007 4 3	2,10	6,00	12,6
2007 4 10	0,50	0,00	9,4
2008 3 21	-7,20	0,00	12,8
2008 3 24	-12,30	0,00	3,8
2008 3 26	0,90	1,10	2,4
2008 3 28	-3,80	0,00	3,0
2008 3 31	-2,00	10,00	3,0
2008 4 2	-1,40	0,00	26,0
2008 4 4	-1,10	6,40	5,4
2008 4 7	4,30	0,00	4,4
2008 4 9	5,60	0,00	2,8
2008 4 11	2,30	0,00	4,0

La fonte des neiges est un moment critique dans l'année, car un débit important d'eau est acheminé au bassin de sédimentation. Ce tableau montre que la concentration en MES de l'effluent ne varie pas à la fonte des neiges. La majorité des valeurs sont semblables à celles retrouvées au cours de l'année.

La qualité de l'eau de l'effluent ne semble pas affectée par le débit des précipitations de neige ni par la fonte des neiges au printemps. Ainsi, le débit des précipitations et les

variations des conditions météorologiques ne semblent pas influencer la concentration en MES de l'effluent de l'émissaire.

2.5.3 Prévisions météorologiques à long terme

Plusieurs études scientifiques actuelles ont démontré que les changements climatiques affectaient toute la planète. Plusieurs phénomènes découlent des changements climatiques, dont le réchauffement de la planète, la fonte des glaciers et la variation du niveau des océans (Monnier, 2007a). Les variations de température et les variations des précipitations sont également des effets des changements climatiques.

Les climatologues prévoient une hausse globale des températures de la planète. De plus, les climatologues du Groupe d'Expert Intergouvernemental sur le Climat (GIEC) prévoient que l'Amérique du Nord deviendra plus pluvieuse en hiver (Monnier, 2007b). Les précipitations se feront plus abondantes et plus fréquentes en hiver, au cours des prochaines années. La fréquence des précipitations au cours de l'été ne changera pas, mais les pluies se feront plus intenses (Monnier, 2007b). Des études d'Environnement Canada ont démontré que la température nationale avait augmenté au cours des dernières années. Ces études ont également démontré que les dernières années ont été parmi les plus humides des 61 dernières années (Canada, 2008).

Ces études se traduisent par une augmentation des précipitations, pluie et neige, et augmentation de la température moyenne pour le Québec (Canada, 2008). Par conséquent, il y aura une augmentation de la quantité d'eau à traiter par le bassin de sédimentation. Le débit des pompes pourrait être modifié pour répondre à l'augmentation de la quantité d'eau à traiter afin d'éviter le débordement du bassin lors des précipitations de pluie plus intenses. Comme il a été démontré dans les deux sections précédentes, la quantité des précipitations n'influence pas la concentration en matières en suspension de l'effluent. Ainsi, selon les prévisions à moyen et long terme des changements climatiques, la quantité d'eau à traiter devrait changer, mais la qualité de l'effluent ne devrait pas dépendre des conditions météorologiques. Le bassin de sédimentation permettra le rejet d'une eau de qualité semblable à celle rejetée présentement.

3. VALIDATION DE LA SITUATION ACTUELLE

Suite à l'analyse de la situation actuelle, il est important de s'assurer de l'efficacité de sédimentation du bassin. Toutes les données accumulées dans le chapitre 2 permettront de déterminer le rendement actuel du bassin de sédimentation et de l'optimiser au besoin. En optimisant le fonctionnement du bassin de sédimentation, le bassin pourra décanter les matières en suspension et substituer l'eau dans les procédés de l'aluminerie. Les hauteurs de marnage seront utilisées pour changer le temps de sédimentation et le volume d'eau disponible dans le bassin afin de déterminer si ces paramètres influencent l'efficacité de décantation du bassin de sédimentation. La hauteur de marnage indique la différence de hauteur du bassin à laquelle les pompes de décantation démarrent et arrêtent (Mercier, 2008). Le marnage indique la différence entre les hauteurs auxquelles les pompes fonctionnent. Dans le cas présent, la plage de marnage est de 0,5 mètre à un mètre, car les pompes démarrent à un mètre et arrêtent de fonctionner à 0,5 mètre (Anonyme, 1984).

En modifiant la hauteur maximale de marnage, le volume disponible pour recueillir l'eau de pluie, c'est-à-dire le volume tampon, sera modifié. En augmentant la limite maximale de marnage de un mètre à deux ou trois mètres, le volume tampon diminuera et il ne pourra pas recevoir autant d'eau des précipitations. Parallèlement, le marnage modifie le volume d'eau qui demeure dans le bassin afin d'être réintroduit dans les procédés de l'aluminerie (Mercier, 2008). La hauteur de marnage actuelle de 0,5 à un mètre permet de garder 2110 mètres cubes d'eau qui assure la décantation des particules et la protection contre le gel et dégel de l'eau. En changeant la hauteur de marnage de 0,5 à deux mètres, 9517 mètres cubes d'eau seraient disponibles pour être réintroduits dans les procédés de l'aluminerie et permettre une décantation des particules (Beaudry, 1984).

3.1 Rendement du bassin de sédimentation avec les hauteurs de marnage actuelles

Le bassin de sédimentation a un volume utile de 20 000 mètres cubes, ce qui correspond au volume d'eau compris entre le marnage de 0,5 mètre et de quatre mètres (Brodeur et al., 1986b). Les principales tâches du bassin de sédimentation sont de recueillir les eaux de ruissellement lors des pluies et les rejets d'eaux usées industrielles de l'aluminerie afin de permettre de décanter les matières qui se

retrouvent en suspension dans l'eau. Il s'agit d'une épuration des eaux usées de l'aluminerie (Anonyme, 1984).

Il a été calculé que le temps de séjour de l'eau dans le bassin de sédimentation était de six heures pour un volume d'eau de 850 mètres cubes ce qui correspond à une hauteur d'eau de 0,5 mètre lorsque les boues de sédimentation occupent 60 % de ce volume (Capistran, 2008). En absence de boue, il a été calculé que l'eau séjournerait environ 15 heures dans le bassin de sédimentation pour un volume de 2110 mètres cubes. Les boues de sédimentation diminuent la hauteur et, par conséquent, le volume d'eau disponible pour la sédimentation des matières en suspension.

Les analyses granulométriques par microtrac, effectuées par le COREM, ont démontré que les matières en suspension avaient, en général, une taille moyenne de 20 micromètres. L'échantillon qui a servi pour obtenir ce résultat a été pris à l'entrée du bassin de sédimentation, il avait une concentration de 23 mg/L de matières en suspension (Gauthier, 2008). Le temps théorique de sédimentation, pour une particule de 20 micromètres dans un bassin d'une hauteur de 0,5 mètre, a été évalué à 36 minutes. Cependant, plus les particules sont petites, plus leur temps de sédimentation est long (Québec, 2008). Ainsi, une partie des matières en suspension ne peuvent pas décanter dans le bassin de sédimentation. En effet, il a été déduit que les particules plus petites que six micromètres ne peuvent pas décanter présentement dans le bassin à cause de la présence des boues de sédimentation. D'ailleurs, le graphique présent à l'annexe 7, temps de sédimentation en fonction des diamètres des particules, démontre que les particules de quatre micromètres de diamètre ou moins n'ont pas le temps de décanter, peu importe la hauteur d'eau dans le bassin. Les particules de quatre micromètres ou moins, qui ne sont pas retenues par le bassin de sédimentation, correspondent à un total de 0,04 % de la masse des matières en suspension qui est entrée dans le bassin de sédimentation. Si la concentration de matières en suspension entrant dans le bassin était de 23 mg/L, la concentration à l'émissaire en matières en suspension serait de 0,0092 mg/L (Gauthier, 2008). La norme de rejet établie par le ministère est de 30 mg/L (MDDEP, 2007). Cependant, en termes de nombre de particules, les petites matières en suspension qui ne sont pas décantées par le bassin totalisent environ 12 % des particules de l'échantillon (COREM, 2008).

Les 25 plus grands résultats de rejet de matières en suspension dans l'eau permettent d'estimer la teneur de matières en suspension maximale que pourrait contenir l'eau entrant dans le bassin en suspension. Il s'agit de 8 % des données récoltées au cours

des quatre dernières années (Mercier, 2008). En effet, il a été calculé que pour une hauteur de 0,5 mètre, 0,04 % des matières étaient rejetées dans l'émissaire. Cependant, selon la hauteur d'eau dans le bassin de sédimentation, ce pourcentage peut changer. Lors d'une forte pluie, le niveau d'eau du bassin peut augmenter jusqu'à quatre mètres. Le temps de sédimentation augmente et le pourcentage de matières retenues peut changer. Selon la hauteur d'eau dans le bassin, 97,5 % des matières en suspension sont retenues par le bassin de sédimentation : il s'agit de la proportion des particules qui prennent moins de 15 heures à décanter soit les particules de dix micromètres et plus. Malheureusement, il n'est pas possible d'estimer la concentration maximale de matières en suspension dans l'eau pénétrant dans le bassin de sédimentation, car le profil granulométrique des matières en suspension peut changer selon les conditions météorologiques comme lors des pluies abondantes (Mercier, 2008).

Un échantillon a été pris à l'émissaire le 29 octobre 2008 afin de déterminer la granulométrie des matières en suspension des rejets d'eaux usées à l'émissaire. La concentration de matières en suspension à l'émissaire a été calculée à 12,2 mg/L. L'analyse de granulométrie par microtrac a révélé que toutes les particules avaient un diamètre plus petit que six micromètres (COREM, 2008). Par conséquent, les particules de six micromètres ou moins ne seraient pas retenues par le bassin de sédimentation et seraient rejetées dans l'émissaire. Cependant, l'eau à l'émissaire ne doit pas contenir plus de 30 mg/L de matières en suspension, peu importe leur taille.

3.2 Comparaison avec différentes hauteurs de marnage

Pour s'assurer que les conditions d'opération actuelles sont celles qui permettent un rendement optimal, des comparaisons seront faites avec des hauteurs de marnage différentes qui influenceront le temps de sédimentation et la fréquence de fonctionnement des pompes d'orages. En effet, le volume disponible comme tampon pour récupérer l'eau de pluie sera diminué si on augmente la hauteur maximale de marnage.

3.2.1 Influence de la hauteur de marnage

La hauteur maximale de marnage permet de définir le volume tampon disponible pour récolter et entreposer l'eau de pluie qui a lavé le sol de l'aluminerie. La hauteur maximale de marnage correspond à la hauteur d'eau dans le bassin à laquelle les

pompes de décantation démarrent ou arrêtent. Ce volume tampon permettra à cette eau, chargée en poussières, de décanter avant son rejet à l'émissaire (Mercier, 2000).

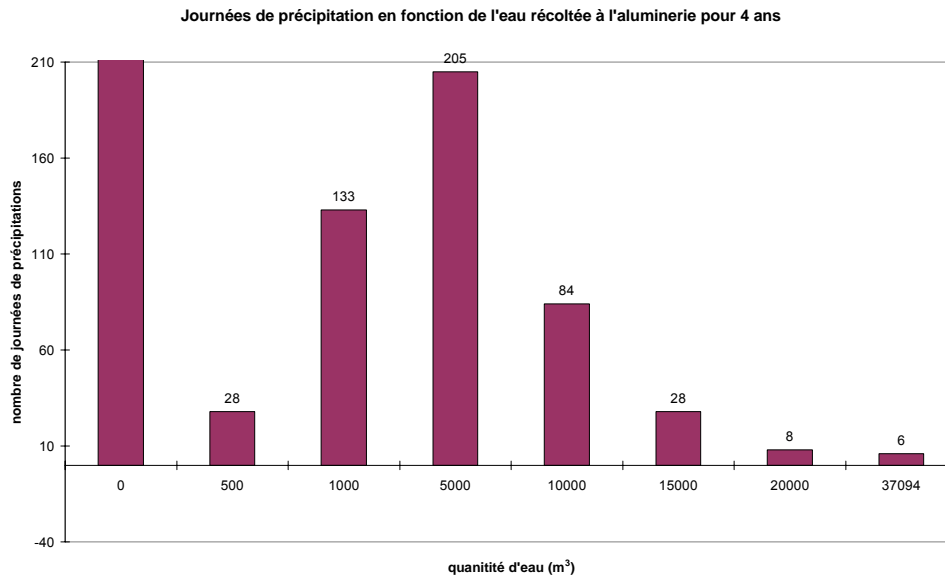


Figure 3.1 : Journées de précipitations en fonction des précipitations

Le bassin a été confectionné pour recueillir les eaux de ruissellement d'une pluie de deux heures ayant une récurrence de cinq ans, soit 20 000 mètres cubes d'eau (Anonyme, 1984). Le graphique 3.1 représente la distribution des précipitations des quatre dernières années dans la région de Trois-Rivières (Canada, 2008). Le volume de 20 000 mètres cubes est obtenu entre la hauteur maximale de marnage de 0,5 mètre et celle de quatre mètres. En diminuant ce volume, le bassin ne pourra plus contenir une pluie de deux heures d'une récurrence de cinq ans. Cependant, même en conservant la hauteur maximale de marnage actuelle, il y a eu six journées de précipitations de plus de 20 000 mètres cubes d'eau au cours des quatre dernières années. Le tableau 3.1 suivant montre le volume tampon disponible selon les différentes hauteurs maximales de marnage du bassin de sédimentation. Ainsi, en augmentant la hauteur maximale de marnage à 1,5 mètres, le volume tampon disponible pour recevoir les précipitations est de 15 271 mètres cubes. Par conséquent, 14 journées au cours des quatre dernières années avaient des précipitations plus importantes que la capacité de rétention de 15 271 mètres cubes (Canada, 2008). Plus la hauteur maximale de marnage est basse, plus le volume tampon disponible est grand tel que démontré dans le tableau 3.1.

Tableau 3.1 : Volume tampon disponible en fonction des hauteurs maximales de marnage

Hauteur de marnage	Quantité d'eau	Volume tampon disponible
0,50	2110	20023
0,75	3231	18902
1,00	4396	17738
1,25	5606	16527
1,50	6863	15271
1,75	8166	13968
2,00	9517	12617
2,25	10916	11217
2,50	12365	9769
2,75	13863	8270
3,00	15413	6721
3,25	17013	5120
3,50	18667	3467
3,75	20373	1760
4,00	22133	0

Lorsque le bassin ne peut plus contenir les précipitations, les pompes d'orage démarrent. Cependant, il est difficile de se fier seulement aux précipitations pour prédire le fonctionnement des pompes d'orage, car les pompes ont fonctionné 64 fois en 2007. Parallèlement, en théorie selon l'intensité des pluies, la hauteur maximale de quatre mètres du bassin aurait été atteinte deux fois au cours de l'année 2007, déclenchant le fonctionnement des pompes d'orage (Daoust, 2008). Cet écart s'explique en grande partie dans les situations où il y a plusieurs jours de pluie consécutives et que le bassin de sédimentation n'a pas le temps d'atteindre son niveau minimal d'une journée à l'autre. Ceci réduit ainsi l'espace disponible pour recevoir l'eau de la journée de pluie subséquente, ce qui peut entraîner le démarrage des pompes d'orages. Les trois pompes d'orage peuvent évacuer un débit de 7,29 m³ d'eau par seconde, c'est-à-dire qu'elles peuvent pomper une pluie d'un débit de 26 244 m³ d'eau par heure (Bérubé, 1990). Malheureusement, les données d'Environnement Canada ne permettent pas de connaître le débit des précipitations, mais seulement la quantité d'eau tombée dans la journée (Canada, 2008).

La hauteur maximale de marnage influence le temps de sédimentation des matières en suspension qui se retrouvent dans le bassin de sédimentation. En effet, les particules de quatre à 21 micromètres de diamètre vont prendre huit fois plus de temps pour décanter dans quatre mètres d'eau que dans 0,5 mètre. Cependant, le temps de séjour de l'eau dans le bassin de sédimentation est plus long pour un bassin rempli à quatre

mètres d'eau que pour le bassin rempli à 0,5 mètre d'eau (Beaudry, 1984). Par conséquent, la hauteur d'eau dans le bassin de sédimentation ne devrait pas influencer la qualité de l'eau à l'émissaire soit la concentration en matières en suspension, car ce sont toujours les particules de quatre micromètres et moins qui ne sont pas retenues par le bassin de sédimentation (annexe 7).

3.2.2 Influence du marnage

Actuellement, les pompes de décantation fonctionnent lorsque la hauteur d'eau dans le bassin atteint un mètre d'eau et arrêtent de fonctionner lorsque le niveau de l'eau descend à 0,5 mètre d'eau (Bérubé, 1990). Cette hauteur de marnage permet d'avoir un volume tampon maximal, car peu d'eau est gardée en réserve dans le bassin. Seulement les 2110 mètres cubes d'eau nécessaire demeurent en permanence dans le bassin de sédimentation afin de permettre une sédimentation minimale et afin de protéger les infrastructures du gel et du dégel (Anonyme, 1984). En augmentant la hauteur maximale de marnage, le temps de sédimentation augmente et le volume tampon pour recueillir l'eau de pluie diminue. En considérant une future hauteur maximale de marnage de deux mètres, le volume tampon disponible pour recueillir l'eau des précipitations serait de 12 617 mètres cubes. La figure 3.1 représente les différentes variations de volume d'eau lorsque la hauteur maximale de marnage est fixée à deux mètres.

