

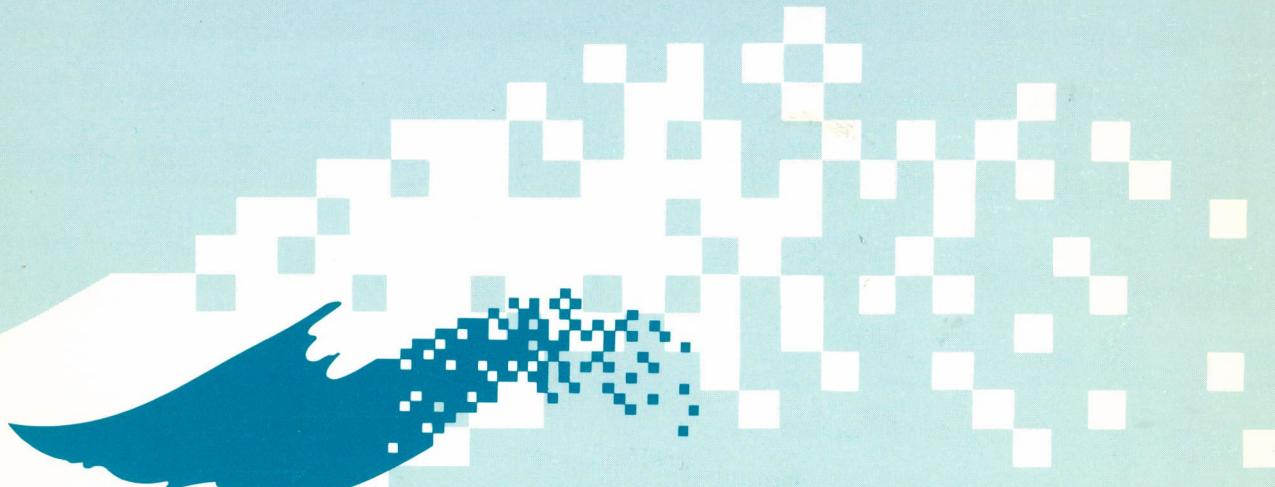
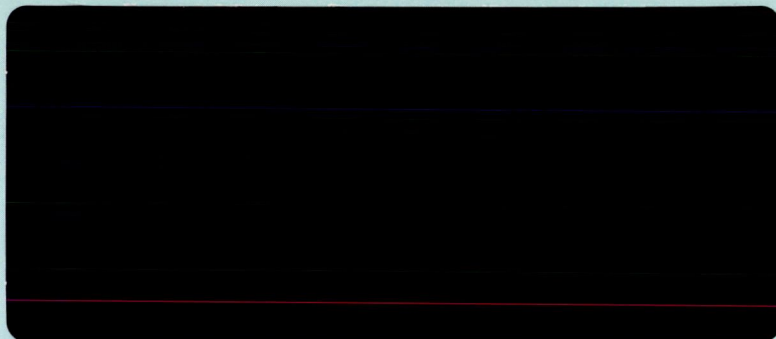


Environnement
Canada

Environment
Canada

Conservation et
Protection

Conservation and
Protection



PLAN D'ACTION SAINT-LAURENT ST. LAWRENCE ACTION PLAN

CENTRE SAINT-LAURENT
ST. LAWRENCE CENTRE

243050

SC350402
B47es
Rapp.fin

CSL-1888
SC 350402
B47ed
Rapp. Final

Doc-1510 PASL

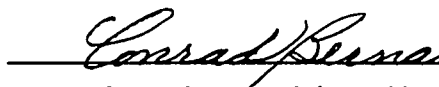
**ESSAIS DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS
DE L'USINE INTÉGRÉE DE PATES ET PAPIERS
DE DAISHOWA PAR LE PROCÉDÉ
DE BIOFILTRATION BIOFOR®**

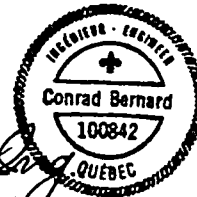
RAPPORT FINAL

Rédigé pour le Centre Saint-Laurent

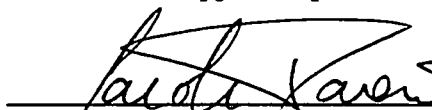
Environnement Canada

Rédigé par:


Conrad Bernard, ing. chim.



Approuvé par:


Carole Parent, ing., M.Sc.



ASSEAU inc.

Février 1993

LES PRODUITS FORESTIERS DAISHOWA LTÉE

USINE DE QUÉBEC

**Essai de traitement des effluents de
l'usine intégrée de pâtes et papiers de Daishowa
par le procédé de biofiltration BIOFOR**

FÉVRIER 1993

ASSEAU inc.

RÉSUMÉ

Le présent rapport décrit les résultats de trois mois d'essais pilote de biofiltration ascendante (procédé BIOFOR® de la Société Degrémont) sur l'effluent d'une usine intégrée de pâtes et papiers, qui avaient pour objectif d'évaluer l'applicabilité comme traitement secondaire. Une réduction de 80% de la DBO₅ peut être obtenue à une charge appliquée de 5 kg/m³d, et la toxicité (CL50-96h truite et CL50-48h *Daphnia Magna*) est éliminée dans toutes les conditions testées.

ABSTRACT

This report describes the results stemming from the three months pilot studies of an upflow biological filter (BIOFOR® process by Degrémont) on an integrated pulp and paper mill effluent. The applicability of the system as a secondary treatment is demonstrated with a BOD reduction of 80% at a rate of 5 kg/m³d. Furthermore, the toxicity (trout LC50-96h and *Daphnia Magna* LC50-48h) is removed in all conditions

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
RÉSUMÉ	i
ABSTRACT	i
TABLE DES MATIÈRES.....	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	iv
LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES ANNEXES	vi
1 Introduction.....	1
2 Objectifs de l'étude	3
3 Traitement secondaire par biofiltration	4
3.1 Théorie du biofiltre.....	4
3.2 État de développement.....	6
3.2.1 Historique et développement de la technique	6
3.3 Avantages / inconvénients.....	8
3.4 La technologie BIOFOR®.....	9
3.4.1 Description.....	9
3.4.1.1 Avantages du BIOFOR®	9
3.4.1.2 Matériau support.....	10
3.4.1.3 Air de procédé - capacité d'oxygénation.....	10
3.4.1.4 Rétention des boues - lavage - évacuation	11
3.4.2 Paramètres limites	12
3.4.3 Performances anticipées	12
4 Usine Daishowa.....	14
4.1 Description de l'usine	14
4.2 Procédés utilisés	14
4.3 Caractérisation de l'effluent.....	15
4.4 Résidus générés.....	15
4.5 Programme de traitement des effluents / résidus	16
4.5.1 Réglementation.....	16

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<u>Page</u>
5 Programme expérimental.....	17
5.1 Description des essais pilotes	17
5.1.1 Déroulement des essais	17
5.2 Méthodes expérimentales.....	20
5.2.1 Description du pilote.....	20
5.2.2 Méthodes d'échantillonnage.....	21
5.2.3 Programme d'analyse	22
5.3 Analyses en laboratoire.....	24
5.3.1 Méthodes analytiques.....	24
5.3.2 Contrôle de la qualité	25
 6 Résultats des essais pilotes	 26
6.1 Performance du biofiltre	26
6.1.1 Présentation des résultats par étape.....	26
6.1.2 Évolution de la perte de charge dans le filtre	46
6.1.3 Enlèvement de la DBO ₅ et DCO au cours des cycles d'opération.....	48
6.1.4 Consommation en nutriments	50
6.1.5 Consommation en air de procédé.....	51
6.1.6 Enlèvement de la toxicité.....	52
6.1.7 Enlèvement des acides gras et résiniques	55
6.2 Lavage des biofiltres.....	61
6.2.1 Quantité d'eaux de lavage produite.....	62
6.2.2 Caractéristiques des eaux sales de lavage	62
6.2.3 Traitement des eaux sales de lavage.....	63
6.2.4 Production de boues secondaires	65
6.2.5 Caractéristiques des boues de lavage	67
 7 Discussion des résultats.....	 68
 8 Paramètres de conception et coûts budgétaires	 78
8.1 Critères de conception et de fonctionnement	78
8.2 Coûts budgétaires	78
 9 Conclusion.....	 80
 Références bibliographiques.....	 82