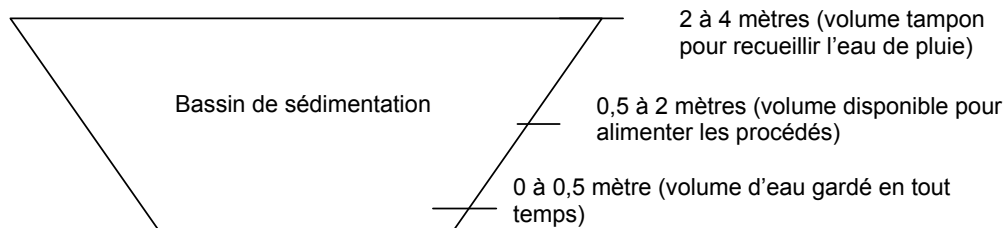


Figure 3.2 : Schéma de la hauteur maximale de marnage de deux mètres (simulation annexe 8)

Au cours des quatre dernières années, 21 journées ont eu des précipitations qui ont amené une quantité d'eau de plus de 12 600 mètres cubes d'eau dans le bassin de sédimentation (Canada, 2008). Cependant, les pompes d'orage peuvent évacuer jusqu'à 26 244 mètres cubes d'eau par heure. Seulement quatre jours, au cours des quatre dernières années, ont eu des précipitations qui ont entraîné un volume d'eau de plus de 26 000 mètres cubes d'eau au bassin de sédimentation (Canada, 2008).

Cependant, cette quantité d'eau est pour toute la journée et non pour une heure seulement, les pompes d'orage pourraient donc évacuer cette eau. Comme il a été dit précédemment, il est difficile de connaître le débit des précipitations, car les données d'Environnement Canada ne sont disponibles que pour la journée. En augmentant la hauteur maximale de marnage, il faut s'attendre à un fonctionnement plus fréquent des pompes d'orage.

Une simulation pour une année a été faite en utilisant les valeurs de précipitations de l'année 2007 et en utilisant une consommation de 300 mètres cubes d'eau par jour pour la mise en place du recyclage de l'eau dans un procédé de l'aluminerie. La simulation n'a pas pris en compte les rejets d'eaux de la fonderie, car les volumes ne sont pas très importants par rapport à la quantité de pluie qui peut être acheminée au bassin de sédimentation (Daoust, 2008). L'eau de pluie compose 90 % de l'eau qui se retrouve dans le bassin de sédimentation tandis que l'eau des rejets de la fonderie compose environ 10 % de l'eau du bassin de sédimentation (Daoust, 2008). Le débit moyen des rejets de la fonderie est d'environ 100 à 150 mètres cubes par jour. Par conséquent, ils peuvent compenser en partie pour l'eau réintroduite dans les procédés de l'aluminerie. De plus, selon les précipitations des quatre dernières années, le bassin de sédimentation aurait recueilli environ 1286 mètres cubes d'eau de pluie ou neige par jour (Canada, 2008). Cependant, ces valeurs sont des moyennes et le bassin de sédimentation peut avoir des périodes de sécheresse ou des périodes d'abondance comme le printemps ou l'automne.

Les résultats de cette simulation ont été retranscrits à l'annexe 8. Ils indiquent qu'il est possible de modifier le marnage du bassin de sédimentation en regardant le fonctionnement des pompes de décantation. En effet, les pompes de décantation permettent d'évacuer l'eau décantée provenant des précipitations dans la majorité des cas. Malgré le fonctionnement des pompes de décantation, les pompes d'orage devraient fonctionner un peu plus de six fois par année lorsque la hauteur maximale de marnage est augmentée à deux mètres. De plus, les calculs ont montré que le niveau du bassin de sédimentation ne descendrait pas ou rarement sous le niveau de 0,8 mètre. Cependant, l'évaporation de l'eau, due au soleil, n'a pas été calculée dans cette simulation. Étant donné que la sortie de l'eau du bassin de sédimentation se retrouve dans le bas du bassin, la capacité de sédimentation du bassin ne devrait pas être affectée par le changement de marnage (Beaudry 1984).

La hauteur maximale de marnage de deux mètres permettra d'avoir un volume tampon satisfaisant pour contenir l'eau de pluie. Le bassin reçoit présentement une précipitation par année qui achemine plus de 20 000 mètres cubes d'eau. En augmentant la hauteur maximale de marnage à deux mètres, le bassin recevra cinq pluies de la capacité du volume tampon du bassin, 12 600 mètres, par année (Canada, 2008). De plus, le volume minimal de 2110 mètres cubes d'eau sera gardé dans le bassin de sédimentation afin de permettre la décantation des matières en suspension et de protéger la structure du bassin des intempéries. Cependant, les pompes de décantation démarreront et arrêteront de fonctionner à deux mètres au lieu d'un mètre et 0,5 mètre respectivement pour garder le plus d'eau disponible afin de la réintroduire dans les procédés de l'aluminerie.

Le fonctionnement des pompes d'orage ne sera pas changé, car elles agissent sur le bassin d'alimentation qui est isolé du bassin de sédimentation lorsque le niveau d'eau de ce dernier atteint quatre mètres (Anonyme, 1984).

4. IMPACT DE LA RÉDUCTION DE CONSOMMATION D'EAU

L'optimisation du bassin de sédimentation a pour but de réduire la consommation d'eau de l'usine en remplaçant l'eau publique par les eaux usées provenant du bassin de sédimentation. Cette section permettra de voir la possibilité de réduire la consommation d'eau potable et industrielle et les impacts de ce projet. La variation de la hauteur de marnage a permis de déterminer celle qui permettrait d'avoir un réservoir d'eau suffisant en limitant le fonctionnement des pompes d'orage et en ayant un temps de sédimentation suffisant.

4.1 Soutirage d'eau dans tous les secteurs d'activités de l'aluminerie

La variation du volume tampon du bassin de sédimentation et son fonctionnement permettent de soutirer l'eau publique utilisée dans les procédés industriels par les eaux usées provenant du bassin de sédimentation. Selon les volumes d'eau utilisés dans les procédés, il sera déterminé si l'eau rejetée par le bassin de sédimentation peut remplacer toute l'eau publique.

4.1.1 Possibilité d'éliminer la consommation d'eau publique

Afin de déterminer la possibilité d'éliminer la consommation d'eau potable et industrielle de l'aluminerie, la consommation d'eau des différents procédés et la consommation d'eau totale de l'aluminerie seront établies. Les données des années 2004, 2005 et 2006 ne seront pas incluses dans les statistiques, car l'arrêt et le démarrage de l'aluminerie ont rapporté des données qui ne concordent pas avec son fonctionnement habituel (Mercier, 2008).

La consommation d'eau potable de l'aluminerie de Bécancour se situerait autour de 240 000 mètres cubes par année. En effet, l'aluminerie utiliserait l'eau potable pour alimenter les besoins sanitaires et alimentaires de l'usine en plus des systèmes de refroidissement directs et indirects dans les secteurs de la maintenance et du carbone (Alcoa, 2008c). La consommation d'eau industrielle de l'aluminerie serait d'environ 64 000 mètres cubes d'eau en 2007 et d'environ 117 000 au cours des années 2002 et 2003. L'eau industrielle est utilisée principalement à la fonderie pour refroidir le métal en fusion lors de la coulée (Alcoa, 2008c). Au total, l'aluminerie a consommé environ 304 000 mètres cubes d'eau en 2007, soit plus de 832 mètres cubes d'eau par jour (Roof, 2008). La quantité d'eau consommée par l'aluminerie au cours des années 2002

et 2003 serait de 357 000 mètres cubes d'eau par année. La figure 4.1 permet de visualiser la consommation d'eau potable ou industrielle des différents secteurs.

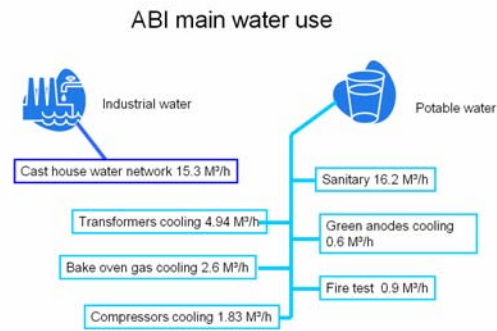


Figure 4.1 : Représentation de la consommation d'eau des différents procédés

Afin de déterminer la possibilité d'éliminer l'eau consommée par les procédés industriels de l'aluminerie, l'eau destinée à l'usage sanitaire et à l'alimentation a été exclue des calculs et des données. L'aluminerie consomme plus que 142 000 mètres cubes d'eau par année, soit 438 mètres cubes d'eau par jour. De plus, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs demande que l'eau d'arrosage demeure de l'eau potable (Mercier, 2008). Ainsi, l'aluminerie utilise environ 96 000 mètres cubes d'eau potable pour ses procédés industriels par année ou 265 mètres cubes par jour (Roof, 2008). Le projet de la réutilisation des rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation vise à réduire la consommation d'eau utilisée par les procédés de l'aluminerie. Un autre projet indépendant vise à réduire la quantité d'eau potable utilisée pour les usages sanitaires (Roof, 2008). Le tableau 4,1 montre les différentes quantités d'eau consommées par année selon les procédés industriels.

Tableau 4.1 : Consommation d'eau des différents procédés et secteurs en 2007

Procédés et secteurs	Quantité (m ³)	%
CTF annuel	30905	10
Tunnel refroidissement	8371	3
Fonderie (industrielle)	64020	21
Refroidissement transformateur	3494	1
Refroidissement compresseur	18217	6
Eau de lavage	468	0
Eau d'arrosage	2165	1
À identifier	33963	11
Eau sanitaire	142591	47
Total	304194	100

La quantité d'eau, potable et industrielle, utilisée par les procédés industriels de l'aluminerie était de 160 000 mètres cubes en 2007 ou de 440 mètres cubes par jour et de 230 000 mètres cubes d'eau en 2002 et 2003 ou de 630 mètres cubes par jour (Alcoa, 2008c).

En moyenne, il tombe près de 2,5 millimètres d'eau par jour sur les terrains de l'aluminerie de Bécancour soit 1286 mètres cubes d'eau par jour qui sont acheminés au bassin de sédimentation (Canada, 2008). En 2007, le bassin de sédimentation a reçu environ 398 059 mètres cubes d'eau : près de deux fois et demie la consommation d'eau potable et industrielle des procédés industriels de l'aluminerie à cette année. Par conséquent, l'eau des précipitations de pluie et de neige pourrait remplacer l'eau potable et l'eau industrielle. La quantité de précipitations suffirait à satisfaire les besoins des procédés industriels de l'aluminerie.

La simulation à l'annexe 8 permet de vérifier la hauteur du bassin de sédimentation pendant une année en alimentant un procédé de 300 mètres cubes, de 450 mètres cubes et de 650 mètres cubes d'eau par jour. Cette simulation ne tient pas compte des périodes de gel et des précipitations sous forme de neige de même que les rejets d'eaux usées de la fonderie. La hauteur maximale de marnage a été fixée arbitrairement à deux mètres de hauteur, soit 9157 mètres cubes d'eau dans le bassin (Capistran, 2008). Le volume d'eau obtenu par les précipitations et la hauteur maximale de marnage à deux mètres permettent de satisfaire la demande de 650 mètres cubes d'eau par jour de tous les procédés industriels de l'aluminerie.

4.1.2 Impact de la réutilisation de l'eau

En substituant l'eau potable et industrielle des procédés par une partie des rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation, l'impact des rejets d'eaux usées sur le milieu récepteur, le fleuve Saint-Laurent sera modifié, car les rejets à l'émissaire seront moins abondants.

Les rejets du bassin de sédimentation ont totalisé environ 443 684 mètres cubes d'eau en 2007 : 398 059 mètres cubes d'eau de pluie ou neige et 45 650 d'eau de rejet de la fonderie (Canada, 2008). Cependant, les valeurs de débits des pompes seront utilisées pour faire les calculs d'eau rejetée dans l'émissaire, elles totalisaient un rejet d'eau à l'émissaire de 638 000 mètres cubes d'eau pour l'année 2007 (Daoust, 2007). La différence peut s'expliquer par la mesure des données de précipitations qui se fait à

Trois-Rivières et aux différents coefficients de ruissellement (Mercier, 2008). En réintroduisant les eaux usées du bassin de sédimentation pour remplacer toute la consommation d'eau potable et industrielle, les rejets d'eaux usées à l'émissaire sont réduits à 446 434 mètres cubes d'eau, car l'eau sera réintroduite dans les procédés. L'eau des rejets du bassin de sédimentation remplacera la consommation d'eau des procédés qui est d'environ 650 mètres cubes par jour (Roof, 2008). Le débit à l'émissaire serait d'environ 1100 mètres cubes d'eau par jour au lieu de 1745 mètres cubes qui correspondent à la moyenne des rejets pour 2007 (Daoust, 2008).

La concentration de matières en suspension dans les rejets de l'émissaire ne devrait pas varier, car le fonctionnement du bassin ne sera pas modifié et les matières en suspension continueront d'être décantées. L'eau à la sortie du bassin devrait être de qualité semblable à celle actuelle. En effet, les rejets d'eaux seront séparés après la décantation de l'eau dans le bassin (Roof, 2008). De plus, il ne devrait pas avoir d'effet de concentration des contaminants lors de la recirculation de l'eau dans les procédés de l'aluminerie, car la majorité des procédés n'ont pas de rejet d'eaux usées et 90 % de l'eau amenée au bassin est de l'eau de pluie. Les précipitations évitent que les contaminants se concentrent lors de leur recirculation à la fonderie. La fonderie est le seul procédé qui permettrait la concentration des contaminants, mais ses rejets d'eau ne totalisent que 10 % de l'apport en eau au bassin (Daoust, 2008). La concentration des contaminants est un phénomène qui s'explique lorsque le procédé industriel, comme celui de la fonderie, élimine une importante partie de l'eau consommée par évaporation, les contaminants se concentrent dans l'eau qui reste dans le procédé (Gauthier, 2008). Par conséquent, la concentration des contaminants dans les rejets d'eaux usées du bassin ne devrait changer, mais la charge totale pour la journée pourrait être diminuée. En effet, cette charge se mesure en kilogramme par jour et elle se mesure en multipliant le débit à l'émissaire avec la concentration dans l'eau du contaminant (Daoust, 2008). En diminuant le débit, la charge diminue si la concentration ne change pas. Une partie de la charge de contaminants sera envoyée dans les procédés.

Dans la section 2.3.2 Impact sur le milieu récepteur, une évaluation d'impact sommaire sur le fleuve Saint-Laurent a été faite. L'évaluation a démontré que le fleuve possède une grande capacité de dilution et qu'une charge importante est nécessaire pour affecter la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent (Hébert, 2005). En réduisant les rejets d'eaux usées à l'émissaire et en réduisant les charges de contaminants par jour, la pression sur le fleuve Saint-Laurent est réduite. De plus, en réduisant la quantité de

matières en suspension rejetées, la demande chimique en oxygène des eaux usées sera diminuée (Hébert, 2005).

En substituant l'eau potable par l'eau rejetée du bassin de sédimentation, l'aluminerie diminuera sa demande d'eau au système d'eau potable de la ville de Bécancour. La ville pourra diminuer sa production d'eau potable et ses coûts reliés à la production d'eau potable ou utiliser cette eau pour alimenter d'autres citoyens de la ville (Chevalier, 2005). L'aluminerie diminuera ses impacts environnementaux en diminuant ses rejets d'eaux usées dans le fleuve Saint-Laurent. De plus, elle diminuera son empreinte environnementale sur les ressources d'eau potable au Canada en diminuant sa consommation d'eau potable (Alcoa, 2008b).

4.2 Évaluation de scénarios pour l'élimination de l'eau publique

L'accessibilité aux ressources permet souvent de déterminer la faisabilité d'un projet. Les ressources matérielles, financières, humaines et technologiques ne sont que des exemples de ressources nécessaires à l'élaboration d'un projet. Afin de substituer toute l'eau potable et industrielle par les rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation, plusieurs ressources doivent être mises en commun. Par manque de ressources ou de disponibilité des ressources, l'eau potable et industrielle pourrait être substituée partiellement par les eaux usées du bassin de sédimentation. Ainsi, ce ne serait pas tous les procédés industriels qui seraient alimentés avec l'eau provenant du bassin de sédimentation, mais seulement quelques-uns.

4.2.1 Possibilité des différents scénarios

Plusieurs procédés de l'aluminerie s'alimentent en eau potable ou industrielle : le centre de traitement des fumées (CTF), le tunnel de refroidissement, le secteur de la fonderie, le refroidissement des transformateurs, le refroidissement des compresseurs et l'eau de lavage. Une consommation de 33 963 mètres cubes d'eau n'a pas encore été identifiée, il est présentement impossible de déterminer quels procédés consomment cette eau (Roof, 2008). Le tableau 4.1 permet d'obtenir les différentes quantités d'eau consommées par chaque procédé pour l'année 2007 (Roof, 2008).

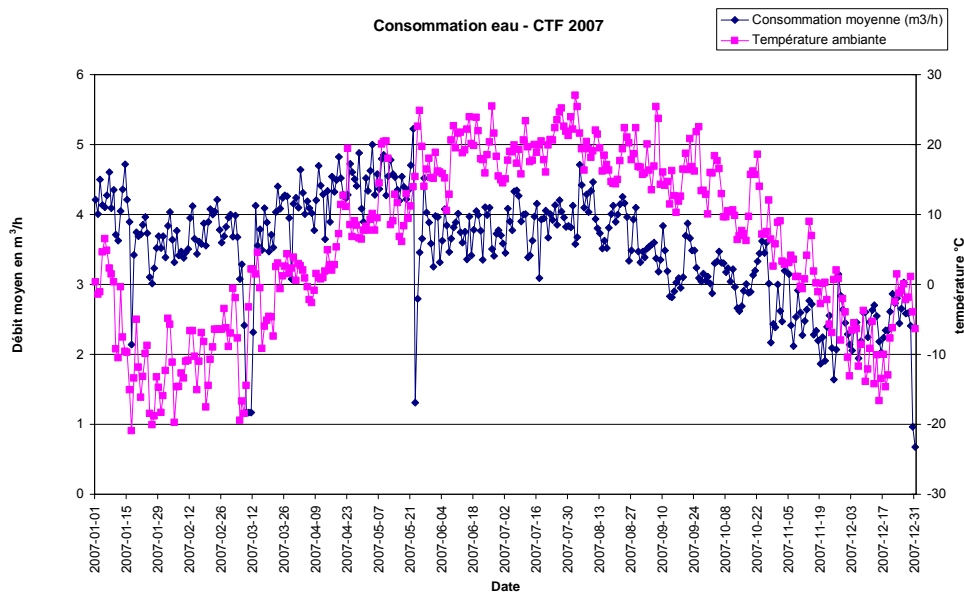


Figure 4.2 : variation du débit d'eau au CTF au cours de l'année 2007

Le centre de traitement des fumées a une consommation annuelle d'eau de 30 905 mètres cubes d'eau (Roof, 2008). Cependant, la consommation d'eau au CTF varie selon la température ambiante. Le graphique 4.1 montre la variation de la température et la variation de la consommation d'eau au cours de l'année 2007 (Roof, 2008).

La consommation d'eau au CTF oscillerait entre 1,3 et 5,2 mètres cubes d'eau par heure. La moyenne du débit de consommation du CTF est de 3,5 mètres cubes par heure ou 84,7 mètres cubes d'eau par jour (Roof, 2008). Une simulation a été faite en tenant compte d'un procédé qui aurait une consommation journalière de 100 mètres cubes d'eau soit 4,2 mètres cubes d'eau par heure. Pour avoir un réservoir d'eau permettant d'alimenter le procédé et d'avoir le plus grand réservoir tampon possible, la hauteur maximale de marnage a été fixée à 1,5 mètres, soit 6863 mètres cubes d'eau de réserve. Les pompes de décantation démarrent et arrêtent de fonctionner à 1,5 mètres (Mercier, 2008). La simulation utilise les quantités et les fréquences des précipitations de l'année 2007, car il s'agit des plus faibles précipitations au cours des cinq dernières années (Canada, 2008). Cette année a été choisie pour vérifier que le volume de 6863 mètres cubes permettrait d'alimenter le procédé sans descendre sous le niveau de 0,5 mètre qui assure une sédimentation et la protection du bassin contre le gel et le dégel (Anonyme, 1984). Les résultats de la simulation pour un procédé consommant 100 mètres cubes d'eau par jour se retrouvent à l'annexe 8. La hauteur d'eau du bassin est calculée pour chaque journée d'une année fictive, elle oscille entre

1,2 mètres et quatre mètres. Pour cette année fictive, les pompes d'orage démarreraient quatre fois à cause de pluies trop abondantes. La simulation a montré qu'en gardant un volume de 6863 mètres cubes d'eau dans le bassin, le procédé qui consomme 100 mètres cubes pourrait être alimenté. Ainsi, les rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation pourraient remplacer l'eau consommée par le CTF en fixant la plage de marnage à 1,5 mètres dans le bassin de sédimentation.

Afin de substituer l'eau potable au CTF par les eaux usées du bassin de sédimentation, le diamètre des buses et le diamètre des matières en suspension seront comparés. Les orifices des buses qui vaporisent l'eau dans le système des tours refroidissements du CTF ont un diamètre de 6,3 millimètres (Durand L. et Baril P., 1993). Les matières en suspension se retrouvant dans les rejets à l'émissaire du bassin de sédimentation ont un diamètre moyen de six micromètres, tandis que la taille maximale des matières en suspension retrouvées dans l'effluent entrant dans le bassin de sédimentation est de 67,86 micromètres (COREM, 2008). Ainsi, les buses ne devraient pas être bouchées par les matières en suspension provenant des eaux usées du bassin qui sont 100 fois plus petites que l'ouverture des buses.

Le tunnel de refroidissement, secteur du refroidissement des anodes, consomme 8371 mètres cubes par année, soit 23 mètres cubes par jour (Roof, 2008). En utilisant la simulation de l'annexe 8 où les pompes démarrent et arrêtent de fonctionner à 1,5 mètres, il est possible de remplacer la consommation d'eau potable du tunnel de refroidissement par l'eau provenant des rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation. Cependant, comme la simulation ne tient pas compte des rejets d'eaux usées provenant de la fonderie, il est possible de substituer la consommation d'eau du tunnel de refroidissement en gardant la hauteur de marnage actuelle. En effet, les rejets de la fonderie, entre 100 et 150 mètres cubes par jour, permettent de remplacer l'eau consommée par le tunnel de refroidissement (Daoust, 2008). Cependant, la consommation de 8371 mètres cubes pour le tunnel de refroidissement est pour l'année complète et 23 mètres cubes sont une moyenne pour les 365 jours. Il est possible que certaines journées ou certains mois aient des consommations plus grandes que la moyenne de 23 mètres cubes d'eau, mais le tunnel de refroidissement ne devrait pas consommer les 150 mètres cubes d'eau par jour rejetée par la fonderie (Mercier, 2008). De plus, les précipitations permettraient d'assurer la substitution de l'eau potable consommée par le tunnel de refroidissement par les eaux usées provenant du bassin de sédimentation. En effet, les précipitations sont en moyenne de 2,5 millimètres par jour (Canada, 2008).

Le refroidissement des transformateurs a une consommation de 3494 mètres cubes d'eau potable par année (Roof, 2008). Cette consommation correspond à une moyenne de 9,5 mètres cubes par jour. Comme il s'agit d'une moyenne, certaines journées auront des consommations plus élevées, il est possible d'envisager que la consommation du système de refroidissement des transformateurs ne serait pas plus que 100 mètres cubes d'eau par jour (Daoust, 2008). Par conséquent, l'exemple de la simulation à l'annexe 8 permet de conclure que l'eau potable du système de refroidissement des transformateurs peut être remplacée par les rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation. En effet, en fixant la hauteur maximale de marnage à 1,5 mètres, il est possible d'alimenter un procédé qui consomme 100 mètres cubes d'eau par jour. De même, sans fixer la hauteur maximale de marnage à 1,5 mètre, il serait possible d'alimenter le système de refroidissement des transformateurs avec le marnage actuel du bassin de sédimentation. Les rejets provenant de la fonderie pourraient satisfaire la demande d'eau provenant du système de refroidissement des transformateurs (Daoust, 2008).

La consommation du système de refroidissement pour les trois compresseurs est de 18 217 mètres cubes d'eau potable par année (Roof, 2008). Chacun des compresseurs consomme environ 6072,3 mètres cubes d'eau potable par année. Le système de refroidissement des compresseurs fonctionne en majorité lorsque la température extérieure atteint 17 °C (Roof, 2008). Les compresseurs consomment en moyenne 1,8 mètres cube d'eau par heure, soit 43,2 mètres cubes par jour. En 2006 et en 2007, il y a eu 187 jours, ou 4498 heures, au cours desquels la température a atteint 17 °C (Roof, 2008). En tenant compte de la simulation de l'annexe 8, il serait possible de substituer l'eau consommée par le système de refroidissement des compresseurs par les eaux usées provenant des rejets du bassin de sédimentation en fixant la hauteur maximale de marnage de 1,5 mètres. De même que le système de refroidissement des transformateurs, le système de refroidissement des compresseurs pourraient être alimentés par les rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation en considérant le marnage actuel.

L'eau potable servant au lavage des équipements dans l'aluminerie serait d'environ 468 mètres cubes par année. La consommation d'eau de lavage se situe en moyenne à deux mètres cubes d'eau potable par jour, cinq jours par semaine (Roof, 2008). Par conséquent, il serait possible de compenser la consommation d'eau de lavage par les rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation selon les modes d'opérations actuelles, hauteur de marnage, du bassin de sédimentation. En effet, les rejets d'eau

de la fonderie, en moyenne de 100 à 150 mètres cubes d'eau par jour, suffisent à substituer les deux mètres cubes d'eau par jour utilisés pour le lavage des équipements.

Les procédés industriels de l'aluminerie consomment 168,4 mètres cubes d'eau potable par jour ou 261,4 mètres cubes d'eau potable en incluant les 93 mètres cubes dont la fonction n'est pas identifiée (Roof, 2008). La simulation de l'annexe 8 montre qu'un procédé qui consomme 300 mètres cubes d'eau pourrait être alimenté par l'eau provenant des rejets du bassin de sédimentation lorsque la hauteur maximale de marnage est fixée à deux mètres.

La fonderie est le seul secteur à s'alimenter en eaux industrielles fournies par le parc industriel et portuaire de Bécancour. Elle a consommé 64 020 mètres cubes d'eau industrielle en 2007, mais la consommation des années 2002 et 2003 serait de 132 000 mètres cubes (Roof, 2008). Par conséquent, la consommation journalière d'eau industrielle de la fonderie varierait de 175 à 360 mètres cubes d'eau par jour (Mercier, 2008). La simulation présentée à l'annexe 8 indique qu'il est possible de substituer l'eau industrielle consommée par la fonderie en fixant la hauteur maximale de marnage à deux mètres. L'annexe 8 présente une simulation qui a été faite pour un procédé industriel consommant 300 mètres cubes d'eau et une autre simulation qui a été faite pour un procédé consommant 450 mètres cubes d'eau. En alimentant ces procédés à partir d'une hauteur maximale de marnage de deux mètres, l'eau du bassin de sédimentation ne descendrait pas sous le niveau de 0,5 mètre exigé pour protéger le bassin du gel et du dégel et permettre la sédimentation des matières en suspension (Anonyme, 1984).

4.2.2 Impacts sur le milieu des scénarios

Les procédés et les secteurs ont des consommations différentes d'eau. Ainsi, l'impact de la substitution de l'eau potable ou industrielle des procédés sera différent selon les procédés.

La consommation d'eau potable n'a pas le même impact que la consommation d'eau industrielle. L'eau potable est une ressource limitée d'une grande qualité et de grande valeur. Elle est source de vie et de santé (Duchesne, 2007). Environ 12 % de la population mondiale mourrait à cause d'un manque d'accès à l'eau potable (Lépine, 2008). En utilisant l'eau potable pour alimenter les procédés industriels, l'eau potable

est utilisée pour des applications de second ordre. En effet, l'eau potable devrait être destinée essentiellement à l'alimentation et à l'usage sanitaire des personnes (Lépine, 2008). Ainsi, en diminuant sa consommation d'eau potable, Alcoa, et par le fait même l'Aluminerie de Bécancour, réduirait son empreinte environnementale sur les ressources canadiennes et mondiales en eau potable.

L'eau industrielle porte ce nom, car il s'agit de l'eau provenant du fleuve Saint-Laurent. Cette eau est pompée par le parc industriel et portuaire de Bécancour pour être ensuite filtrée grossièrement afin d'enlever les plus grosses particules en suspension. L'été, l'eau est légèrement chlorée afin d'éviter la propagation des moules zébrés dans le réseau d'eau (Mercier, 2008). Même s'il s'agit d'eau douce qui pourrait être utilisée comme ressource d'eau potable, l'eau industrielle n'est pas traitée préalablement et elle n'est pas soustraite à l'eau potable de la ville de Bécancour, disponible pour les citoyens. Par conséquent, la ville de Bécancour n'a pas à assumer les frais de traitement de l'eau industrielle afin d'en alimenter l'aluminerie (Mercier, 2008). Cependant, en diminuant sa consommation d'eau industrielle, l'aluminerie diminuera son empreinte environnementale sur les ressources d'eau douce qui servent comme ressource d'eau potable. Par conséquent, les différences entre l'eau potable et l'eau industrielle sont les coûts liés à la production de l'eau potable et à l'image corporative reliée à la consommation d'eau potable pour usage industriel (Beauchamp, 2008).

L'eau destinée au lavage des équipements, l'eau du tunnel de refroidissement et l'eau des transformateurs comptabilisent pour 4 % de toute l'eau consommée par l'aluminerie (Roof, 2008). Par année, ces procédés totalisent 12 333 mètres cubes d'eau. En tenant compte qu'un Québécois consomme 450 litres d'eau par jour, cette quantité d'eau correspond à la consommation annuelle de 75 personnes (Lépine, 2008). Cette comparaison permet de relativiser la consommation d'eau des alumineries par rapport à celle des personnes. Elle permet de comprendre l'importance de réduire la consommation d'eau des alumineries, même en petite quantité. En réduisant ces rejets de 1 %, l'aluminerie permet d'économiser ce que 18 personnes consomment dans leur journée. Pour le Québec, cette réalité peut sembler superflue, car peu de personnes manquent d'eau. Cependant, la réalité peut être différente dans un pays où plusieurs personnes manquent d'eau (Duchesne, 2007). Cette eau peut faire la différence pour 18 personnes.

La consommation de ces procédés, eau de lavage, tunnel de refroidissement et refroidissement des transformateurs, 12 333 mètres cubes par année, n'a pas

beaucoup d'influence sur la qualité du fleuve Saint-Laurent, car il ne s'agit que 3 % du débit total des rejets d'eaux du bassin de sédimentation en tenant compte des rejets de 2007 de 638 000 mètres cubes d'eau (Daoust, 2008). Par conséquent, le débit à l'émissaire sera réduit de 30 mètres cubes par jour. La différence de 30 mètres cubes semble infime par rapport au débit du fleuve Saint-Laurent, soit entre 10 350 et 12 350 mètres cubes par seconde (Hébert, 2005). L'impact de la réduction d'eau de 2 % de l'aluminerie sera plus social qu'environnemental. En effet, la population se sensibilise peu à peu au gaspillage de l'eau (Baril, 2007). De plus, les entreprises sont de plus en plus ciblées par le gouvernement sur leur consommation d'eau (MDDEP, 2008b).

La fonderie consomme environ la moitié de l'eau utilisée dans les procédés industriels de l'aluminerie (Roof, 2008). En effet, elle a consommé entre 64 000 et 132 000 mètres cubes d'eau par année au cours des six dernières années (Roof, 2008). En substituant l'eau industrielle utilisée à la fonderie par les eaux usées provenant des rejets du bassin de sédimentation, l'aluminerie réduit sa consommation d'eau industrielle de 21 à 35 %. Cette action peut avoir une très bonne influence sur l'image corporative de l'aluminerie de Bécancour.

En réutilisant l'eau du bassin de sédimentation pour alimenter la fonderie, l'aluminerie réduira ses rejets d'eaux usées au fleuve Saint-Laurent de 10 à 20 % (Roof, 2008). Cette diminution des rejets pourrait avoir un impact sur l'environnement. Cependant, le contrôle des paramètres environnementaux exigés par le ministère empêchera le rejet d'une eau contaminée d'une substance contrôlée ou non (MDDEP, 2007). En effet, l'attestation d'assainissement de l'aluminerie énumère plusieurs paramètres à analyser afin de rejeter une eau de qualité acceptable dans l'émissaire. En diminuant la quantité des rejets, l'aluminerie diminuerait le stress sur la faune et la flore près de l'émissaire. En effet, elle diminue les matières en suspension rejetées dans l'émissaire et, par le fait même, augmente la quantité d'oxygène disponible pour la faune et la flore (Bertrand, 2001). L'apport en eau de pluie dans le bassin, 90 % de l'eau, évite que les contaminants ne se concentrent en réutilisant l'eau dans les procédés (Daoust, 2008).

Le CTF consomme environ 10 % de l'eau utilisée dans l'aluminerie. Cependant, la quantité d'eau utilisée varie en fonction de la température extérieure (Roof, 2008). En effet, le graphique 4.1 montre une légère variation de la consommation d'eau en fonction de la température extérieure. Le procédé qui consomme l'eau au CTF est le système de refroidissement des fumées. La température des fumées doit être abaissée afin de ne pas abimer le matériel de traitement des fumées (Daoust, 2008). L'eau est

vaporisée dans le système de refroidissement du CTF. Lorsque la température extérieure est plus élevée, la consommation d'eau est plus importante (Roof, 2008). Les impacts de la réduction de consommation d'eau au CTF seront sensiblement les mêmes que ceux de réduction d'eau à la fonderie. La substitution de consommation d'eau potable du CTF permettra de réduire les rejets du bassin de 5 % au lieu de 10 à 20 % de la fonderie. La particularité avec le CTF vient du fait que l'eau est vaporisée et se transforme toute en vapeur d'eau. En réduisant l'eau des rejets du bassin de sédimentation, des contaminants se retrouveront dans les émissions atmosphériques, dont l'aluminium, les fluorures et les matières en suspension. Le CTF est un procédé industriel conçu pour traiter les fumées produites par les fours de cuissons des anodes (Mercier, 2008). Ce centre permet l'épuration des fumées et le contrôle de différents paramètres analysés. Il comprend des mécanismes pour contrôler le rejet des fluorures et des matières particulaires (MDDEP, 2007). Par conséquent, les contaminants présents dans l'eau ne devraient pas influencer la qualité des émissions atmosphériques provenant du CTF.