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau</u>	<u>Page</u>
1	Caractéristiques actuelles et futures de l'effluent à l'étude 15
2	Liste des différentes étapes d'opération..... 18
3	Méthodes utilisées pour la mesure des paramètres physico-chimiques 24
4	Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V0 28
5	Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V1 29
6	Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V2 31
7	Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V3 33
8	Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V5 35
9	Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V6 39
10	Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V7 41
11	Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V8 44
12	Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V9 45
13	Compilation des résultats des analyses de toxicité 53
14	Compilation des résultats d'analyse de toxicité vs opération du biofiltre ... 54
15	Synthèse d'enlèvement (%) des acides gras et résiniques 56
16	Synthèse des résultats de la mesure des acides gras et résiniques 57
17	Synthèse des résultats d'enlèvement des acides gras et résiniques d'après un bilan de masse sur le biofiltre 58
18	Concentration seuil d'observation de toxicité aiguë à la truite (CL50-96h) 60
19	Comparaison de différentes technologies vs l'enlèvement des acides gras et résiniques 61
20	Variation de la concentration des matières en suspension dans les eaux sales de lavage..... 63
21	Résultats des essais de flocculation, de sédimentation et de flottation 64
22	Équations pour la production de boues 66
23	Résultats des essais calorimétriques sur les boues secondaires 67
24	Paramètres complémentaires à la caractérisation des intrants et extrants du pilote BIOFOR®..... 71
25	Tableau résumé des résultats d'opération du biofiltre obtenus au cours des essais..... 72
26	Coûts reliés à l'opération des biofiltres BIOFOR® 79

LISTE DES FIGURES

<u>Figure</u>	<u>Page</u>
1 Schéma des points de prélèvement des échantillons.....	22
2 Profil type de l'augmentation de la perte de charge dans le filtre en fonction du temps	47
3 Suivi de la perte de charge et de l'enlèvement de la DBO au cycle V5-28	49
4 Suivi de la perte de charge et de l'enlèvement de la DBO au cycle V5-01	49
5 Suivi dans le temps des différents paramètres d'opération et rendements	73
6 Rendement d'enlèvement vs charge appliquée (kg DBO ₅ tot/m ³ d)	74
7 Rendement d'enlèvement vs charge appliquée (kg DCO tot/m ³ d).....	75
8 Charge éliminée vs charge appliquée selon DBO ₅ tot	76
9 Charge éliminée vs charge appliquée selon DCO tot.....	77

LISTE DES ANNEXES

Annexe

- A Schéma du pilote
- B Laboratoires: contrôle de qualité et informations générales
- C Tableaux de rendement par phase
- D Mesures des acides gras et résiniques
- E Résultats des analyses de toxicité
- F Suivi de l'enlèvement de la DBO₅ totale et de la DCO totale et de la perte de charge en fonction du temps
- G Essais sur les boues
- H Références / cultures fixées en industries papetières

1 INTRODUCTION

Le resserrement des normes environnementales, plus particulièrement les nouvelles réglementations s'appliquant aux usines de pâtes et papiers, a amené l'industrie à examiner la façon de traiter ses effluents. La qualité de l'effluent exigée est telle que l'implantation d'un traitement secondaire à haute performance est maintenant nécessaire pour la majorité des exploitants.

Le faible espace disponible pour l'implantation d'un système de traitement des effluents à l'usine des Produits forestiers Daishowa Ltée à Québec (Québec), est à l'origine de la démarche entreprise pour évaluer la technique compacte de traitement par biofiltration. Les systèmes conventionnels de traitement secondaire par boues activées et étangs aérés, nécessitant des superficies de terrain largement supérieures aux surfaces disponibles à l'usine, c'est le procédé de biofiltration sur BIOFOR[®], technique à la fois performante et compacte de traitement des effluents, qui a retenu l'attention des promoteurs du projet et mené à la réalisation de la présente étude pilote. Le procédé BIOFOR[®] est un procédé de filtration biologique aérobie à cultures fixées sur un média support granulaire spécifique, à co-courant ascendant d'air-eau, permettant simultanément l'épuration de la fraction biodégradable de l'effluent et la rétention des matières en suspension par action de filtration mécanique.

Quoique les performances d'enlèvement des polluants conventionnels par BIOFOR[®] soient assez bien documentées sur des effluents urbains et sur certains types d'effluents industriels, l'ensemble des données recueillies à ce jour est insuffisant dans le secteur des pâtes et papiers, notamment en matière d'élimination de la toxicité aquatique et des acides résiniques et gras provenant du bois. Ces informations sont nécessaires afin de s'assurer du respect de la norme particulière à cette industrie, qui interdit le rejet dans l'environnement d'un effluent dont la toxicité atteint un niveau de létalité aiguë chez la truite arc-en-ciel (TL50-96h) et chez *Daphnia Magna* (TL50-48h)

Aucun système de filtration biologique n'étant actuellement installé au Canada sur des effluents de pâtes et papiers, il était donc impossible d'obtenir les données concernant les rendements d'élimination de ces paramètres autrement que par un essai pilote en industrie. En Europe, les conditions d'opération et les essences utilisées ne sont pas les mêmes et de plus, les usines ne sont pas tenues de rencontrer de normes sur la toxicité aquatique. De ce fait, les données recueillies en Europe sont difficilement transposables au cas présent.

Le projet a donc été planifié de manière à réaliser une série d'essais pilotes sur filtre biologique BIOFOR® à l'usine de Daishowa à Québec afin de déterminer principalement les performances du système en regard des paramètres conventionnels ainsi que l'enlèvement des acides résiniques et gras, source principale de toxicité dans l'effluent à traiter.

Les organismes suivants ont participé financièrement à la réalisation et au suivi de l'étude:

- Degrémont Infilco Ltée;
- Le Centre Saint-Laurent - Environnement Canada;
- Les Produits forestiers Daishowa Ltée;
- La Communauté Urbaine de Québec (CUQ).

La société d'ingénieurs-conseils Asseau a été mandatée par les promoteurs du projet pour compiler, analyser, interpréter les résultats et préparer les rapports hebdomadaires et le rapport final ainsi que pour participer aux décisions prises en cours d'opération.

2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Les objectifs de l'étude sont les suivants:

- démontrer que le procédé de biofiltration BIOFOR® est en mesure de traiter les effluents de l'usine Daishowa et produire un rejet conforme aux normes gouvernementales en ce qui concerne les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5) et la toxicité à la truite (TL50-96h) et au Daphnia Magna (TL50-48h);
- déterminer les performances du procédé de biofiltration BIOFOR® en regard de l'enlèvement des acides résiniques et gras, source principale de toxicité dans l'effluent à traiter;
- évaluer les performances du procédé BIOFOR® selon une gamme de vitesses de filtration afin d'optimiser les paramètres de conception en vue d'une réalisation à échelle réelle. Les principaux éléments à préciser pour la conception future d'un système de biofiltration étant les suivants:
 - . vitesse de filtration (en m^3/m^2 de surface filtrante par heure),
 - . charge massique limite acceptable en kg DBO_5 totale appliquée au biofiltre par m^3 de média par jour (kg DBO_5 tot/ $\text{m}^3\text{-d}$),
 - . besoin en air de procédé,
 - . durée d'opération entre les lavages,
 - . zone optimale de température,
 - . besoin en nutriments;
- établir les corrélations entre les niveaux d'élimination de la DBO_5 , de la DCO, de la toxicité et des acides gras et résiniques;
- caractériser les résidus produits et évaluer le potentiel de la flottation comme technique de décantation-épaississement des eaux sales de lavage;
- évaluer l'effet sur le système d'une haute charge de DBO_5 , d'une haute température ainsi que l'effet combiné de ces deux (2) conditions;
- évaluer les coûts du système de traitement par biofiltration.

3 TRAITEMENT SECONDAIRE PAR BIOFILTRATION

3.1 Théorie du biofiltre

Classiquement, les processus d'épuration d'eaux résiduaires pour l'élimination des pollutions carbonées et azotées sont réalisés par voie biologique aérobie, dans des unités de traitement comportant au moins un réacteur biologique (bassin d'aération) et un décanteur secondaire pour la séparation de l'eau interstitielle et recyclage de la biomasse. Cette solution a pour inconvénient de nécessiter des ouvrages de grandes dimensions et pose des problèmes pour traiter les variations brutales et importantes de charge.

Ce même processus biologique aérobie peut être réalisé dans des réacteurs de dimensions beaucoup plus restreintes à condition:

- d'obtenir une concentration suffisante de la masse bactérienne active, par exemple par cultures fixées sur un matériau granulaire immergé ou non;
- de disposer d'un système d'aération suffisamment performant pour satisfaire les besoins en oxygène.

L'utilisation d'un matériau granulaire spécifique jointe à un processus hydraulique approprié permet d'autre part la filtration de l'effluent assurant ainsi la rétention des matières en suspension. On parle alors d'un traitement par biofiltration. Une décantation finale de l'effluent n'est donc plus nécessaire. Les systèmes à cultures fixées présentent par ailleurs les avantages d'une maturation relativement rapide et d'une faible sensibilité aux variations de charge importantes.

Pour des eaux résiduaires normalement concentrées, toute cellule de biofiltration doit être précédée d'une première étape de traitement assurant un abattement de la charge en matières en suspension (par décantation primaire simple ou par procédé physico-chimique). Une cellule de biofiltration est constituée d'un bassin garni d'un matériau filtrant de faible granulométrie (quelques millimètres) immergé ou non et aéré. Suivant le type de réacteur, l'alimentation en eaux résiduaires se fait par le haut ou par le bas (courant descendant ou ascendant).

La transformation de la matière organique contenue dans l'eau usée est effectuée par des populations bactériennes qui adhèrent au support granulaire et le colonisent. Le milieu doit impérativement demeurer en aérobie pour satisfaire les besoins en oxygène des bactéries assurant l'enlèvement de la pollution carbonée ou l'oxydation des composés azotés.

Le média filtrant se colmate progressivement en raison du développement d'un film biologique en surface des grains et de la rétention des matières en suspension entrantes. L'excès de biomasse doit être périodiquement retiré du système pour maintenir ses capacités épuratoires. Cette opération est effectuée au moyen de lavages à courant d'eau et d'air ascendant.

Le réacteur permet donc en une seule opération deux fonctions opératoires:

- la rétention des matières en suspension de l'eau usée par passage à travers le média filtrant;
- une transformation biologique de la matière organique par la biomasse active fixée.

Le maintien d'une épuration de haut niveau exige:

- une concentration élevée en biomasse active dans le réacteur (10 à 20 fois supérieure à celle des boues activées);
- la satisfaction des besoins nutritionnels et énergétiques de cette biomasse (nutriments et oxygène);
- une gestion optimale des cycles de lavage pour évacuer régulièrement la biomasse en excès.

En résumé, la biofiltration apparaît comme une nouvelle étape dans l'intensification de procédés biologiques. Cela se traduit notamment par une diminution importante des volumes réactionnels en liaison avec la charge volumique appliquée. La charge volumique appliquée sur un biofiltre (ayant pour objectif l'élimination de la matière organique) peut être jusqu'à environ 5 fois supérieure à celle appliquée dans la technique des boues activées en moyenne charge.

3.2 État de développement

3.2.1 Historique et développement de la technique. - L'application des cultures bactériennes fixées est ancienne, les premiers ouvrages étant les lits bactériens ou filtres à ruissellement avec cultures fixées sur support non ordonné ou sur support ordonné. Cette technologie est très différente de la technique par biofiltration en ce qu'elle 1) procède d'une aération par tirage naturel (ou forcé) 2) élimine la pollution soluble seule, le support ne jouant pas le rôle de filtre 3) nécessite un décanteur avant rejet. Une autre différence est que le milieu granulaire du lit bactérien n'est pas lavable.

Les lits bactériens sont utilisés en Europe et aux États-Unis en effluents urbains ou industriels, surtout comme première étape de traitement d'effluents concentrés. Ces lits peuvent supporter de fortes charges en DBO₅ et MES moyennant une charge hydraulique minimale d'autocurage. Ce type de traitement n'est pratiquement pas applicable au Canada étant donné les hivers rigoureux.

Les systèmes biologiques immergés en couche fixe, inspirés des filtres de production d'eau potable, sont apparus vers 1974. Des études sur stations pilotes et le recours à la modélisation ont apporté des enseignements sur les mécanismes réactionnels et les points clés du fonctionnement (hydraulique, vitesse de passage, granulométrie du matériau, etc.).

Une première génération de filtres à Biolite (argile expansée) a été développée par Degremont et celle-ci a été jumelée à des traitements physico-chimiques pour le traitement d'effluents urbains. Dans ces premiers filtres, l'eau admise sur le filtre était saturée en oxygène à environ 7-8 mg O₂/L à la pression atmosphérique. Le débit d'eau à traiter était donc le vecteur de l'apport d'oxygène, d'où une limitation à l'élimination de 10 @ 15 mg/L de DBO dissoute. Différentes méthodes permettaient d'utiliser le procédé pour des éliminations plus poussées:

- a) recyclage d'eau filtrée d'où augmentation du flux d'oxygène, mais limitation économique due au surdimensionnement de la batterie filtrante;
- b) injection d'oxygène pur dans un ballon de saturation (30 à 40 mg O₂/L) permettant d'augmenter le flux de 4 à 5 fois (cas de Briançon).

Limitations:

- filtres fermés, d'où limitation à des stations de faible ou moyenne importance,
 - nécessité d'approvisionner de l'oxygène liquide;
- c) mise sous pression des filtres et pressurisation du débit d'eau brute pour augmenter la solubilité de l'oxygène. Limitation économique à des petits débits seulement.

Ainsi, l'utilisation de ce procédé est restée limitée au traitement d'eaux résiduaires peu concentrées (ou en traitement complémentaire) pour les raisons suivantes:

- capacité de traitement dépendante de la quantité d'oxygène injectée;
- coûts élevés (oxygène pur, construction de filtres fermés,...).

Pour pallier les difficultés précédemment évoquées et élargir le domaine d'application du procédé, l'aération a été mise en place directement dans le réacteur. Cette nouvelle génération de filtres s'est développée en France et à l'étranger (Suisse, Allemagne, Japon, etc.). A la croisée des procédés de filtration utilisés pour le traitement des eaux de consommation et des procédés biologiques plus spécifiques du traitement des eaux résiduaires, les biofiltres constituent des réacteurs biologiques mettant en jeu trois phases:

- une phase solide constituée par un matériau granulaire assurant d'une part, la rétention des matières en suspension par filtration et d'autre part, la fixation d'une biomasse épuratoire;
- une phase liquide (dans laquelle est immergé le matériau) sans cesse renouvelée par l'apport d'eau à épurer;
- une phase gazeuse générée par l'insufflation de bulles d'air dans le média filtrant.