Le système de refroidissement des compresseurs utilise 6 % de l'eau consommée dans l'aluminerie. Cependant, ses débits de consommations varient selon la température extérieure (Roof, 2008). En effet, le système de refroidissement des compresseurs ne fonctionne que les journées où la température ambiante atteint les 17 °C. En utilisant de l'eau qui provient des rejets du bassin de sédimentation, l'aluminerie réduit ses rejets à l'émissaire de 3 %. Cependant, comme la consommation d'eau de ce procédé est essentiellement en été, l'aluminerie réduirait ses rejets de 6 % l'été, mais aucun changement pendant l'hiver (Roof, 2008). Ainsi, l'aluminerie réduirait sa pression sur la faune et la flore de l'émissaire pendant les jours où la température est supérieure à 17 °C. Parallèlement, l'été est la saison où les concentrations en oxygène sont les plus faibles dans les étendues d'eau de faible profondeur comme les rives (Bertrand, 2001). Ainsi, la réduction des rejets d'eau du bassin, pendant l'été seulement, permettrait également d'améliorer la quantité d'oxygène disponible dans l'eau.

Peu importe le projet de réduction de consommation d'eau de l'aluminerie, les impacts sur le fleuve Saint-Laurent seront semblables. En effet, la qualité d'eau du fleuve Saint-Laurent ne sera pas modifiée par la réduction des rejets d'eaux usées du bassin de sédimentation. Le débit des rejets à l'émissaire ne correspond qu'à une fraction très minime du débit du fleuve Saint-Laurent (Hébert, 2007). Par conséquent, la réduction du débit d'eau à l'émissaire correspond à une proportion négligeable du débit du fleuve

Saint-Laurent. De plus, les paramètres d'analyses sur l'eau à l'émissaire, émis par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, permettent de contrôler la qualité des rejets afin de préserver la qualité d'eau du fleuve Saint-Laurent (Cloutier, 2007). En respectant les normes de rejets, l'aluminerie s'assure de rejeter une eau de qualité acceptable dans le fleuve Saint-Laurent.

À part les impacts environnementaux, la réduction de consommation d'eau et la réduction des rejets d'eaux usées de l'aluminerie pourraient avoir des impacts sociaux positifs. En sensibilisant les employés et la population des efforts mis en place par l'aluminerie pour réduire son empreinte environnementale sur les réserves d'eau douce au Québec, elle démontre sa préoccupation sur l'accès à l'eau potable dans le monde entier. Elle montre qu'Alcoa se préoccupe des problèmes mondiaux et en préservant les ressources en eau potable. L'eau qui aurait été utilisée par les alumineries pourra servir à alimenter des gens ou irriguer des champs (Lépine, 2008). Cet aspect permettra à la compagnie d'améliorer ou maintenir sa bonne image corporative : Alcoa est déjà reconnue comme une compagnie soucieuse de l'environnement et ayant de bonnes pratiques de gestion environnementale dans toutes ces industries à travers le monde (Alcoa, 2008a).

5. RECOMMANDATION

La réduction de consommation d'eau fait partie des projets de l'aluminerie de Bécancour (Daoust, 2008). L'optimisation du bassin de sédimentation permettrait de réutiliser l'eau rejetée du bassin afin qu'elle soit réintroduite dans les procédés de l'aluminerie. Des analyses sont faites sur l'eau rejetée par le bassin de sédimentation afin d'en établir la qualité (Gauthier, 2008). De plus, l'eau rejetée dans l'émissaire doit correspondre à un certain niveau de qualité pour répondre aux exigences de l'attestation d'assainissement de l'aluminerie (MDDEP, 2007). Les exigences de l'attestation d'assainissement permettent de s'assurer que l'eau rejetée dans l'émissaire est d'une qualité acceptable et qu'elle ne devrait pas avoir d'effets significatifs sur le milieu récepteur (Cloutier, 2007).

Afin de réduire la consommation d'eau de l'aluminerie, la hauteur maximale de marnage du bassin de sédimentation peut varier pour créer un réservoir d'eau destinée à être réintroduite dans les procédés de l'aluminerie. La réintroduction d'eau dans les procédés de l'aluminerie permettra de se rapprocher des objectifs d'Alcoa en matière d'environnement : réduction de 70 % de la consommation d'eau d'ici 2010 et usine zéro décharge d'eau de procédés d'ici 2020 (Alcoa, 2008a). La première suggestion consiste à réintroduire toute l'eau nécessaire pour arrêter l'alimentation des procédés en eau potable et en eau industrielle. Ainsi, l'aluminerie consommera seulement de l'eau potable pour ses applications sanitaires et alimentaires (Roof, 2008). Il a été déterminé au chapitre 4.1 que l'aluminerie consommait entre 160 000 et 230 000 mètres cubes d'eau par année. Cette consommation est pour les procédés industriels utilisant l'eau potable et l'eau industrielle (Roof, 2008). Afin de créer un réservoir d'eau qui permet de substituer toute l'eau des procédés industriels, les calculs des cas fictifs de l'annexe 8 démontrent qu'une hauteur de marnage de deux mètres créerait le volume d'eau nécessaire pour remplacer l'eau potable et l'eau industrielle. Parallèlement, en augmentant la hauteur maximale de marnage, le volume tampon disponible est plus petit pour recueillir l'eau des pluies ce qui explique le fonctionnement plus fréquent des pompes d'orage. Donc, les pompes d'orage se déclencheront plus fréquemment que normalement. Au cours des quatre dernières années, plus de 14 journées ont eu des précipitations supérieures au volume tampon disponible à une hauteur maximale de marnage de deux mètres (Canada, 2008). Dans les simulations de cas, les pompes d'orage se déclencheraient en moyenne cinq fois au lieu de deux fois, comme dans l'année 2007. Les pompes d'orage évacuent l'eau de ruissellement du terrain (Anonyme, 1984). En considérant que cette eau est peu

chargée en matières en suspension, les pompes évacuent principalement de l'eau de pluie non contaminée (Mercier, 2000). En effet, l'eau de pluie qui lavera le sol se retrouvera dans le bassin de sédimentation et décantera tandis que l'eau de ruissellement qui parviendra au bassin de sédimentation par la suite passera à travers un sol déjà lavé des contaminants (Mercier, 2000). Par conséquent, la fréquence de fonctionnement des pompes d'orage ne devrait pas influencer la qualité de l'eau rejetée dans le fleuve Saint-Laurent.

Cette recommandation permettra à l'aluminerie de se rapprocher des objectifs d'Alcoa en réduisant la consommation d'eau entre 53 % et 61 % (Roof, 2008). Avec les projets et la mise en place de mesure pour réduire la consommation d'eau des vestiaires et de la cafétéria, l'aluminerie de Bécancour devrait être en mesure d'atteindre la réduction de consommation d'eau de 70 % d'ici 2010. En plus de réduire la consommation d'eau, cette recommandation permet de réduire les rejets du bassin de sédimentation à l'émissaire. En effet, les rejets seront réduits entre 36 % et 51 % (Canada, 2008). Comme le bassin de sédimentation est alimenté à 90 % par l'eau de pluie, il est difficile de réduire l'apport d'eau au bassin afin d'en réduire les rejets (Daoust, 2008). Par conséquent, l'objectif de zéro décharge d'eau des procédés d'ici 2020 sera théoriquement atteint si l'on considère que les volumes de rejets d'eau de la fonderie envoyés au bassin seront réutilisés pour alimenter les autres procédés. De plus, en réduisant la consommation d'eau potable de l'usine, la ville de Bécancour n'aura plus besoin de payer les coûts reliés à la production de l'eau potable afin de fournir cette eau à l'aluminerie. L'aluminerie diminuera son impact économique sur la ville de Bécancour (Chevalier, 2005).

Le projet d'optimisation du bassin de sédimentation pour réduire la consommation d'eau de l'aluminerie permet d'effectuer sa mise en place en plusieurs phases. En effet, l'aluminerie peut remplacer l'eau publique par de l'eau rejetée de son bassin de sédimentation un procédé à la fois. Dans la section 4.2, chacun des procédés a été pris séparément afin de déterminer la possibilité de substituer l'eau publique par de l'eau rejetée du bassin de sédimentation et des impacts d'une telle substitution. Une seconde recommandation serait de substituer toute l'eau potable ou toute l'eau industrielle dans une perspective de continuer la substitution de l'eau publique des autres procédés dans un futur proche. Pour substituer la consommation d'eau d'un procédé de 250 mètres cubes d'eau par jour, qui correspond sensiblement à la consommation des procédés utilisant l'eau potable, la hauteur de marnage sera fixée à 1,5 mètres (Annexe 8). Pour cette simulation, les pompes d'orage fonctionneraient en

moyenne quatre fois au cours de l'année. Par la suite, la hauteur maximale de marnage peut être augmentée à deux mètres afin de substituer toute l'eau publique utilisée dans les procédés industriels.

Le projet d'optimisation du bassin de sédimentation dans une perspective de réduction de consommation d'eau de l'aluminerie permettra de réduire les coûts de l'aluminerie liés à la consommation d'eau potable et industrielle. Présentement, ces coûts sont relativement faibles, il ne s'agit que de quelques cents par litre (Daoust, 2008). Cependant, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs a émis un projet de loi où il évoque une redevance sur la consommation d'eau des organismes et industries qui consomment plus de 75 000 litres ou 75 mètres cubes d'eau par jour (MDDEP, 2008b). Le principe d'utilisateur – payeur sera appliqué dans ce cas. En réduisant la consommation d'eau potable, l'aluminerie diminuera les futurs coûts liés à sa consommation d'eau en vue d'une réglementation sur les redevances liées à la consommation d'eau.

Afin de réduire le plus les impacts sur l'environnement et sur la ville de Bécancour, l'aluminerie devrait substituer toute l'eau publique utilisée dans ses procédés par l'eau rejetée par le bassin de sédimentation. En fixant la hauteur maximale de marnage à deux mètres, le réservoir d'eau sera suffisant pour alimenter tous les procédés industriels de l'usine. De plus, en empêchant le niveau de l'eau de diminuer sous les 0,5 mètre, l'eau sera toujours décantée avant son rejet à l'émissaire ou sa réintroduction dans les procédés (Beaudry, 1984).

CONCLUSION

L'analyse de la situation actuelle a permis de déterminer que le bassin de sédimentation de l'usine a été construit suite à la demande du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, afin de décanter les eaux de procédés et de recueillir l'eau de pluie. La grosseur du bassin de sédimentation permet de recueillir l'eau de pluie et d'assurer la décantation des particules en suspension. Il a été calculé que les particules de taille inférieure à six micromètres n'étaient pas retenues par le bassin de sédimentation. Les analyses effectuées par le COREM ont permis de valider ce calcul. Même si le bassin rejette les particules de petite taille, l'évaluation de la performance environnementale du bassin a démontré que les rejets d'eaux usées à l'émissaire n' affectaient pas la faune et la flore du fleuve Saint-Laurent et qu'elle était de qualité acceptable. De plus, des analyses sont faites sur les eaux usées afin de s'assurer que les rejets d'eaux respectent les normes établies par le ministère.

La validation de la situation actuelle a déterminé le rôle de la hauteur de marnage. En jouant sur les hauteurs maximales de marnage, il est possible de créer un volume tampon pour recueillir les eaux des précipitations et de garder un volume permettant l'alimentation des différents procédés de l'aluminerie. Plusieurs des procédés de l'aluminerie utilisent de l'eau potable comme source d'alimentation tandis que la fonderie est le seul procédé qui utilise de l'eau industrielle. Pour réduire la consommation d'eau de l'aluminerie, différents scénarios ont été élaborés. En fixant la hauteur maximale de marnage à deux mètres, il a été démontré que l'eau retenue dans le bassin pourrait alimenter tous les procédés de l'aluminerie autant ceux alimentés par de l'eau potable que ceux alimentés par l'eau industrielle. La recommandation de fixer la hauteur maximale de marnage à deux mètres permet le juste milieu entre la substitution de l'eau potable et industrielle dans l'aluminerie et les impacts sur le milieu environnant lié au rejet d'eaux des pompes d'orage et du bassin de sédimentation.

En remplaçant l'eau potable et l'eau industrielle par l'eau rejetée par le bassin de sédimentation, l'aluminerie se rapproche des objectifs d'Alcoa établis par la compagnie soit de réduire sa consommation d'eau de 70 % d'ici 2010 et d'avoir une usine zéro décharge d'eau industrielle d'ici 2020. De plus, l'aluminerie peut améliorer son image corporative en diminuant son impact sur les réserves d'eau potable au Québec : l'accès à l'eau potable devenant un sujet d'actualité et de préoccupation.

L'évaluation du bassin de sédimentation a permis d'identifier certaines sources d'incertitude. En effet, comme la sortie du bassin de sédimentation est dans le bas du bassin, il serait intéressant de déterminer l'influence de la hauteur d'eau dans le bassin et l'efficacité de la décantation. En effectuant des analyses de concentrations en matières en suspension et de granulométrie sur l'entrée et la sortie d'eau du bassin, il serait possible de valider les différents calculs effectués précédemment. De plus, il serait important de déterminer la qualité de l'eau qui alimente les procédés fonctionnant à l'eau potable afin de s'assurer que la qualité de l'eau rejetée par le bassin de sédimentation n'affectera pas le fonctionnement des procédés.

La qualité de l'eau rejetée par les pompes d'orage n'est pas caractérisée et l'impact de ces rejets sur le milieu récepteur n'est pas identifié. Des analyses pourront être faites pour déterminer la qualité des rejets. Ainsi, il sera possible de déterminer réellement si l'augmentation de la fréquence des pompes d'orage influence le milieu environnant. La réutilisation de l'eau de l'aluminerie nécessite des ressources techniques et financières pour mener à terme ce projet. La technologie pour réintroduire les rejets d'eau dans l'aluminerie peut être difficile d'accès et l'argent disponible pour le projet peut être insuffisant. Ces deux points peuvent être des limites au projet s'ils sont pris en compte dans le processus de décision du projet.

L'optimisation du bassin de sédimentation dans une perspective de réduction de consommation d'eau de l'aluminerie de Bécancour permettra de réduire l'empreinte environnementale de l'aluminerie. L'aluminerie pourra continuer sur cette voie en transformant son procédé de la fonderie en un procédé zéro rejet.

RÉFÉRENCES

- Alcoa (2008a). Cadre de travail 2020 [en ligne].
http://www.alcoa.com/canada/fr/info_page/sustain_2020_french.asp (Page consultée le 2 octobre 2008).
- Alcoa (2008b). Water [En ligne].
http://www.alcoa.com/global/en/about_alcoa/sustainability/env_water_approach.asp (Page consultée le 2 octobre 2008).
- Alcoa (2008c). Eau – Données relatives à la performance *In* Alcoa au Canada [en ligne].
http://www.alcoa.com/canada/fr/info_page/sustain_env_water_perform_data.asp (Page consultée le 17 novembre 2008).
- Anonyme (1984). *rapport technique de drainage du site de l'aluminerie de Bécancour*. Lavalin édition, Montréal, 43 p.
- Anonyme (s.d.) La qualité de l'eau de pluie *In* Eautarcie [En ligne].
http://www.eautarcie.com/Eautarcie/3.Eau_de_pluie/B.Qualite_eau_pluie.htm (Page consultée le 22 octobre 2008).
- Baril, H. (2007). Une illusion d'abondance : Sauvons la planète, l'eau menacée. *La presse affaires*, 29 septembre, p.2.
- Beauchamp, A. (2008). Shell blâmée pour mascarade écologique - Une publicité présente son projet dans les sables bitumineux comme « durable » . Vision durable. [En ligne]. <http://www.visiondurable.com/article-239614-Shell-blamee-pour-mascarade-ecologique.html> (Page consultée le 2 octobre 2008).
- Beaudry, J. (1984). *Traitement des eaux*. Éditions du Griffon d'argile, Sainte-Foy, 231 p.
- Bérubé, B. (1990). *Bassin de sédimentation de l'aluminerie de bécancour inc*. Unpublished manuscript.
- Blazy, P., Jdid, E. et Bersillon, J. (2008). Décantation - Aspects théoriques. *Techniques de l'ingénieur, traité Génie des procédés*, vol. J3, n° 450, p. 1-10.
- Brière, F. (2000). *Distribution et collecte des eaux, deuxième édition*. Presses internationales polytechniques, Montréal, 399 p.
- Brodeur, P. et Boyer, G. (1986a). *Rapport technique complémentaire du drainage du site de l'aluminerie de Bécancour*. Lavalin édition, Montréal, 9 p.