On dénombre à ce jour plus d'une cinquantaine de stations de traitement (dont 2 au Québec) par filtration biologique (BIOFOR® et BIODROF®) en service ou en cours de construction, dans les secteurs municipal et industriel.

Au total, dix (10) de ces installations ont été conçues pour le traitement d'eaux résiduaires générées par les procédés de fabrication de diverses fabriques de pâtes et papiers (papiers et panneaux décoratifs, papier journal & PTM, papiers fins, cartons recyclés, papier impression à faible grammage et papiers spéciaux) (voir an-

nexe H). De ces dernières, seulement cinq (5) utilisent le procédé BIOFOR® comme traitement secondaire principal. Aucun système de filtration biologique n'est actuellement installé au Canada sur des effluents de pâtes et papiers.

3.3 Avantages / inconvénients

Les principaux avantages de la technique des biofiltres sont les suivants:

- faible emprise au sol (compétitivité accrue dans les zones où la disponibilité en terrain est limitée);
- aspect modulaire facilitant l'adaptation aux variations de charges (répartition des eaux à traiter sur une ou plusieurs cellules de biofiltration et/ou mise en réserve d'unités) et les possibilités d'extension;
- rétention des particules en suspension au sein même du réacteur, ce qui évite la construction d'un décanteur secondaire, source de fréquents problèmes en boues activées (foisonnement);
- bonne capacité de récupération après surcharges;
- flexibilité et facilité d'opération;
- réduction considérable des nuisances associées aux boues activées (odeurs, aérosols);
- décantation simultanée des résidus biologiques et des résidus primaires rendue possible dans un même et seul ouvrage en raison des propriétés autoflocculantes des eaux sales de lavage des biofiltres;
- fonctionnement totalement automatique qui facilite considérablement la tâche du personnel de la station d'épuration (facteur important dans les cas où le personnel dispose d'une formation peu poussée).

Les avantages spécifiques au procédé BIOFOR® sont listés au chapitre

3.4.1.1 (Avantages du BIOFOR®). Les principaux inconvénients de la technique de biofiltration proposée sont les suivants:

- la quantité nette de résidus secondaires produits par un système de biofiltration est légèrement supérieure à la quantité de résidus générés par un procédé de boues activées conventionnelles à faible charge;
- la filtration biologique ne peut rivaliser avec les boues activées pour le traitement des pollutions concentrées.

3.4 La technologie BIOFOR®

3.4.1 Description.

3.4.1.1 Avantages du BIOFOR®. - Le BIOFOR® est un réacteur biologique aérobie, à bactéries fixées sur matériau granulaire monocouche en lit fixe immergé, à flux ascendant d'eau et d'air, soit à co-courant.

Les principaux avantages sont les suivants:

- très bonne répartition de l'eau à traiter grâce à l'arrivée en charge sous le plancher du filtre;
- répartition des matières en suspension, retenues dans toute la masse filtrante d'où un encrassement en profondeur grâce à la répartition homogène de l'effluent et à l'absence de formation d'un matelas de MES dans les premiers centimètres de la couche filtrante (inconvenient majeur des filtres à courant descendant). Cet avantage permet des vitesses de filtration importantes, avec un contact optimal entre l'effluent à traiter, l'air et la microflore épuratoire, d'où un excellent transfert d'oxygène réduisant la consommation d'énergie pour l'aération;
- filtration sur grande hauteur de couche permettant d'obtenir par sa pénétration en profondeur, des durées prolongées de cycle de filtration ainsi que l'affinage de la qualité de l'eau traitée aux vitesses importantes pratiquées;
- pression positive en tout point du filtre par principe même du fonctionnement en courant ascendant; la perte de charge se cumulant avec la charge hydraulique, évite la formation de poches d'air provoquant le phénomène dit "d'embolie gazeuse", et de chemins préférentiels;
- aucun inconvenient à un certain classement de la granulométrie du matériau filtrant, avec regroupement en zone supérieure des particules les plus fines (ce qui est inacceptable en courant descendant) lors du lavage, pour lequel on peut ainsi pratiquer les fortes vitesses nécessaires à l'extraction des résidus accumulés.

Le procédé BIOFOR® est un procédé très souple tant par sa résistance aux fluctuations de charges que par son aspect modulaire permettant de l'adapter rapidement aux contraintes de production en amont.

Il est plus particulièrement indiqué:

- lorsque l'effluent est dilué; il évite le lessivage hydraulique de la biomasse et permet des rendements constants;

- quand l'effluent possède des caractéristiques très variables dans le temps dues à des changements de production ou à des bassins tampons sous-dimensionnés;
- si les garanties sur les MES sont sévères: il permet par son pouvoir filtrant une meilleure constance et de plus basses teneurs en matières en suspension dans l'effluent de sortie (5 à 20 mg/L selon le matériau et le débit);
- sa forte teneur en biomasse active lui permet de résister à des déversements accidentels de produits indésirables dans les procédés biologiques. Contrairement à d'autres procédés, il récupère rapidement ses caractéristiques nominales dès le rétablissement d'une situation normale d'alimentation;
- sa structure très compacte permet d'économiser au maximum l'encombrement au sol;
- dernier point: il autorise, à moindres frais, une couverture de l'installation si des contraintes climatiques ou d'environnement l'exigent.

3.4.1.2 Matériau support. - En fonction des caractéristiques de l'eau brute et du niveau de rejet souhaité, on peut utiliser un des matériaux supports spécifiques suivants:

- Sable TEN 1,35 mm (spécialement pour faibles charges);
- Biolite type L - TEN 2,7 mm;
- Biolite type P - TEN 3,5 mm.

La Biolite, matériau granulaire spécifique, présente les qualités optimales de densité, dureté, attrition, porosité; sa composition minérale rend le matériau insensible aux attaques des agents extérieurs. Dans le cas présent, c'est la Biolite type P qui a été utilisée. La hauteur de ce matériau support spécifique est de trois (3) mètres.

Les conditions du procédé autorisent une perte de charge dans le matériau encrassé en fin de cycle pour une hauteur de couche de 3 m d'environ 1.20 à 1.50 m de colonne d'eau (CE) pour la Biolite et 2.0 à 2.2 m pour le sable.

3.4.1.3 Air de procédé - capacité d'oxygénation. - L'oxygénation est réalisée par une diffusion d'air permanente dans la masse des matériaux des filtres en service à l'aide de diffuseurs OXAZUR-DR2. Le débit d'air insufflé peut varier, suivant les conditions du traitement, entre 4 et 15 Nm³ d'air par m² de surface de filtre et par heure. Le

nombre minimum de points d'injection d'air (diffuseurs OXAZUR-DR2) est de 12 par m² de plancher. Cette valeur minimale est essentielle pour une bonne répartition du gaz dans la masse de matériau support.

3.4.1.4 *Rétention des boues - lavage - évacuation.* - En cours de traitement, il y a accumulation et stockage de boues dans les matériaux du fait:

- de la prolifération bactérienne due à l'élimination des pollutions dissoutes;
- de la rétention des MES de l'eau brute et des floccs biologiques.

A titre indicatif, le poids de boue à évacuer est de l'ordre de 0.7 à 1.4 kg de MES/kg DBO éliminé et la capacité de rétention en fin de cycle, par m³ de matériau, est de l'ordre de:

- 3.5 à 4.0 kg MES pour la Biolite L ou P;
- 2.0 à 3.0 kg MES pour le sable TEN 1.35 mm
(valeurs maximales concédant un certain relargage de MES dans l'effluent sortant).

Des lavages périodiques sont donc nécessaires. Leur fréquence est de 12 heures à 96 heures selon les conditions de charge et le type de matériau support.

Les conditions de lavage ont été étudiées pour obtenir une évacuation optimale de la biomasse générée, tout en conservant un film biologique minimal sur les matériaux. De ce fait, l'activité biologique est permanente et s'adapte rapidement aux variations de charges massique et hydraulique.

Le lavage est adapté à chaque matériau support utilisé et il est réalisé par un cycle automatique comportant deux séquences essentielles, une séquence lavage air/eau avec introduction équirépartie simultanée d'air et d'eau de lavage et une séquence rinçage.

Le passage simultané d'air et d'eau assure l'efficacité du lavage; il provoque une vibration et un frottement des grains les uns contre les autres qui en assurent le désenrobage. Les MES sont déplacées en surface du filtre dans la zone liquide au-dessus du matériau, d'où elles sont évacuées par débordement dans la goulotte d'évacuation des eaux sales. La phase finale de rinçage à l'eau seule achève l'extraction de

la biomasse excédentaire et leur évacuation. Le départ des MES présentes dans la tranche d'eau supérieure est facilité par un brassage permanent à l'air de procédé, ce qui permet d'obtenir une eau traitée conforme aux normes de rejet lors de la remise en service du filtre.

Le cycle de lavage complet représente une consommation d'eau de lavage d'environ 9 m³ par m² de filtre, qui nécessite des réserves:

- d'eau propre pour le lavage (bâche eau traitée);
- d'eau sale extraite (bâche eau sale) pour réintroduction progressive en décantation primaire ou vers un traitement spécifique.

3.4.2 Paramètres limites. - Le BIOFOR[®] est particulièrement adapté à l'épuration biologique des eaux résiduaires, municipales ou industrielles, ayant des variations de charge importantes:

- en traitement secondaire (après dégraissage, décantation et tamisage) pour des eaux jusqu'à 300 mg/L de DBO₅ et 400 mg/L de DCO soluble et 200 mg/L de MES;
- en traitement tertiaire pour l'affinage de la pollution carbonée et la nitrification.

La vitesse de traitement (ou charge hydraulique en m³ d'eau par m² de surface du filtre et par heure) est déterminée à partir:

- de la qualité de l'eau brute (concentrations en matières dissoutes et en matières en suspension);
- des normes exigées pour l'eau traitée;
- des besoins en oxygène;
- du type de traitement (élimination carbone seul, azote).

3.4.3 Performances anticipées. - Les rendements d'élimination peuvent atteindre 90% sur la DBO₅ et les MES et plus de 90% sur l'ammoniaque, à faible vitesse. Néanmoins, ces rendements sont influencés par la vitesse de traitement et la nature du matériau support.

Considérant les caractéristiques de l'effluent à traiter (tableau #1) en regard des normes à respecter (section 4.5.1), il appert que pour une production de 1 400 tonnes par jour, la quantité de DBO₅ rejetée ne devrait pas excéder 7 000 kg/d et la quantité de MES rejetée ne devrait pas dépasser 11 200 kg/d. Ceci correspond à une réduction de 65% sur la DBO₅ au traitement secondaire. La norme sur les MES ne

présente aucun problème particulier, les équipements de décantation primaire existants permettant déjà d'atteindre les degrés d'élimination exigés. La rencontre de la norme sur la DBO_5 , soit une concentration de DBO_5 dans l'effluent traité de moins de 58 mg/L est facilement atteignable par un traitement par biofiltration.

4 USINE DAISHOWA

4.1 Description de l'usine

La compagnie "Les Produits Forestiers DAISHOWA LTÉE" est propriété à part entière de "DAISHOWA PAPER MANUFACTURING CO. LTD.". Elle opère une usine intégrée de pâtes et papiers située dans la ville de Québec. La production quotidienne actuelle de l'usine est d'environ 1 280 tonnes de papier journal et 120 tonnes de carton pour boîtes et emballage. L'usine produit aussi des classes de papiers pour annuaires et papiers minces. La matière première en bois utilisée se compose d'environ 99% de conifères et 1% de feuillus.

L'usine possède également un atelier de pâte mécanique et de pâte thermomécanique (PTM), ainsi qu'une nouvelle usine de pâte désencrée consommant plus de 400 tonnes par jour de fibres recyclées (vieux journaux). Ces trois (3) types de pâte, ainsi qu'une faible proportion de pâte kraft (achetée à l'extérieur), entrent dans la fabrication du papier journal.

Le carton est fabriqué à 99% à partir de fibres recyclées provenant aussi d'une cueillette de vieux papiers et de vieux cartons.

4.2 Procédés utilisés

Les principaux ateliers de production générant les effluents de l'usine Daishowa sont:

- écorçage et lavage humide du bois (5 tambours écorceurs et 1 tambour laveur);
- pâte mécanique de meules:
 - . capacité nominale de 830 tonnes par jour séchées à l'air,
 - . blanchiment à l'hydrosulfite de sodium;
- pâte thermomécanique (PTM):
 - . 750 tonnes par jour séchées à l'air,
 - . blanchiment à l'hydrosulfite de sodium;
- pâte désencrée
 - . capacité nominale de 360 tonnes par jour séchées à l'air,
 - . système mixte de désencrage par flottation/lavage,
 - . blanchiment au peroxyde d'hydrogène;

- 4 machines à papier de type fourdrinier avec "top former" de type "bel bond";
- 1 machine à carton de type "forme ronde".

4.3 Caractérisation de l'effluent

Les émissaires des différents secteurs de l'usine convergent vers la station de pompage qui alimente le décanteur primaire existant de 240 pieds de diamètre.

L'effluent total de l'usine présente en moyenne les caractéristiques suivantes, basées sur une production quotidienne de 1 400 tonnes de produit fini:

Tableau #1 Caractéristiques actuelles et futures de l'effluent à l'étude

Paramètre	Effluent clarifié actuel	Effluent clarifié futur*
Débit: DBO ₅ : MES:	120 000 m ³ /d 22 tonnes/d (185 mg/L) 10 tonnes/d (85 mg/L)	100 000 m ³ /d 25 à 30 tonnes/d 10 tonnes/d
Toxicité: Température: pH:	8-26% V/V (CL50-96h truite) 15-35 °C 6 à 7	non déterminé 15-35 °C 6 à 7

*Caractéristiques de l'effluent futur pour conception préliminaire (voir section 8)

4.4 Résidus générés

La production future de résidus secondaires estimée pour une chaîne de traitement par biofiltration BIOFOR[®] est de 15 tonnes de matières sèches par jour (basée sur une charge moyenne en DBO₅ de 25 tonnes/d). La consistance des résidus biologiques (après décantation) sera d'environ 1.4% et le volume correspondant sera de 1070 m³/d à cette consistance. Cependant, des presses pourront être installées afin d'enlever l'eau et réduire de beaucoup le volume final de résidus.