- Brodeur, P. et Boyer, G. (1986b). *Rapport technique du drainage du site de l'Aluminerie de Bécancour*. Lavalin édition, Montréal, 37 p.
- Canada. Environnement Canada (2004). Données climatiques du Canada en ligne *In* Environnement Canada. La Voie Verte. [En ligne]. http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climateData/canada_f.html (Page consultée le 28 octobre 2008).
- Canada. Environnement Canada (2008). Température et précipitations dans une perspective historique *In* Environnement Canada. La Voie Verte. [En ligne]. http://www.msc-smc.ec.gc.ca/ccrm/bulletin/national_f.cfm? (Page consultée le 23 octobre 2008).
- Capistran, S. (2008). *Aluminerie de Bécancour Inc., Mesures de niveau de boues du bassin de sédimentation*. ESA environnement édition, Sherbrooke, s-08 04 36, p. 1-25.
- Cardinal, F. (2008). Rien n'est fait pour freiner l'appétit des Québécois pour l'eau, déplore l'opposition. *La presse*, 10 septembre,
- Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec (CEAEQ) (2008). *Détermination des solides en suspension totaux et volatils dans les effluents : méthode gravimétrique*. Québec, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 10 p. (Norme MA. 115 – S.S. 1.1, Rév. 2)
- Chaire de recherche du Canada en droit de l'environnement (CRCDE) (2008). Chaire de recherche du Canada en droit de l'environnement. Université Laval. [En ligne]. <http://www.crcde.ulaval.ca/> (Page consultée le 21 septembre 2008).
- Chevalier, Pierre (2005). *Technologies d'assainissement et de prévention de la pollution* Éditions, Télé-Université, Ste-Foy (Québec) Canada, 440 p.
- Cloutier, S. et al. (2007). *Calcul et interprétation des objectifs environnementaux de rejets pour les contaminants du milieu aquatique*. Deuxième édition, Bibliothèque et Archives nationales du Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 82 p.
- COREM (2008). *Résultats d'analyses granulométriques effectuées par microtrac*. Québec, analyses effectuées le 15 octobre 2008, le 15 octobre 2008 et le 29 octobre 2008.
- Daoust, C. (2008). *Objectif de l'aluminerie de Bécancour pour réduire la consommation d'eau*, Communication personnelle. Entretien avec la spécialiste en environnement sur l'eau, 11 septembre 2008, Bécancour.
- Durand L. et Baril P. (1993). *Plan de la lance de pulvérisation du C.T.F. dans le secteur de la cuisson des anodes au carbone*. Maxi-concept J.L.P. Inc, Dessin no. DA-372.93-V -001.

- Duchesne, A. (2007). Requiem pour la rivière Darling : Sauvons la planète, l'eau menacée. *La presse*, 7 octobre, p.2.
- Environnement Canada (2005). Les pluies acides et les faits *In la voie verte*. [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/pluiesacides/acidfact.html> (Page consultée le 22 octobre 2008).
- Gauthier, A. (2008). Résultats des analyses d'eau pour les envois au ministère, Communication personnelle. 15 octobre 2008, Bécancour (consultation du fichier excel le 15 octobre 2008)
- Goula, A., Kostoglou, M., Karapantsios, T. et Zouboulis, A. (2008). The effect of influent temperature variations in a sedimentation tank for potable water treatment - a computational fluid dynamics study. *water research*, vol. 42, p. 1405-3414.
- Harvey, A. (2000). Projet d'usine de calcinations de coke et d'unité de valorisation énergie par Alcan aluminium Ltée à Beauport. Rapport d'enquête et d'audience publique, Bibliothèque nationale du Québec, Bureau d'audience publique sur l'environnement, Québec, 158 p.
- Harvey, A. (1997). Projet d'usine d'électrolyse à Alma, par Alcan aluminium Ltée. Rapport d'enquête et d'audience publique, Bibliothèque nationale du Québec, Bureau d'audience publique sur l'environnement, Québec, 203 p.
- Hébert, M. (2004). Guide de valorisation sur les matières résiduelles fertilisantes – critères de référence et normes réglementaires, Bibliothèque nationale du Québec, Environnement Québec, Québec, 138 p.
- Hébert, S. (2005). Le Saint-Laurent – La qualité des eaux du fleuve 1990-2003, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Environnement Québec, Québec, 25 p.
- Kalainesan, S. et al. (2008). Integrated Methodology of design for construction site sedimentation basins. *Journal of environmental engineering*, vol. august, p. 619-627.
- Lépine, J. (2008). Gestion de l'eau potable. Une heure sur terre. Radio-Canada, 60 minutes. [En ligne]. http://www.radio-canada.ca/emissions/une_heure_sur_terre/2008-2009/index.shtml (Page Consultée le 31 octobre 2008).
- Loi sur le développement durable*, L.R.Q., D-8.1.1.
- MAMR (Ministère des affaires municipales et des régions) (2006). Programme de suivi de la station d'épuration. Édition du suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux, Direction des infrastructures, Québec, 19 p.

- MDDEP (Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs) (2007). *Attestation d'assainissement de l'aluminerie de Bécancour Inc.*, 200717001.
- MDDEP (Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs) (2008a). *Politique nationale de l'eau*, 2002ENV/2002/0310.
- MDDEP (Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs) (2008b). *Projet de loi 92 - Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection*, Québec,
- Mercier, P. (2000). *Fonctionnement du bassin de sédimentation*. Vidéo. Aluminerie de Bécancour, 15 minutes.
- Mercier, P. (2008). *Gestion de l'eau*. Communication personnelle. Entretien avec le spécialiste en environnement d'Alcoa Canada s'occupant des dossiers de l'eau, 1-27 octobre 2008, Bécancour.
- Moreault, É (2008a). *Les maraîchers craignent de devoir payer leur eau*. *Le soleil*, 10 septembre,
- Moreault, É (2008b). *Québec veut un statut de patrimoine national pour le Saint-Laurent*. *Le soleil*, 25 septembre,
- Monnier, E. (2007a). *Les faits: déjà un siècle de réchauffement*. *Climat : le dossier de vérité*. *Science et vie*, Hors série, vol. 240, p. 8-18
- Monnier, E. (2007b). *Jusqu'où ? : Ce que prévoient les climatologues*. *Climat : le dossier de vérité*. *Science et vie*, Hors série, vol. 240, p. 38-52.
- Musy, A. et Soutter, M. (1991). *Physique du sol*. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 335 p. (Collection Gérer l'environnement)
- Québec. Office québécois de la langue française (2008). *Le Grand dictionnaire terminologique*. [En ligne]. <http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/gdt.html> (Page consultée le 28 octobre 2008).
- Recyc-Québec (2007). *Répertoire québécois des récupérateurs, recycleurs et valorisateurs*. In Recyc-Québec. [En ligne]. <http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/client/fr/repertoires/rep-recuperateurs.asp> (Page consultée le 22 octobre 2008).
- Roof, S. (2008). *Consommation d'eau de l'aluminerie*, Communication personnelle. Entretien avec l'ingénieur responsable du projet de la réduction d'eau de l'aluminerie, 19 novembre 2008, Bécancour.

- Rovel, J. et coll. (2005). Memento technique de l'eau, tome 1. Dixième édition, Éditions Degrémont, France, 781 p.
- Saint-Jacques, J. (1990). *Plan de l'implantation de la troisième série de cuves d'électrolyse de l'aluminerie de Bécancour*. SNC/Monenco Co-entreprise, Dessin no. DD-004-8G0-602.
- Santé Canada (2008). L'aluminium et la santé humaine In santé de l'environnement et du milieu de travail *In* Santé Canada. [En ligne]. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/alum-fra.php> (page consultée le 22 octobre 2008).
- Schmouker, O. (2008). Rio Tinto boycottée au nom de l'environnement - Le fonds souverain de la Norvège se départit de ses actions de la minière . Vision durable. [En ligne]. <http://www.visiondurable.com/article-248478-Rio-Tinto-boycotee-au-nom-de-lenvironnement.html> (Page consultée le 2 octobre 2008).
- Toyota (2008). Environnement In Toyota Canada. [En ligne]. <http://www.toyota.ca/cgi-bin/WebObjects/MWW.woa/40/wo/Home.Environment.f-XJ7OKvq8suWhezUplJTe2M/0.9?fmq%2fenviro%2findex%2ehtml> (Page consultée le 8 décembre 2008)
- Tristancho, C. (2008). Système d'eau de refroidissement de la fonderie. Communication personnelle. Entretien avec une spécialiste du système de refroidissement de la fonderie. 20 octobre 2008, Bécancour.

ANNEXE 1
CALCULS DÉTERMINANT LE VOLUME D'EAU DANS LE BASSIN DE
SÉDIMENTATION SELON LA HAUTEUR D'EAU

Tableau A-1 : volume d'eau en fonction de la hauteur d'eau dans le bassin

Niveau d'eau (hauteur)	Quantité d'eau
0,50	2110
0,75	3231
1,00	4396
1,25	5606
1,50	6863
1,75	8166
2,00	9517
2,25	10916
2,50	12365
2,75	13863
3,00	15413
3,25	17013
3,50	18667
3,75	20373
4,00	22133

Calcul du volume du bassin de sédimentation

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = H[(L*I)+(L+I)*p*H+(4/3)p^2*H^2]$$

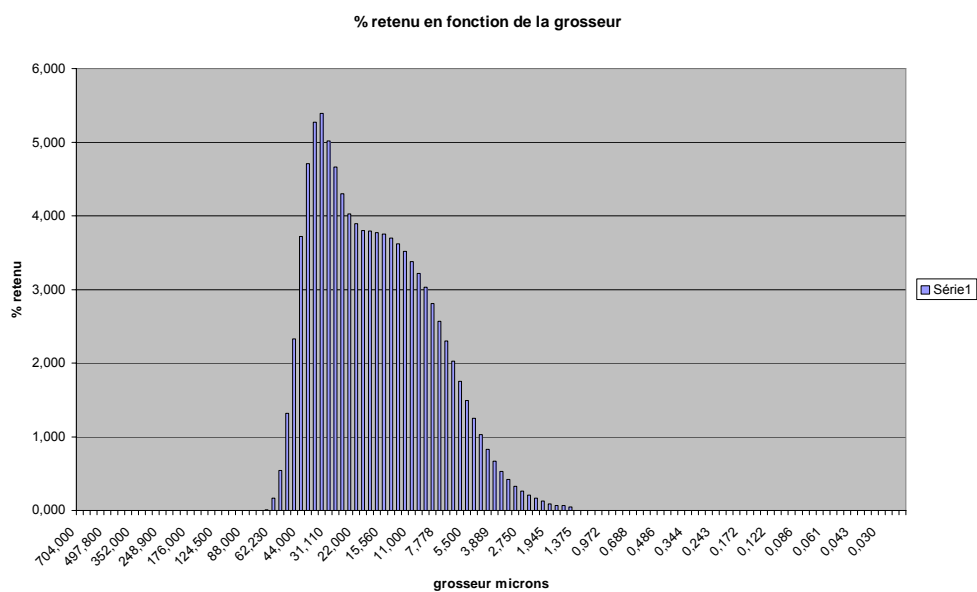
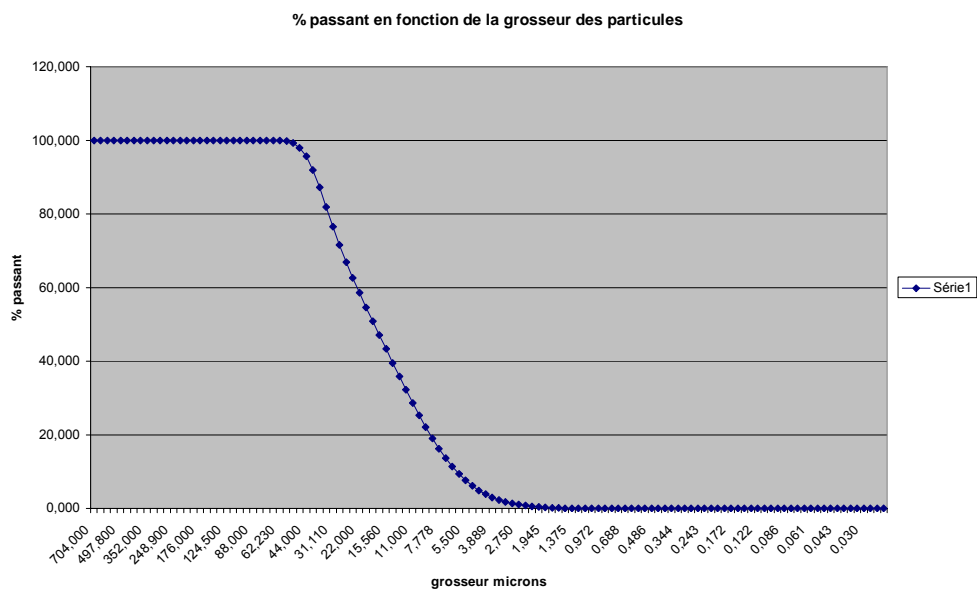
90 longueur

45 largeur

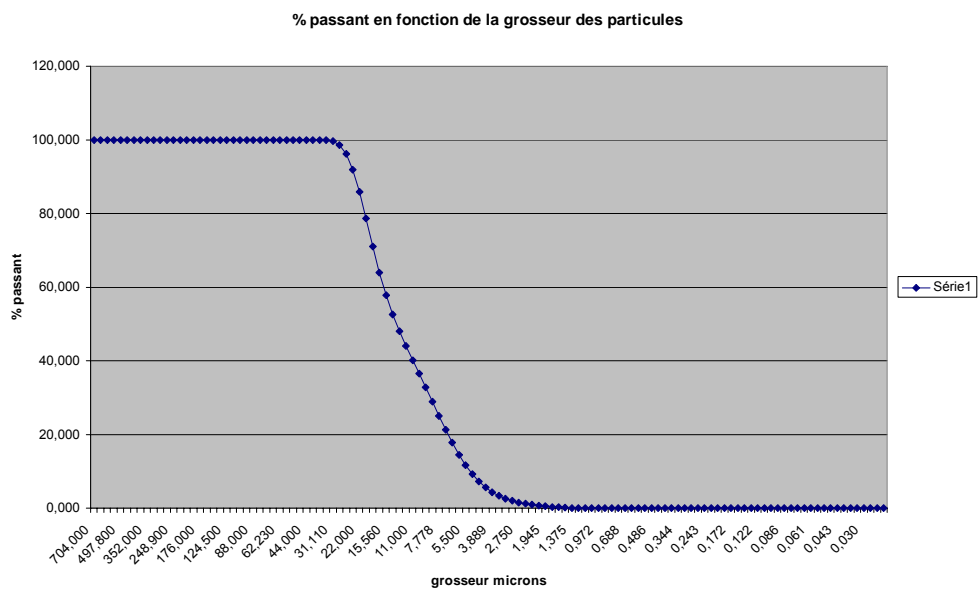
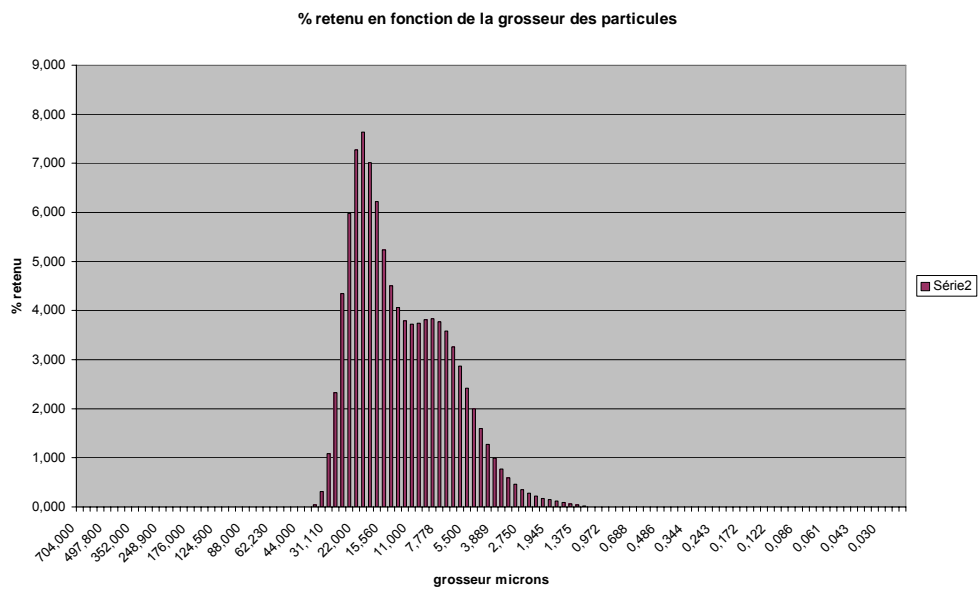
2,5 pente

ANNEXE 2
RÉSULTATS D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR MICROTRAC
DU COREM