4.5 Programme de traitement des effluents/résidus

4.5.1 Réglementation. - L'effluent traité devra rencontrer les normes de rejet de la réglementation fédérale sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers (version publiée dans la *Gazette du Canada*, Partie II, le 20 mai 1992) soit, en particulier:

- DBO₅ ≤ 7,5 kg/tonne de produit fini (mensuelle), soit 87,5 mg/L *
- ≤ 12,5 kg/tonne de produit fini (quotidienne), soit 146 mg/L *
- MES ≤ 11,25 kg/tonne de produit fini (mensuelle), soit 130 mg/L *
- ≤ 18,75 kg/tonne de produit fini (quotidienne), soit 219 mg/L *
- absence de toxicité (truite arc-en-ciel TL 50-96h et Daphnia Magna TL50-48h)

et celles du règlement provincial adopté le 16 septembre 1992 (version publiée dans la *Gazette Officielle du Québec*, le 7 octobre 1992):

- DBO₅ ≤ 5 kg/tonne de produit fini (moyenne sur 30 jours), soit 58 mg/L *
- ou ≤ 9 kg/tonne de produit fini (moyenne 30 jours), soit 105 mg/L * lorsque l'efficacité du système de traitement biologique est supérieure à 80% mais excède 5 kg/tonne.
- DBO₅ ≤ 8 kg/tonne de produit fini (quotidienne), soit 93 mg/L *
- ou ≤ 12 kg/tonne de produit fini (quotidienne), soit 140 mg/L * lorsque l'efficacité du système de traitement biologique est supérieure à 80% mais excède 8 kg/tonne.
- MES ≤ 8 kg/tonne de produit fini (moyenne sur 30 jours), soit 93 mg/L *
- ≤ 16 kg/tonne de produit fini (quotidienne), soit 186 mg/L *
- absence de toxicité (truite arc-en-ciel TL50-96 h)

* pour 120 000 m³/d et 1 400 tonnes/d de production

En ce qui a trait aux résidus générés par le système de traitement, le règlement provincial stipule que leur siccité doit être d'au moins 25% avant d'être dirigés vers un lieu d'enfouissement. Cette valeur peut être abaissée à 15% lorsque le terrain d'enfouissement est imperméable et que les eaux de lixiviation sont captées et traitées. Cependant, à Daishowa, on prévoit éliminer la totalité des résidus par compostage et/ou combustion.

5 PROGRAMME EXPERIMENTAL

5.1 Description des essais pilotes

De façon à pouvoir tirer des conclusions logiques et conséquentes, les essais pilotes ont été planifiés en plusieurs étapes bien définies. Chaque étape de fonctionnement a été basée sur des conditions d'opération précises de façon à pouvoir isoler l'effet d'un changement désiré d'un des paramètres d'opération. Chacune d'elles est distinguée des autres par la modification d'un paramètre d'opération, soit le taux de filtration, la concentration et la température de l'affluent. La modification d'un seul paramètre d'opération à la fois a permis d'établir les limites d'application de la filtration biologique des effluents de pâtes et papiers de la Daishowa par la technologie BIOFOR®. L'applicabilité du procédé a été évaluée en regard des normes et règlements fédéraux et provinciaux.

Cependant, une éventuelle modification du profil de l'effluent pourrait exiger un rendement d'élimination de 80% sur la DBO₅. Par exemple, la modification d'un type de production pourrait faire augmenter la charge organique sans ajouter à la production. À ce moment là, la norme de 5 kg/t pourrait devenir de 9kg/t si le rendement du traitement secondaire est d'au moins 80%.

5.1.1 Déroulement des essais. - Les essais se sont déroulés sur une période allant du 1er mai au 10 septembre 1992 comprenant les deux (2) semaines nécessaires au montage et au démantèlement des équipements, ainsi qu'une période de 1 1/2 semaine d'arrêt de production de l'usine.

Les différentes conditions d'opération expérimentées sont présentées au tableau 2. Les résultats mesurés au cours des essais pilotes sont présentés pour chacune des étapes à l'annexe C. Toutes les données présentées dans ce rapport font référence à la numérotation des étapes décrites au tableau 2.

Toutes les données analytiques relatives à l'affluent et à l'effluent du biofiltre sont des valeurs moyennes pour la durée d'un cycle (150 ml aux 15 minutes par échantillonnage automatique).

Tableau 2 Liste des différentes étapes d'opération

ÉTAPE	DESCRIPTION	# JOUR	# CYCLE*
V0	Acclimatation du biofiltre	8	8
V1	Opération avec taux de filtration de 2 m/h	14	14
V2	Opération avec taux de filtration de 4 m/h	9	16
V3	Opération avec taux de filtration de 3.5 m/h	6	9
V4	Arrêt de production de l'usine de Daishowa	12	-
V5	Opération avec taux de filtration de 3.5 m/h	28	34
V6	Opération à haute concentration	8	6
V7	Opération à haute concentration, haute température	11	8
V8	Opération à haute concentration, haute charge massique et haute température	4	6
V9	Opération avec ajout d'eau biofiltrée de la CUQ	3	3

* Un cycle d'opération est la durée entre deux (2) lavages du biofiltre.

But de chacune des étapes:

- Étape V0: acclimatation du biofiltre

Les essais de biofiltration ont débuté par une étape d'acclimatation pendant laquelle un taux de filtration de 1.5 m/h a été appliqué. Ce taux de filtration était suffisamment faible pour ne pas décrocher ou entraîner la biomasse nouvellement formée dans le média. Le média utilisé dans le biofiltre avait déjà servi à traiter une eau usée municipale; une biomasse diverse à l'état végétative y était donc déjà présente. Le but de l'acclimatation était de mettre la biomasse contenue sur le média en présence de l'effluent pendant une période suffisamment longue de sorte que les bactéries présentes dans cette biomasse développent les enzymes nécessaires à la dégradation de la matière organique spécifique contenue dans l'effluent. Il est à noter qu'à partir du 6ième cycle, l'atelier d'écorçage était en opération. L'atelier d'écorçage, en opération les jours de semaine habituellement, a pour effet de faire augmenter le débit de l'usine et d'abaisser la température de l'ef-

fluent de quelques degrés. De plus, les concentrations en acides gras et résiniques sont plus élevées durant cette opération.

- Étape V1, V2 et V3

Le but des étapes V1, V2 et V3 était d'obtenir des données d'opération à différentes charges appliquées, pour permettre de définir la charge optimale à retenir à l'étape cruciale V5. Le protocole original prévoyait 1.5 semaines pour chaque étape, soit à des charges hydrauliques de 2, 3 et 4 m³/m²/h. Ne pouvant prévoir le temps nécessaire à l'adaptation de la biomasse à un changement de charge appliquée, nous pouvions craindre que les dix jours prévus pour chaque étape ne nous laissent pas suffisamment de temps pour réaliser au moins 10 cycles valables. À la recommandation du Centre St-Laurent et afin d'assurer l'obtention de dix données valables (ce qui constitue un minimum pour qu'elles soient statistiquement fiables), il a été convenu de planifier 2 étapes seulement, à 2m/h et 4 m/h, pour une durée de 15 jours chacune. Après avoir recueilli respectivement 14 et 16 cycles complets en moins de 23 jours, la troisième étape V3 a pu être conduite partiellement avec neuf (9) cycles au cours des sept (7) jours restants avant la fermeture temporaire de l'usine le 23 juin. Le taux appliqué en V3 a été interpolé à partir des résultats obtenus en V1 et V2. Le but de ces étapes préliminaires étant de définir les conditions optimales pour V5, l'hypothèse d'un taux de 3.5 m/h a pu être déduite et vérifiée sommairement.

Étape	Charge hydraulique (m/h)	Enlèvement de DBO ₅ (%)
V1	2.0	84
V2	4.0	69
V3	3.5	79

- Étape V4: arrêt de production de l'usine de Daishowa

Un arrêt de production de l'usine de Daishowa d'une durée de 12 jours a mis en veilleuse les essais. Durant cette période, le biofiltre a été entièrement drainé et maintenu à sec sans aération.

- **Étape V5: opération à régime stable**

Pour attester de l'applicabilité du BIOFOR®, il était nécessaire d'obtenir une trentaine de cycles à opération stable avec la charge hydraulique et massique telle que l'eau traitée rencontre les normes de rejet avec un facteur de sécurité satisfaisant. Les conditions fixées à l'étape V3 rencontrant tous les objectifs, elles sont retenues telles quelles pour l'étape V5.

- **Phase exploratoire - Étapes V6, V7, V8 et V9**

La phase exploratoire avait comme objectif d'évaluer la capacité du biofiltre à encaisser des hausses de charge massique, de concentration en DBO_5 et de température ou des combinaisons de ces paramètres. Pour augmenter la concentration, l'eau blanche de l'atelier de PTM a été utilisée après avoir été décantée dans un réservoir d'alimentation.

Par ailleurs, un essai avec l'effluent biofiltré de la CUQ a été réalisé de façon à évaluer la capacité de cet effluent à refroidir celui de Daishowa et d'en vérifier les effets sur l'opération du biofiltre.

5.2 Méthodes expérimentales

5.2.1 Description du pilote. - Le pilote était composé des éléments suivants:

- une pompe d'alimentation en eau brute décantée;
- un tamis tangentiel (ouverture de maille de 1 mm);
- un réservoir de transfert;
- une pompe doseuse pour la solution de nutriments;
- une pompe à déplacement positif pour l'alimentation du BIOFOR®;
- un rotamètre;
- une unité pilote filtre biologique BIOFOR®;
- une soufflante d'air de procédé;
- une pompe d'eau de lavage;
- une soufflante d'air de lavage;
- un réservoir d'eau biofiltrée;
- un réservoir de boues de lavage;
- un lecteur et transmetteur de perte de charge dans le biofiltre;
- deux échantillonneurs automatiques;
- un réfrigérateur;
- un turbidimètre sur l'eau d'alimentation.

L'unité pilote BIOFOR® avait les caractéristiques suivantes:

- surface du biofiltre 0.2 m²
- hauteur du média filtrant 3 m
- hauteur du biofiltre (approximatif) 5 m
- volume du média (incluant support) 0.6 m³

Le pilote était alimenté en eau brute décantée à partir du clarificateur existant à l'usine Daishowa. Cet effluent était acheminé au tamis tangentiel avant d'être pompé au biofiltre. Le tamis tangentiel avait pour but de protéger le faux plancher du biofiltre contre les solides du type plastique, filasse, etc. L'eau tamisée se déversait dans un réservoir de transfert en amont de la pompe à déplacement positif alimentant le biofiltre. La solution de nutriments était dosée dans ce réservoir de transfert. Comme nutriments, l'urée (42-0-0) et le diammonium phosphate (DAP) (18-46-0) ont été utilisés.

5.2.2 Méthodes d'échantillonnage. - Au cours des essais, des échantillons composés étaient prélevés (150 ml aux 15 minutes) à l'affluent (A) et l'effluent (E) du biofiltre sur toute la durée du cycle d'opération à l'aide d'échantillonneurs automatiques. Le point d'échantillonnage à l'affluent était en aval de l'alimentation en nutriments, permettant ainsi de mesurer le ratio DBO/Azote/Phosphore. Pour les eaux sales de lavage (L), le surnageant (LS) et les boues (LB), l'échantillonnage était fait manuellement.

Lors d'un lavage, les eaux sales, se déversant dans le réservoir de récupération, furent agitées en continu à l'aide d'une pompe de recirculation maintenant ainsi une concentration homogène de ces eaux. Une fois le lavage complété, un échantillon était prélevé dans le réservoir à l'aide d'une chaudière. Pour obtenir un échantillon de surnageant et de boues, le contenu de la chaudière était maintenu sans agitation pendant deux (2) heures.

Une fois prélevés, les échantillons étaient entreposés au frais (à 4°C) jusqu'à 8h00 le lendemain, moment où ils étaient expédiés au laboratoire pour fins d'analyse. La figure 1 présente l'emplacement des différents points de prélèvement des échantillons.

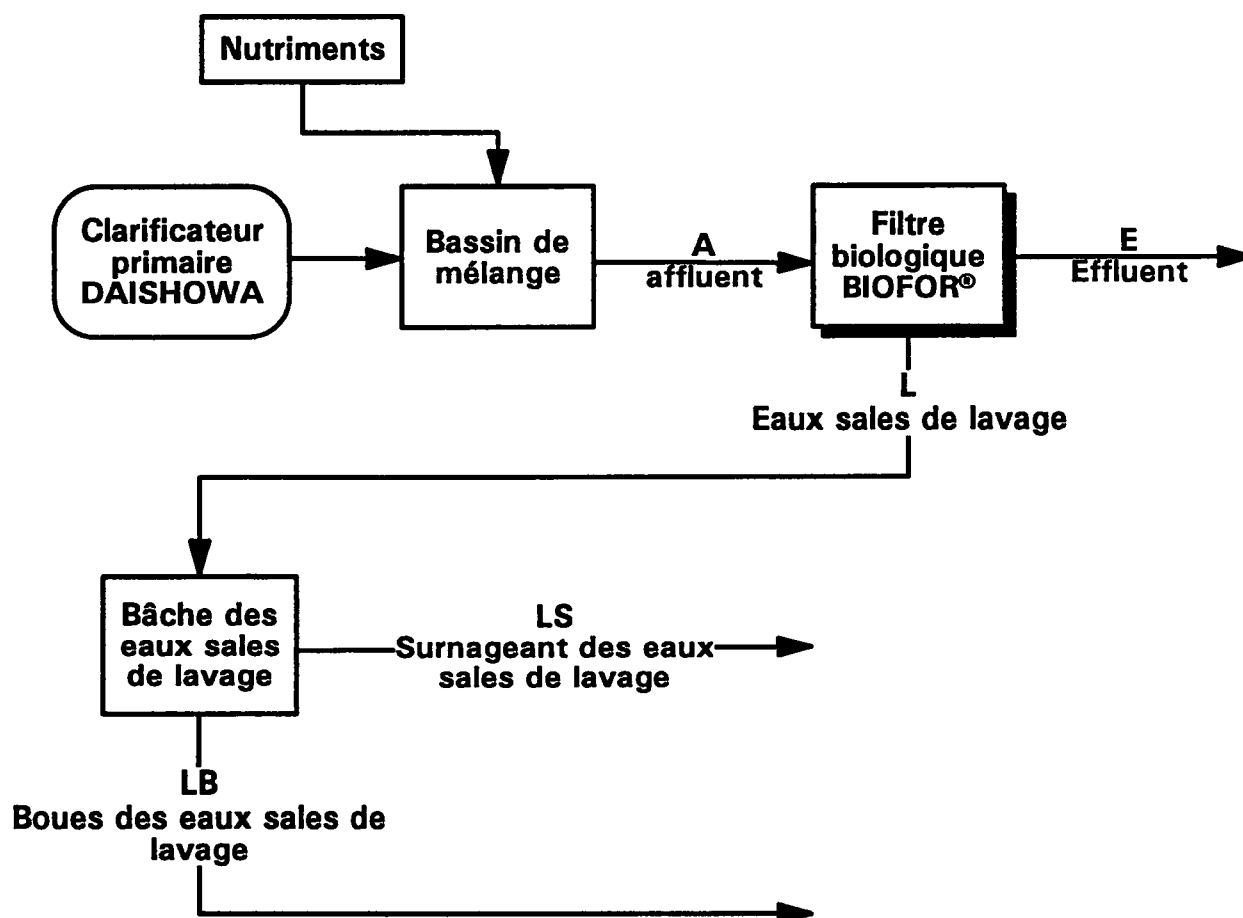


Figure 1 Schéma des points de prélèvement des échantillons

5.2.3 Programme d'analyse. - Pour les essais pilotes, la prise d'échantillon était basée sur le cycle d'opération du biofiltre, un cycle étant l'espace de temps entre deux (2) lavages du biofiltre. Ce cycle s'étendait sur une durée pouvant aller de 12 à 30 heures, dépendamment des conditions d'opération. Les paramètres suivants furent mesurés de façon systématique à l'affluent (A) et l'effluent (E) du biofiltre:

- demande chimique en oxygène (DCO, totale et soluble);
- demande biochimique en oxygène (DBO₅ totale);
- matières en suspension totales (MES totales);
- oxygène dissous;
- température;
- pH.