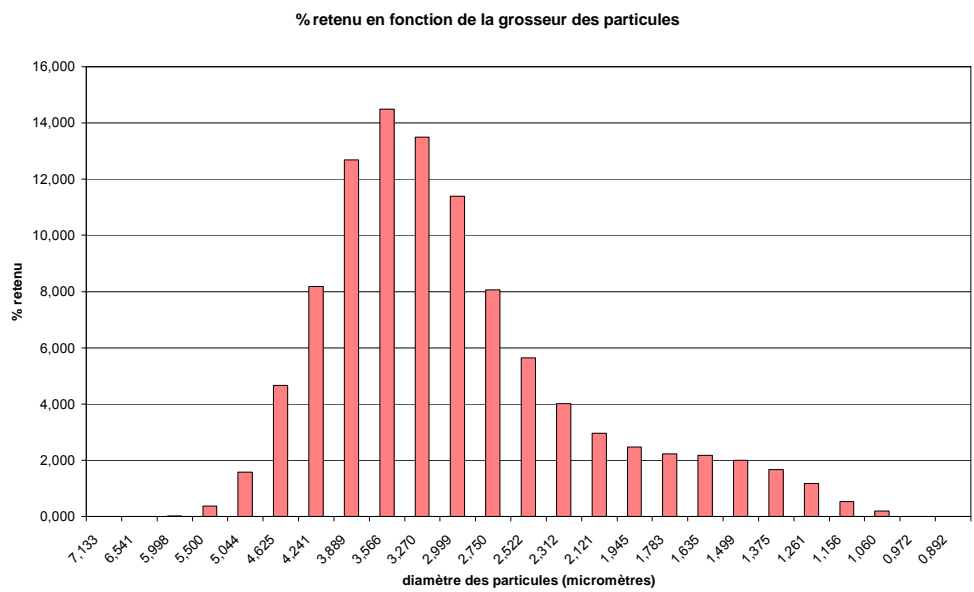
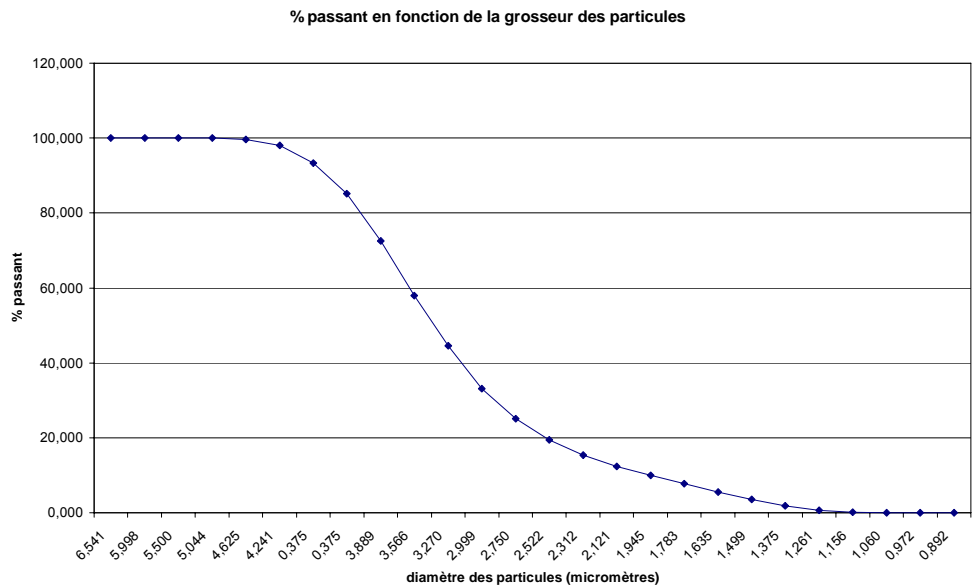
Graphique de l'échantillon A pris à l'entrée du bassin de sédimentation le 1^{er} octobre 2008



Graphique de l'échantillon B pris à l'entrée du bassin de sédimentation le 1^{er} octobre 2008



Graphique de l'échantillon C pris à la sortie du bassin de sédimentation le 29 octobre 2008



ANNEXE 3
CALCULS DE LA VITESSE LIMITE DE CHUTE

Exemple de calculs pour la vitesse de limite de chute

Calcul du volume du bassin de sédimentation

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = H[(L \cdot l) + (L+l) \cdot p \cdot H + (4/3)p^2 \cdot H^2]$$

volume à 0,5 mètres	2110,41667	90	longueur
volume à 0,5 moins les boues	849,41667	45	largeur
temps de séjour avec les boues (heure)	6,2	2,5	pente
temps de séjour sans les boues (heure)	15,4	0,5	hauteur
		1261	hauteur de boues
		38	vitesse des pompes L/s
		136,8	vitesse en m3/heure

Calcul de la constante K

$$K = D [(\rho_p - \rho) \rho g / \mu^2]^{1/3}$$

température	10°C
microns de diamètre	20
densité de la particule	2,65
densité de l'eau	1
viscosité du liquide	0,0015
accélération	
gravitationnelle	9,8

Équation de Stokes

$$V = (1/18)(g / \mu)(\rho_p - \rho)D^2$$

vitesse de chute en mètre par	
0,000239556	seconde
2087,198516	temps de chute pour 0,5 mètre (en secondes)
0,579777365	temps de chute pour 0,5 mètre (en heures)

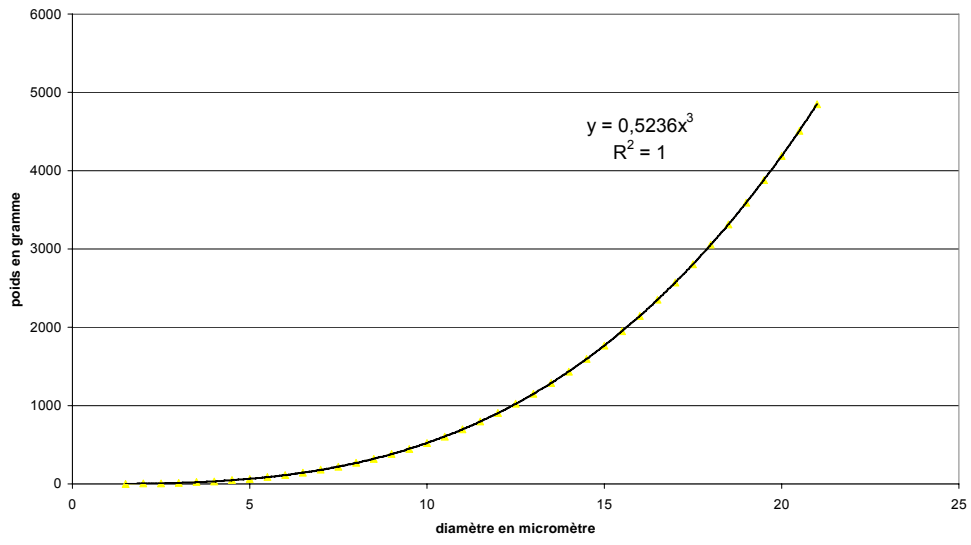
ANNEXE 4
RELATION ENTRE LA TAILLE DES PARTICULES ET LE TEMPS DE
SÉDIMENTATION

Tableau représentant la relation entre la taille des particules et le temps de sédimentation

diamètre (micromètre)	pour 0,5 m temps (h)	pour 1 m temps (h)	pour 2 m temps (h)	pour 3 m temps (h)	pour 4 m temps (h)
1,50	103,07	206,14	412,29	618,43	824,57
2,00	57,98	115,96	231,91	347,87	463,82
2,50	37,11	74,21	148,42	222,63	296,85
3,00	25,77	51,54	103,07	154,61	206,14
3,50	18,93	37,86	75,73	113,59	151,45
4,00	14,49	28,99	57,98	86,97	115,96
4,50	11,45	22,90	45,81	68,71	91,62
5,00	9,28	18,55	37,11	55,66	74,21
5,50	7,67	15,33	30,67	46,00	61,33
6,00	6,44	12,88	25,77	38,65	51,54
6,50	5,49	10,98	21,96	32,93	43,91
7,00	4,73	9,47	18,93	28,40	37,86
7,50	4,12	8,25	16,49	24,74	32,98
8,00	3,62	7,25	14,49	21,74	28,99
8,50	3,21	6,42	12,84	19,26	25,68
9,00	2,86	5,73	11,45	17,18	22,90
9,50	2,57	5,14	10,28	15,42	20,56
10,00	2,32	4,64	9,28	13,91	18,55
10,50	2,10	4,21	8,41	12,62	16,83
11,00	1,92	3,83	7,67	11,50	15,33
11,50	1,75	3,51	7,01	10,52	14,03
12,00	1,61	3,22	6,44	9,66	12,88
12,50	1,48	2,97	5,94	8,91	11,87
13,00	1,37	2,74	5,49	8,23	10,98
13,50	1,27	2,54	5,09	7,63	10,18
14,00	1,18	2,37	4,73	7,10	9,47
14,50	1,10	2,21	4,41	6,62	8,82
15,00	1,03	2,06	4,12	6,18	8,25
15,50	0,97	1,93	3,86	5,79	7,72
16,00	0,91	1,81	3,62	5,44	7,25
16,50	0,85	1,70	3,41	5,11	6,81
17,00	0,80	1,60	3,21	4,81	6,42
17,50	0,76	1,51	3,03	4,54	6,06
18,00	0,72	1,43	2,86	4,29	5,73
18,50	0,68	1,36	2,71	4,07	5,42
19,00	0,64	1,28	2,57	3,85	5,14
19,50	0,61	1,22	2,44	3,66	4,88
20,00	0,58	1,16	2,32	3,48	4,64
20,50	0,55	1,10	2,21	3,31	4,41
21,00	0,53	1,05	2,10	3,16	4,21

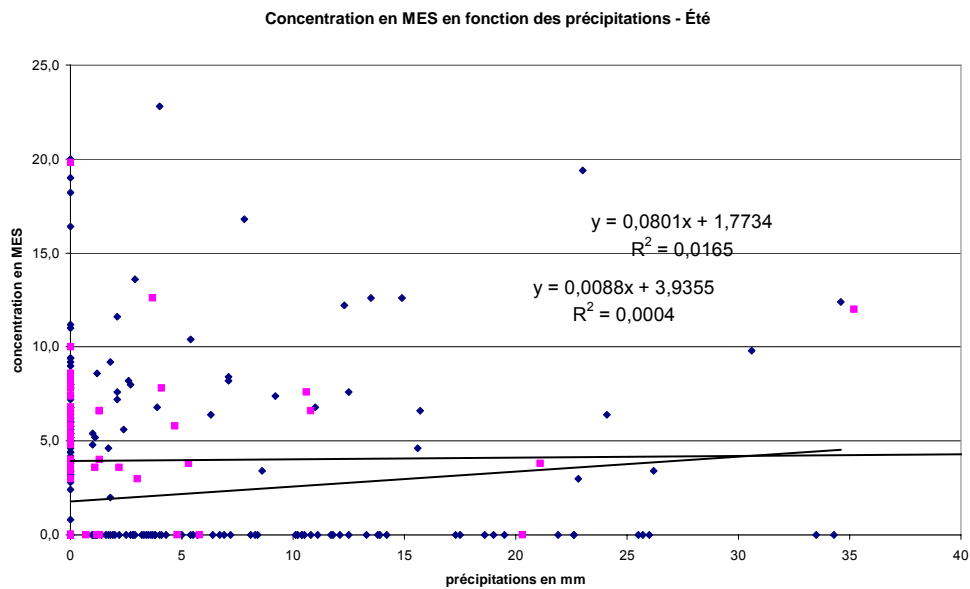
ANNEXE 5
RELATION ENTRE LA TAILLE ET LE POIDS DES PARTICULES

poids des particules en fonction de leur diamètre

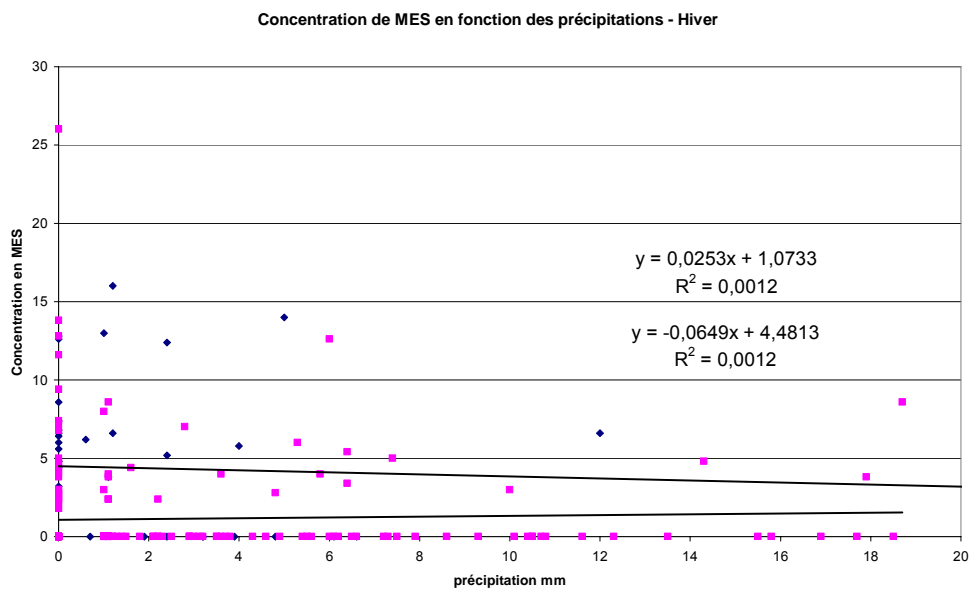


ANNEXE 6
CORRÉLATION ENTRE LA CONCENTRATION DE MATIÈRES EN SUSPENSION
ET LE DÉBIT QUOTIDIEN DES PRÉCIPITATIONS

Relation pour les précipitations estivales

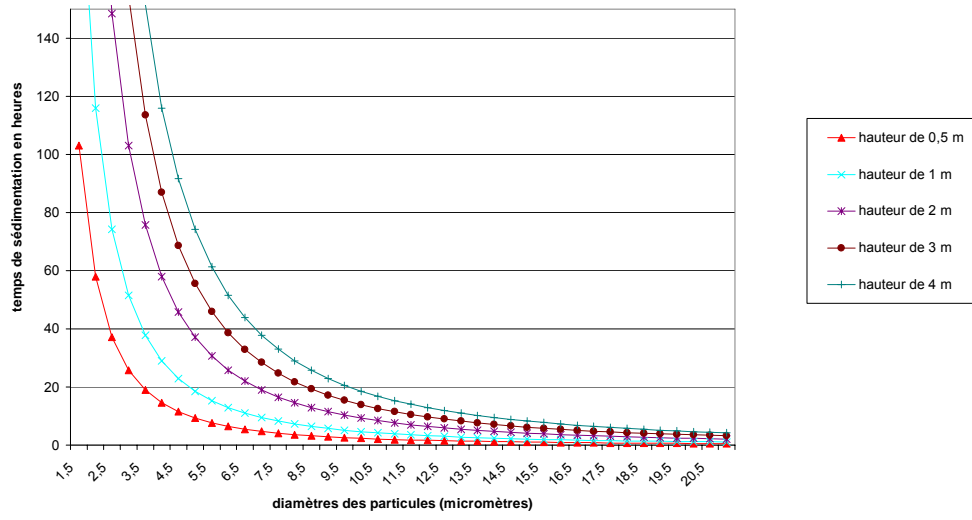


Relation pour les précipitations hivernales



ANNEXE 7
GRAPHIQUE REPRÉSENTANT LE TEMPS DE SÉDIMENTATION
EN FONCTION DE LA TAILLE DES PARTICULES

Temps de sédimentation en heures par rapport à la taille des particules



ANNEXE 8
SIMULATION AVEC DIFFÉRENTES HAUTEURS MAXIMALES DE MARNAGE

date	Prilip. tot. (mm)	volume d'eau	année fictive		année fictive		année fictive		année fictive		année fictive		année fictive	
			procédé: 300 9517 2m	exemple de fonctionnement des pompes	procédé: 450 9517	hauteur du bassin	procédé: 450 9517	hauteur du bassin	procédé: 650 9517	hauteur d'eau du bassin	procédé 100 6863	hauteur du bassin	procédé 250 6863	hauteur du bassin
2007-01-01	10,5	5292	11227	pompe fonctionne 24	11077	2,26	11077	2,23	10877	2,19	8773	1,80	8623	
2007-01-02	1,1	554,4	9517	pompe fonctionne 14	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713	
2007-01-03	0	0	9217		9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613	
2007-01-04	0	0	8917		8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513	
2007-01-05	4,3	2167,2	9517	pompe fonctionne 9h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713	
2007-01-06	10,7	5392,8	11328	pompe fonctionne 24	11178	2,28	11178	2,25	10978	2,21	8872	1,82	8722	
2007-01-07	0	0	9517	pompe fonctionne 11h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713	
2007-01-08	18,5	9324	15259	pompe fonctionne 24	15109	3,02	15109	2,99	14909	2,95	12803	2,56	12653	
2007-01-09	0	0	11677	pompe fonctionne 24	11527	2,34	11527	2,32	11327	2,28	9419	1,92	9269	
2007-01-10	0	0	9517	pompe fonctionne 13	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713	
2007-01-11	1	504	9517	pompe fonctionne 1	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713	
2007-01-12	5,6	2822,4	9517	pompe fonctionne 18	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713	
2007-01-13	0	0	9217		9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613	
2007-01-14	0	0	8917		8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513	
2007-01-15	6	3024	9517	pompe fonctionne 15	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713	
2007-01-16	0	0	9217		9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613	
2007-01-17	0	0	8917		8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513	
2007-01-18	0	0	8617		8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6563	1,38	6413	
2007-01-19	0	0	8317		8167	1,71	8167	1,69	7967	1,65	6463	1,37	6313	
2007-01-20	0	0	8017		7867	1,66	7867	1,63	7667	1,59	6363	1,35	6213	
2007-01-21	0	0	7717		7567	1,60	7567	1,57	7367	1,54	6263	1,33	6113	
2007-01-22	0	0	7417		7267	1,54	7267	1,52	7067	1,48	6163	1,31	6013	
2007-01-23	0	0	7117		6967	1,49	6967	1,46	6767	1,42	6063	1,29	5913	
2007-01-24	1,1	554,4	7371,4		7221,4	1,54	7221,4	1,51	7021,4	1,47	6517,4	1,38	6367,4	
2007-01-25	0	0	7071,4		6921,4	1,48	6921,4	1,45	6721,4	1,41	6417,4	1,36	6267,4	
2007-01-26	0	0	6771,4		6621,4	1,42	6621,4	1,40	6421,4	1,36	6317,4	1,34	6167,4	
2007-01-27	0	0	6471,4		6321,4	1,37	6321,4	1,34	6121,4	1,30	6217,4	1,32	6067,4	
2007-01-28	0	0	6171,4		6021,4	1,31	6021,4	1,28	5821,4	1,24	6117,4	1,30	5967,4	
2007-01-29	0	0	5871,4		5721,4	1,25	5721,4	1,23	5521,4	1,19	6017,4	1,28	5867,4	
2007-01-30	0	0	5571,4		5421,4	1,20	5421,4	1,17	5221,4	1,13	5917,4	1,26	5767,4	
2007-01-31	0	0	5271,4		5121,4	1,14	5121,4	1,11	4921,4	1,08	5817,4	1,24	5667,4	
2007-02-01	1,1	554,4	5525,8		5375,8	1,19	5375,8	1,16	5175,8	1,12	6271,8	1,33	6121,8	
2007-02-02	2,9	1461,6	6687,4		6537,4	1,41	6537,4	1,38	6337,4	1,34	6863	1,44	6713	
2007-02-03	1	504	6891,4		6741,4	1,45	6741,4	1,42	6541,4	1,38	6863	1,44	6713	
2007-02-04	0	0	6591,4		6441,4	1,39	6441,4	1,36	6241,4	1,32	6763	1,42	6613	
2007-02-05	0	0	6291,4		6141,4	1,33	6141,4	1,30	5941,4	1,27	6663	1,40	6513	
2007-02-06	0	0	5991,4		5841,4	1,28	5841,4	1,25	5641,4	1,21	6563	1,38	6413	
2007-02-07	0	0	5691,4		5541,4	1,22	5541,4	1,19	5341,4	1,15	6463	1,37	6313	
2007-02-08	0	0	5391,4		5241,4	1,16	5241,4	1,14	5041,4	1,10	6363	1,35	6213	
2007-02-09	0	0	5091,4		4941,4	1,11	4941,4	1,08	4741,4	1,04	6263	1,33	6113	
2007-02-10	0	0	4791,4		4641,4	1,05	4641,4	1,02	4441,4	0,99	6163	1,31	6013	
2007-02-11	0	0	4491,4		4341,4	0,99	4341,4	0,97	4141,4	0,93	6063	1,29	5913	
2007-02-12	0	0	4191,4		4041,4	0,94	4041,4	0,91	3841,4	0,87	5963	1,27	5813	

2007-02-13	0	0	3891,4	3741,4	0,88	3741,4	0,85	3541,4	0,82	5863	1,25	5713
2007-02-14	6,6	3326,4	6917,8	6767,8	1,45	6767,8	1,42	6567,8	1,38	6863	1,44	6713
2007-02-15	2,1	1058,4	7676,2	7526,2	1,59	7526,2	1,56	7326,2	1,53	6863	1,44	6713
2007-02-16	0	0	7376,2	7226,2	1,54	7226,2	1,51	7026,2	1,47	6763	1,42	6613
2007-02-17	0	0	7076,2	6926,2	1,48	6926,2	1,45	6726,2	1,41	6663	1,40	6513
2007-02-18	2,1	1058,4	7834,6	7684,6	1,62	7684,6	1,59	7484,6	1,56	6863	1,44	6713
2007-02-19	0	0	7534,6	7384,6	1,57	7384,6	1,54	7184,6	1,50	6763	1,42	6613
2007-02-20	0	0	7234,6	7084,6	1,51	7084,6	1,48	6884,6	1,44	6663	1,40	6513
2007-02-21	0	0	6934,6	6784,6	1,45	6784,6	1,43	6584,6	1,39	6563	1,38	6413
2007-02-22	0	0	6634,6	6484,6	1,40	6484,6	1,37	6284,6	1,33	6463	1,37	6313
2007-02-23	0	0	6334,6	6184,6	1,34	6184,6	1,31	5984,6	1,28	6363	1,35	6213
2007-02-24	0	0	6034,6	5884,6	1,28	5884,6	1,26	5684,6	1,22	6263	1,33	6113
2007-02-25	0	0	5734,6	5584,6	1,23	5584,6	1,20	5384,6	1,16	6163	1,31	6013
2007-02-26	0	0	5434,6	5284,6	1,17	5284,6	1,14	5084,6	1,11	6063	1,29	5913
2007-02-27	0	0	5134,6	4984,6	1,12	4984,6	1,09	4784,6	1,05	5963	1,27	5813
2007-02-28	0	0	4834,6	4684,6	1,06	4684,6	1,03	4484,6	0,99	5863	1,25	5713
2007-03-01	0	0	4534,6	4384,6	1,00	4384,6	0,97	4184,6	0,94	5763	1,23	5613
2007-03-02	10,5	5292	9526,6	9376,6	1,94	9376,6	1,91	9176,6	1,87	7671	1,59	7521
2007-03-03		0	9226,6	9076,6	1,88	9076,6	1,86	8876,6	1,82	6863	1,44	6713
2007-03-04	1,1	554,4	9481	9331	1,93	9331	1,90	9131	1,87	6863	1,44	6713
2007-03-05	1,6	806,4	9517 pompe fonctionne 3h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-03-06	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-03-07	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-03-08	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6563	1,38	6413
2007-03-09	0	0	8317	8167	1,71	8167	1,69	7967	1,65	6463	1,37	6313
2007-03-10	1,1	554,4	8571,4	8421,4	1,76	8421,4	1,73	8221,4	1,70	6917,4	1,45	6767,4
2007-03-11	0	0	8271,4	8121,4	1,70	8121,4	1,68	7921,4	1,64	6817,4	1,43	6667,4
2007-03-12	0	0	7971,4	7821,4	1,65	7821,4	1,62	7621,4	1,58	6717,4	1,41	6567,4
2007-03-13	0	0	7671,4	7521,4	1,59	7521,4	1,56	7321,4	1,53	6617,4	1,39	6467,4
2007-03-14	2,2	1108,8	8480,2	8330,2	1,74	8330,2	1,72	8130,2	1,68	6863	1,44	6713
2007-03-15	3,5	1764	9517 pompe fonctionne 3h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-03-16	3,1	1562,4	9517 pompe fonctionne 9h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-03-17	3,8	1915,2	9517 pompe fonctionne 11	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-03-18	1,3	655,2	9517 pompe fonctionne 5	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-03-19	1,1	554,4	9517 pompe fonctionne 2h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-03-20	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-03-21	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-03-22	1,5	756	9373	9223	1,91	9223	1,88	9023	1,85	6863	1,44	6713
2007-03-23	0	0	9073	8923	1,86	8923	1,83	8723	1,79	6763	1,42	6613
2007-03-24	1	504	9277	9127	1,89	9127	1,87	8927	1,83	6863	1,44	6713
2007-03-25	0	0	8977	8827	1,84	8827	1,81	8627	1,77	6763	1,42	6613
2007-03-26	5,3	2671,2	9517 pompe fonctionne 13	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713

2007-03-27	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-03-28	1,1	554,4	9471,4	9321,4	1,93	9321,4	1,90	9121,4	1,86	6863	1,44	6713
2007-03-29	0	0	9171,4	9021,4	1,87	9021,4	1,85	8821,4	1,81	6763	1,42	6613
2007-03-30	0	0	8871,4	8721,4	1,82	8721,4	1,79	8521,4	1,75	6663	1,40	6513
2007-03-31	0	0	8571,4	8421,4	1,76	8421,4	1,73	8221,4	1,70	6563	1,38	6413
2007-04-01	0	0	8271,4	8121,4	1,70	8121,4	1,68	7921,4	1,64	6463	1,37	6313
2007-04-02	7,2	3628,8	9517 pompe fonctionne 15h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-04-03	6	3024	9517 pompe fonctionne 20	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-04-04	13,5	6804	12739 pompe fonctionne 24	12589	2,54	12589	2,52	12389	2,48	10283	2,08	10133
2007-04-05	10,1	5090,4	14247 pompe fonctionne 24	14097	2,83	14097	2,80	13897	2,76	11990	2,40	11840
2007-04-06	1	504	11169 pompe fonctionne 24	11019	2,25	11019	2,22	10819	2,18	9110	1,86	8960
2007-04-07	1,1	554,4	9517 pompe fonctionne 14	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-04-08	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-04-09	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-04-10	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6563	1,38	6413
2007-04-11	0	0	8317	8167	1,71	8167	1,69	7967	1,65	6463	1,37	6313
2007-04-12	0	0	8017	7867	1,66	7867	1,63	7667	1,59	6363	1,35	6213
2007-04-13	0	0	7717	7567	1,60	7567	1,57	7367	1,54	6263	1,33	6113
2007-04-14	0	0	7417	7267	1,54	7267	1,52	7067	1,48	6163	1,31	6013
2007-04-15	1	504	7621	7471	1,58	7471	1,55	7271	1,52	6567	1,38	6417
2007-04-16	11,7	5896,8	9935 pompe fonctionne 24	9785	2,02	9785	1,99	9585	1,95	9080	1,86	8930
2007-04-17	24,1	12146,4	18499 pompe fonctionne 24	18349	3,63	18349	3,60	18149	3,56	17843	3,50	17693
2007-04-18	6,7	3376,8	18294 pompe fonctionne 24	18144	3,59	18144	3,56	17944	3,52	17836	3,50	17686
2007-04-19	1,1	554,4	15266 pompe fonctionne 24	15116	3,02	15116	2,99	14916	2,95	15007	2,97	14857
2007-04-20	0	0	11684 pompe fonctionne 24	11534	2,35	11534	2,32	11334	2,28	11623	2,33	11473
2007-04-21	0	0	9517 pompe fonctionne 14	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	8239	1,70	8089
2007-04-22	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6863	1,44	6713
2007-04-23	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6763	1,42	6613
2007-04-24	1,8	907,2	9524,2	9374,2	1,94	9374,2	1,91	9174,2	1,87	6863	1,44	6713
2007-04-25	0	0	9224,2	9074,2	1,88	9074,2	1,86	8874,2	1,82	6763	1,42	6613
2007-04-26	0	0	8924,2	8774,2	1,83	8774,2	1,80	8574,2	1,76	6663	1,40	6513
2007-04-27	0	0	8624,2	8474,2	1,77	8474,2	1,74	8274,2	1,71	6563	1,38	6413
2007-04-28	3,5	1764	9517 pompe fonctionne 4	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-04-29	5,5	2772	9517 pompe fonctionne 18	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-04-30	8,3	4183,2	10118 pompe fonctionne 24	9968	2,05	9968	2,02	9768	1,99	7663	1,59	7513
2007-05-01	11	5544	12080 pompe fonctionne 24	11930	2,42	11930	2,39	11730	2,35	9823	2,00	9673
2007-05-02	0	0	9517 pompe fonctionne 16	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-05-03	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-05-04	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-05-05	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6563	1,38	6413
2007-05-06	0	0	8317	8167	1,71	8167	1,69	7967	1,65	6463	1,37	6313
2007-05-07	0	0	8017	7867	1,66	7867	1,63	7667	1,59	6363	1,35	6213

2007-05-08	0	0	7717	7567	1,60	7567	1,57	7367	1,54	6263	1,33	6113
2007-05-09	0	0	7417	7267	1,54	7267	1,52	7067	1,48	6163	1,31	6013
2007-05-10	0	0	7117	6967	1,49	6967	1,46	6767	1,42	6063	1,29	5913
2007-05-11	0	0	6817	6667	1,43	6667	1,40	6467	1,37	5963	1,27	5813
2007-05-12	0	0	6517	6367	1,38	6367	1,35	6167	1,31	5863	1,25	5713
2007-05-13	0	0	6217	6067	1,32	6067	1,29	5867	1,25	5763	1,23	5613
2007-05-14	0	0	5917	5767	1,26	5767	1,23	5567	1,20	5663	1,22	5513
2007-05-15	0	0	5617	5467	1,21	5467	1,18	5267	1,14	5563	1,20	5413
2007-05-16	12,5	6300	9517 pompe fonctionne 15	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	8479	1,74	8329
2007-05-17	13,8	6955,2	12890 pompe fonctionne 24	12740	2,57	12740	2,54	12540	2,51	12051	2,41	11901
2007-05-18	3,2	1612,8	10920 pompe fonctionne 24	10770	2,20	10770	2,17	10570	2,14	10280	2,08	10130
2007-05-19	0	0	9517 pompe fonctionne 8	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6896	1,45	6746
2007-05-20	1	504	9721	9571	1,98	9571	1,95	9371	1,91	6863	1,44	6713
2007-05-21	2,5	1260	9517 pompe fonctionne 9h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-05-22	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-05-23		0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-05-24		0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6563	1,38	6413
2007-05-25	0	0	8317	8167	1,71	8167	1,69	7967	1,65	6463	1,37	6313
2007-05-26		0	8017	7867	1,66	7867	1,63	7667	1,59	6363	1,35	6213
2007-05-27	0	0	7717	7567	1,60	7567	1,57	7367	1,54	6263	1,33	6113
2007-05-28	0	0	7417	7267	1,54	7267	1,52	7067	1,48	6163	1,31	6013
2007-05-29	0	0	7117	6967	1,49	6967	1,46	6767	1,42	6063	1,29	5913
2007-05-30		0	6817	6667	1,43	6667	1,40	6467	1,37	5963	1,27	5813
2007-05-31		0	6517	6367	1,38	6367	1,35	6167	1,31	5863	1,25	5713
2007-06-01	0	0	6217	6067	1,32	6067	1,29	5867	1,25	5763	1,23	5613
2007-06-02	3,8	1915,2	7832,2	7682,2	1,62	7682,2	1,59	7482,2	1,56	6863	1,44	6713
2007-06-03	0	0	7532,2	7382,2	1,57	7382,2	1,54	7182,2	1,50	6763	1,42	6613
2007-06-04	1,1	554,4	7786,6	7636,6	1,61	7636,6	1,59	7436,6	1,55	6863	1,44	6713
2007-06-05		0	7486,6	7336,6	1,56	7336,6	1,53	7136,6	1,49	6763	1,42	6613
2007-06-06	6,9	3477,6	9517 pompe fonctionne 8	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-06-07	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-06-08	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-06-09	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6563	1,38	6413
2007-06-10	0	0	8317	8167	1,71	8167	1,69	7967	1,65	6463	1,37	6313
2007-06-11	0	0	8017	7867	1,66	7867	1,63	7667	1,59	6363	1,35	6213
2007-06-12	0	0	7717	7567	1,60	7567	1,57	7367	1,54	6263	1,33	6113
2007-06-13	0	0	7417	7267	1,54	7267	1,52	7067	1,48	6163	1,31	6013
2007-06-14	0	0	7117	6967	1,49	6967	1,46	6767	1,42	6063	1,29	5913
2007-06-15	0	0	6817	6667	1,43	6667	1,40	6467	1,37	5963	1,27	5813
2007-06-16		0	6517	6367	1,38	6367	1,35	6167	1,31	5863	1,25	5713
2007-06-17	0	0	6217	6067	1,32	6067	1,29	5867	1,25	5763	1,23	5613
2007-06-18	0	0	5917	5767	1,26	5767	1,23	5567	1,20	5663	1,22	5513

2007-06-19	0	0	5617	5467	1,21	5467	1,18	5267	1,14	5563	1,20	5413
2007-06-20	1,2	604,8	5921,8	5771,8	1,26	5771,8	1,24	5571,8	1,20	6067,8	1,29	5917,8
2007-06-21	10,2	5140,8	9517 pompe fonctionne 9h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	7825	1,62	7675
2007-06-22	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6863	1,44	6713
2007-06-23	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6763	1,42	6613
2007-06-24	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6663	1,40	6513
2007-06-25	0	0	8317	8167	1,71	8167	1,69	7967	1,65	6563	1,38	6413
2007-06-26	0	0	8017	7867	1,66	7867	1,63	7667	1,59	6463	1,37	6313
2007-06-27	5,4	2721,6	9517 pompe fonctionne 6h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-06-28	33,5	16884	22819 pompe fonctionne 24	22669	4,44	22669	4,41	22469	4,37	20363	3,98	20213
2007-06-29	1,1	554,4	19791 pompe fonctionne 24	19641	3,87	19641	3,84	19441	3,80	17534	3,44	17384
2007-06-30	3,8	1915,2	18124 pompe fonctionne 24	17974	3,56	17974	3,53	17774	3,49	16066	3,17	15916
2007-07-01	0	0	14542 pompe fonctionne 24	14392	2,88	14392	2,85	14192	2,82	12683	2,53	12533
2007-07-02	0	0	10960 pompe fonctionne 24	10810	2,21	10810	2,18	10610	2,14	9299	1,90	9149
2007-07-03	2,8	1411,2	9517 pompe fonctionne 21	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	7327	1,53	7177
2007-07-04	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6863	1,44	6713
2007-07-05	10,4	5241,6	10876 pompe fonctionne 24	10726	2,19	10726	2,17	10526	2,13	8721	1,79	8571
2007-07-06	1,4	705,6	9517 pompe fonctionne 12	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-07-07	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-07-08	6,4	3225,6	9517 pompe fonctionne 19	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-07-09	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-07-10	7,1	3578,4	9517 pompe fonctionne 22	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6956	1,46	6806
2007-07-11	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6856	1,44	6706
2007-07-12	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6756	1,42	6606
2007-07-13	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6656	1,40	6506
2007-07-14	7,8	3931,2	9517 fonctionne 20	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	7204	1,50	7054
2007-07-15	2,7	1360,8	9517 pompe fonctionne 7	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-07-16	1	504	9721	9571	1,98	9571	1,95	9371	1,91	6863	1,44	6713
2007-07-17	5,4	2721,6	9517 pompe fonctionne 20	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-07-18	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-07-19	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-07-20	19,5	9828	15163 pompe fonctionne 24	15013	3,00	15013	2,97	14813	2,93	13107	2,61	12957
2007-07-21	34,6	17438,4	29019 pompe fonctionne 24	28869	5,60	28869	5,57	28669	5,54	27162	5,25	27012
2007-07-22	0	0	25437 pompe fonctionne 24	25287	4,93	25287	4,90	25087	4,86	23778	4,62	23628
2007-07-23	0	0	21855 pompe fonctionne 24	21705	4,26	21705	4,23	21505	4,19	20394	3,98	20244
2007-07-24	0	0	18273 pompe fonctionne 24	18123	3,58	18123	3,56	17923	3,52	17010	3,35	16860
2007-07-25	0	0	14691 pompe fonctionne 24	14541	2,91	14541	2,88	14341	2,84	13626	2,71	13476
2007-07-26	0	0	11109 pompe fonctionne 24	10959	2,24	10959	2,21	10759	2,17	10242	2,08	10092
2007-07-27	0	0	9517 pompe fonctionne 11	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-07-28	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-07-29	26	13104	18739 pompe fonctionne 24	18589	3,67	18589	3,64	18389	3,61	16483	3,25	16333
2007-07-30	0	0	15157 pompe fonctionne 24	15007	3,00	15007	2,97	14807	2,93	13099	2,61	12949

2007-07-31	0	0	11575 pompe fonctionne 24	11425	2,33	11425	2,30	11225	2,26	9517	1,94	9367
2007-08-01	0	0	9517 pompe fonctionne 11	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-08-02	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-08-03	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-08-04	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6563	1,38	6413
2007-08-05	0	0	8317	8167	1,71	8167	1,69	7967	1,65	6463	1,37	6313
2007-08-06	0	0	8017	7867	1,66	7867	1,63	7667	1,59	6363	1,35	6213
2007-08-07	26,2	13204,8	17639 pompe fonctionne 24	17489	3,46	17489	3,44	17289	3,40	16184	3,19	16034
2007-08-08	0	0	14057 pompe fonctionne 24	13907	2,79	13907	2,76	13707	2,73	12800	2,56	12650
2007-08-09	6,3	3175,2	13650 pompe fonctionne 24	13500	2,72	13500	2,69	13300	2,65	12592	2,52	12442
2007-08-10	0	0	10068 pompe fonctionne 24	9918	2,04	9918	2,01	9718	1,98	9208	1,88	9058
2007-08-11	0	0	9517 fonctionne 1	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-08-12	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-08-13	10,8	5443,2	11078 pompe fonctionne 24	10928	2,23	10928	2,20	10728	2,17	8823	1,81	8673
2007-08-14	1	504	9517 pompe fonctionne 12	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-08-15	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-08-16	2,1	1058,4	9517 pompe fonctionne 3h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-08-17	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-08-18	3,7	1864,8	9517 pompe fonctionne 9h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-08-19	1	504	9517 pompe fonctionne 1	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-08-20	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-08-21	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-08-22	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6563	1,38	6413
2007-08-23	0	0	8317	8167	1,71	8167	1,69	7967	1,65	6463	1,37	6313
2007-08-24	2	1008	9025	8875	1,85	8875	1,82	8675	1,78	6863	1,44	6713
2007-08-25	13,3	6703,2	12146 pompe fonctionne 24	11996	2,43	11996	2,40	11796	2,37	10183	2,06	10033
2007-08-26	3,3	1663,2	10227 pompe fonctionne 24	10077	2,07	10077	2,04	9877	2,01	8463	1,74	8313
2007-08-27	0	0	9517 pompe fonctionne 3h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-08-28	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-08-29	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-08-30	1,6	806,4	9423,4	9273,4	1,92	9273,4	1,89	9073,4	1,86	6863	1,44	6713
2007-08-31	2,9	1461,6	9517 pompe fonctionne 8	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-09-01	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-09-02	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-09-03	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6563	1,38	6413
2007-09-04	1	504	8821	8671	1,81	8671	1,78	8471	1,74	6967	1,46	6817
2007-09-05	0	0	8521	8371	1,75	8371	1,72	8171	1,69	6867	1,44	6717
2007-09-06	0	0	8221	8071	1,70	8071	1,67	7871	1,63	6767	1,42	6617
2007-09-07	3,4	1713,6	9634,6	9484,6	1,96	9484,6	1,93	9284,6	1,90	6863	1,44	6713
2007-09-08	0	0	9334,6	9184,6	1,90	9184,6	1,88	8984,6	1,84	6763	1,42	6613
2007-09-09	1,1	554,4	9589	9439	1,95	9439	1,92	9239	1,89	6863	1,44	6713
2007-09-10	0	0	9289	9139	1,90	9139	1,87	8939	1,83	6763	1,42	6613

2007-09-11	0	0	8989	8839	1,84	8839	1,81	8639	1,77	6663	1,40	6513
2007-09-12	21,9	11037,6	16444 pompe fonctionne 24	16294	3,24	16294	3,21	16094	3,17	14317	2,84	14167
2007-09-13	0	0	12862 pompe fonctionne 24	12712	2,57	12712	2,54	12512	2,50	10933	2,20	10783
2007-09-14	0	0	9517 pompe fonctionne 22	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	7549	1,57	7399
2007-09-15	1,2	604,8	9517 pompe fonctionne 2	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-09-16	17,5	8820	14755 pompe fonctionne 24	14605	2,92	14605	2,89	14405	2,86	12299	2,46	12149
2007-09-17	0	0	11173 pompe fonctionne 24	11023	2,25	11023	2,22	10823	2,18	8915	1,83	8765
2007-09-18	0	0	9517 pompe fonctionne 10h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-09-19	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-09-20	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-09-21	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6563	1,38	6413
2007-09-22	0	0	8317	8167	1,71	8167	1,69	7967	1,65	6463	1,37	6313
2007-09-23	0	0	8017	7867	1,66	7867	1,63	7667	1,59	6363	1,35	6213
2007-09-24	0	0	7717	7567	1,60	7567	1,57	7367	1,54	6263	1,33	6113
2007-09-25	0	0	7417	7267	1,54	7267	1,52	7067	1,48	6163	1,31	6013
2007-09-26	0	0	7117	6967	1,49	6967	1,46	6767	1,42	6063	1,29	5913
2007-09-27	0	0	6817	6667	1,43	6667	1,40	6467	1,37	5963	1,27	5813
2007-09-28	10,2	5140,8	9517 pompe fonctionne 15	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	7720	1,60	7570
2007-09-29	14,9	7509,6	13444 pompe fonctionne 24	13294	2,68	13294	2,65	13094	2,61	11846	2,38	11696
2007-09-30	0	0	9862 pompe fonctionne 24	9712	2,00	9712	1,98	9512	1,94	8462	1,74	8312
2007-10-01	0	0	9562 pompe fonctionne 1	9412	1,95	9412	1,92	9212	1,88	6863	1,44	6713
2007-10-02	0	0	9262	9112	1,89	9112	1,86	8912	1,83	6763	1,42	6613
2007-10-03	0	0	8962	8812	1,83	8812	1,81	8612	1,77	6663	1,40	6513
2007-10-04	0	0	8662	8512	1,78	8512	1,75	8312	1,71	6563	1,38	6413
2007-10-05	0	0	8362	8212	1,72	8212	1,69	8012	1,66	6463	1,37	6313
2007-10-06	0	0	8062	7912	1,67	7912	1,64	7712	1,60	6363	1,35	6213
2007-10-07	4,3	2167,2	9517 pompe fonctionne 3h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-10-08	4	2016	9517 pompe fonctionne 12	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-10-09	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-10-10	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-10-11	1,1	554,4	9171,4	9021,4	1,87	9021,4	1,85	8821,4	1,81	6863	1,44	6713
2007-10-12	0	0	8871,4	8721,4	1,82	8721,4	1,79	8521,4	1,75	6763	1,42	6613
2007-10-13	15,7	7912,8	13202 pompe fonctionne 24	13052	2,63	13052	2,60	12852	2,57	11292	2,27	11142
2007-10-14	5,7	2872,8	12492 pompe fonctionne 24	12342	2,50	12342	2,47	12142	2,43	10781	2,18	10631
2007-10-15	1,1	554,4	9464 pompe fonctionne 24	9314	1,93	9314	1,90	9114	1,86	7952	1,64	7802
2007-10-16	0	0	9164	9014	1,87	9014	1,84	8814	1,81	6863	1,44	6713
2007-10-17	0	0	8864	8714	1,82	8714	1,79	8514	1,75	6763	1,42	6613
2007-10-18	0	0	8564	8414	1,76	8414	1,73	8214	1,69	6663	1,40	6513
2007-10-19	0	0	8264	8114	1,70	8114	1,68	7914	1,64	6563	1,38	6413
2007-10-20	22,8	11491,2	16173 pompe fonctionne 24	16023	3,19	16023	3,16	15823	3,12	14671	2,91	14521
2007-10-21	1	504	13095 pompe fonctionne 24	12945	2,61	12945	2,58	12745	2,55	11791	2,37	11641
2007-10-22	0	0	9517 pompe fonctionne 24	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	8407	1,73	8257

2007-10-23	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6863	1,44	6713
2007-10-24	11,1	5594,4	11229 pompe fonctionne 24	11079	2,26	11079	2,23	10879	2,19	9074	1,86	8924
2007-10-25	0	0	9517 pompe fonctionne 10h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-10-26	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-10-27	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-10-28	22,6	11390,4	16725 pompe fonctionne 24	16575	3,29	16575	3,26	16375	3,23	14670	2,91	14520
2007-10-29	0	0	13143 pompe fonctionne 24	12993	2,62	12993	2,59	12793	2,55	11286	2,27	11136
2007-10-30	0	0	9561 pompe fonctionne 24	9411	1,95	9411	1,92	9211	1,88	7902	1,64	7752
2007-10-31	0	0	9261	9111	1,89	9111	1,86	8911	1,83	6863	1,44	6713
2007-11-01	0	0	8961	8811	1,83	8811	1,81	8611	1,77	6763	1,42	6613
2007-11-02	1,2	604,8	9265,8	9115,8	1,89	9115,8	1,86	8915,8	1,83	6863	1,44	6713
2007-11-03	0	0	8965,8	8815,8	1,84	8815,8	1,81	8615,8	1,77	6763	1,42	6613
2007-11-04	0	0	8665,8	8515,8	1,78	8515,8	1,75	8315,8	1,71	6663	1,40	6513
2007-11-05	0	0	8365,8	8215,8	1,72	8215,8	1,69	8015,8	1,66	6563	1,38	6413
2007-11-06	0	0	8065,8	7915,8	1,67	7915,8	1,64	7715,8	1,60	6463	1,37	6313
2007-11-07	8,1	4082,4	9517 pompe fonctionne 17	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	7162	1,50	7012
2007-11-08	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6863	1,44	6713
2007-11-09	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6763	1,42	6613
2007-11-10	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6663	1,40	6513
2007-11-11	0	0	8317	8167	1,71	8167	1,69	7967	1,65	6563	1,38	6413
2007-11-12	0	0	8017	7867	1,66	7867	1,63	7667	1,59	6463	1,37	6313
2007-11-13	0	0	7717	7567	1,60	7567	1,57	7367	1,54	6363	1,35	6213
2007-11-14	1,1	554,4	7971,4	7821,4	1,65	7821,4	1,62	7621,4	1,58	6817,4	1,43	6667,4
2007-11-15	0	0	7671,4	7521,4	1,59	7521,4	1,56	7321,4	1,53	6717,4	1,41	6567,4
2007-11-16	5	2520	9891,4	9741,4	2,01	9741,4	1,98	9541,4	1,94	6863	1,44	6713
2007-11-17	0	0	9591,4	9441,4	1,95	9441,4	1,92	9241,4	1,89	6763	1,42	6613
2007-11-18	0	0	9291,4	9141,4	1,90	9141,4	1,87	8941,4	1,83	6663	1,40	6513
2007-11-19	2,9	1461,6	9517 pompe fonctionne 6h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-11-20	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-11-21	4,6	2318,4	9517 pompe fonctionne 12	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-11-22	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-11-23	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-11-24	0	0	8617	8467	1,77	8467	1,74	8267	1,70	6563	1,38	6413
2007-11-25	5,8	2923,2	9517 pompe fonctionne 12	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-11-26	3,6	1814,4	11031,4 pompe fonctionne 11	10881,4	2,22	10881,4	2,20	10681,4	2,16	6863	1,44	6713
2007-11-27	0	0	10731,4	10581,4	2,17	10581,4	2,14	10381,4	2,10	6763	1,42	6613
2007-11-28	3	1512	9517 pompe fonctionne 6h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-11-29	2,8	1411,2	9517 pompe fonctionne 8	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-11-30	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-12-01	0	0	8917	8767	1,83	8767	1,80	8567	1,76	6663	1,40	6513
2007-12-02	17,9	9021,6	14356 pompe fonctionne 24	14206	2,85	14206	2,82	14006	2,78	12301	2,46	12151
2007-12-03	2,9	1461,6	12235 pompe fonctionne 24	12085	2,45	12085	2,42	11885	2,38	10379	2,10	10229

2007-12-04	0	0	9517 pompe fonctionne 17	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6995	1,47	6845
2007-12-05	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6895	1,45	6745
2007-12-06	1	504	9421	9271	1,92	9271	1,89	9071	1,86	6863	1,44	6713
2007-12-07	0	0	9121	8971	1,86	8971	1,84	8771	1,80	6763	1,42	6613
2007-12-08	0	0	8821	8671	1,81	8671	1,78	8471	1,74	6663	1,40	6513
2007-12-09	0	0	8521	8371	1,75	8371	1,72	8171	1,69	6563	1,38	6413
2007-12-10	3,2	1612,8	9517 pompe fonctionne 2	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-12-11	2,5	1260	9517 pompe fonctionne 7	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-12-12	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-12-13	3,5	1764	9517 pompe fonctionne 8	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-12-14	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-12-15	10,4	5241,6	10876 pompe fonctionne 24	10726	2,19	10726	2,17	10526	2,13	8621	1,77	8471
2007-12-16	6,4	3225,6	10519 pompe fonctionne 24	10369	2,13	10369	2,10	10169	2,06	8463	1,74	8313
2007-12-17	0	0	9517 pompe fonctionne 5	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-12-18	1,1	554,4	9517 pompe fonctionne 1h	9367	1,94	9367	1,91	9167	1,87	6863	1,44	6713
2007-12-19	0	0	9217	9067	1,88	9067	1,85	8867	1,82	6763	1,42	6613
2007-12-20	1	504	9421	9271	1,92	9271	1,89	9071	1,86	6863	1,44	6713
2007-12-21	0	0	9121	8971	1,86	8971	1,84	8771	1,80	6763	1,42	6613
2007-12-22	15,5	7812	13351 pompe fonctionne 24	13201	2,66	13201	2,63	13001	2,59	11191	2,25	11041
2007-12-23			9769 pompe fonctionne 24	9619	1,99	9619	1,96	9419	1,92	7807	1,62	7657
2007-12-24			9469	9319	1,93	9319	1,90	9119	1,86	6863	1,44	6713
2007-12-25			9169	9019	1,87	9019	1,85	8819	1,81	6763	1,42	6613
2007-12-26			8869	8719	1,82	8719	1,79	8519	1,75	6663	1,40	6513
2007-12-27			8569	8419	1,76	8419	1,73	8219	1,70	6563	1,38	6413
2007-12-28			8269	8119	1,70	8119	1,68	7919	1,64	6463	1,37	6313
2007-12-29			7969	7819	1,65	7819	1,62	7619	1,58	6363	1,35	6213
2007-12-30			7669	7519	1,59	7519	1,56	7319	1,53	6263	1,33	6113
2007-12-31			7369	7219	1,54	7219	1,51	7019	1,47	6163	1,31	6013