Il est à noter qu'une défectuosité de la sonde à oxygène dissous n'a pas permis d'effectuer cette mesure tout au long des essais. Le dosage nécessaire de l'air de procédé étant bien connu, il était accessoire de le mesurer: la sonde à oxygène dissous n'a donc pas été remplacée. La demande biochimique en oxygène soluble a été mesurée à quelques reprises à l'entrée et à la sortie du biofiltre. Les nutriments n'ont également pas fait l'objet d'une caractérisation systématique. En effet, la mesure des nutriments n'avait pour but que d'ajuster le dosage de ces derniers.

Pour les eaux sales de lavage, les MES totales ont été mesurées à tous les cycles alors que les autres paramètres (DBO_5 , DCO totale et soluble) ont été analysés qu'une à deux fois par étape.

À chaque étape, des mesures de toxicité à la truite (CL50-96hr) et au Daphnies (CL50-48hr) ont été faites sur l'affluent et l'effluent ainsi qu'une mesure de sensibilité au Microtox à l'effluent (selon les méthodes analytiques réglementaires spécifiées à la section 5.3.1). Des mesures d'acides gras et résiniques ont été faits simultanément aux mesures de toxicité. Une mesure de toxicité à l'algue *Celenastrum capricornutum* ainsi qu'une mesure de croissance et de survie sur *Ceriodaphnia Dubia* ont été faites à l'étape d'opération à régime stable du biofiltre (étape V5) de façon à évaluer la toxicité sublétales.

Les différents paramètres d'opération suivants ont été mesurés en continu:

- les débits d'eau et d'air de procédé;
- la perte de charge dans le biofiltre;
- la durée du cycle d'opération;
- le volume d'eau de lavage;
- la température et le pH de l'affluent;
- le débit de la solution de nutriments.

L'ensemble des paramètres physico-chimiques mesurés ainsi que les paramètres d'opération sont rapportés au tableau de rendement présenté à l'annexe C.

5.3 Analyses en laboratoire

Les différents paramètres physico-chimiques ont été analysés par le *Laboratoire de l'Environnement LCQ* à Québec. Par contre, les analyses de toxicologie ont été faites par le laboratoire *Beak* à Montréal et les mesures d'acides gras et résiniques au laboratoire *Novalab* à Lachine.

5.3.1 Méthodes analytiques. - Les méthodes analytiques utilisées pour la mesure des paramètres physico-chimiques sont tirées de la 17^{ième} édition de "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*"⁽⁷⁾. Le tableau suivant résume la liste des méthodes employées.

Tableau 3 Méthodes utilisées pour la mesure des paramètres physico-chimiques

PARAMÈTRES	MÉTHODE ⁽⁷⁾
DCO totale et soluble	5220C
DBO ₅ totale et soluble	5210B
MES totales	2540D
MES décantables	2540F
MVS	2540E
Solides totaux	2540B
Azote total Kjeldahl	4500 - Norg. C
Azote ammoniacal	4500 - NH ₃ D
Phosphore total	4500 - P B (digestion au persulfate d'ammonium)
Ortho Phosphate	4500 - P D

Les mesures de toxicité et des acides gras et résiniques ont été faites en utilisant les méthodes suivantes:

- **Acides gras et résiniques:**

Les acides gras et résiniques ont été analysés par gc/ms (Hewlett-Packard MSD) en employant une colonne de silice fusée DB-5 (30 x 0.25 mm d.i.) selon la méthode d'Environnement Canada, EPS, Pacific + Yukon Region V2.0.

- **Truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus Mykiss*) ⁽⁴⁾:**

Le CL50-96hr et le TL50 ont été déterminés à l'aide de la méthode de référence SPE 1/RM/13 (juillet 1990) d'Environnement Canada. Le CL50-96hr correspond à la concentration de l'effluent causant une mortalité de 50% des truites sur une période d'exposition de 96 heures. Le TL50 correspond au temps nécessaire pour que 50% des truites meurent au contact de l'effluent non-dilué (100%).

- ***Daphnia Magna* ⁽⁵⁾:**

Le CL50-48hr et le TL50 ont été déterminés à l'aide de la méthode de référence SPE 1/RM/14 (juillet 1990) d'Environnement Canada. Dans cette méthode, le CL50 est basé sur un temps d'exposition de 48 heures.

- **Microtox (*Photobacterium phosphoreum*) ⁽³⁾:**

Le CE50 5, 15 et 30 minutes, a été évalué à l'aide de la méthode BNQ-3600-205 du *Bureau de Normalisation du Québec*. Le CE50 correspond à la concentration provoquant une réduction du bioluminescence de 50% pour des temps d'exposition de 5, 15 et 30 minutes.

- ***Ceriodaphnia dubia* ⁽⁹⁾:**

Cet essai est basé sur la méthode de référence SPE 1/RM/21 (février 1992) d'Environnement Canada.

- **Algue (*Celenastrum Capricornutum*) ⁽¹⁰⁾:**

Cet essai est basé sur une méthode de référence publiée par le *Service de la protection de l'Environnement* (janvier 1992).

5.3.2 Contrôle de la qualité. - Les contrôles de qualité appliqués par les différents laboratoires sont présentés à l'annexe B.

6 RÉSULTATS DES ESSAIS PILOTES

Comme présenté à la section 5.3, les essais se sont déroulés en neuf (9) étapes ayant des paramètres d'opération bien définis. Il est à noter qu'entre les étapes, les conditions d'opération ont été modifiées de façon instantanée et non pas graduellement: chaque étape est donc opérée à des conditions distinctes des étapes avoisinantes. Cette section décrit plus en détails les diverses conditions d'opération et les rendements correspondants. Les problèmes opératoires ayant pu influencer le rendement du biofiltre y sont présentés avec plus d'attention. Les mesures et les rendements sont détaillés aux tableaux présentés à l'annexe C. Les principaux résultats d'opération sont cependant présentés sous forme de tableaux synthèses pour chacune des étapes.

L'analyse de l'efficacité de traitement doit se faire en regard des paramètres suivants:

- taux de filtration appliqué en m/h (m^3 par heure et par m^2 de superficie du biofiltre);
- charge massique appliquée en $\text{kg DBO}_5 \text{ tot}/\text{m}^3\text{d}$ (charge de DBO_5 totale par jour et par m^3 de média);
- % d'enlèvement de la DBO_5 totale dans le biofiltre;
- concentrations de sortie en DBO_5 totale et MES totales;
- température;
- pH.

6.1 Performances du biofiltre

6.1.1 Présentation des résultats par étape.

- Étape V0 (acclimatation du biofiltre):

Pour l'acclimatation du biofiltre, un taux de filtration de l'ordre de 1.5 m/h a été appliqué. Un faible taux de filtration, lié à un excédent en aération, favorise l'acclimatation. Le déclenchement des cycles de lavage a été provoqué à des pertes de charge relativement basses (perte de charge de 0.2 à 1.1 m CE) étant donné la durée excessive entre deux (2) lavages avec les charges massiques et hydrauliques appliquées.

Des erreurs au niveau du calcul du dosage et de l'injection des nutriments ont causé une carence en phosphore d'environ la moitié de la quantité requise. Des rendements d'enlèvement en DBO_5 totale, de l'ordre de 78%, ont été mesurés. Les délais inhérents à l'obtention des résultats d'analyse de DBO_5 n'ont pas permis de qualifier l'acclimatation en fonction de ce paramètre. La décision d'arrêter l'étape d'acclimatation et de commencer les essais proprement dits a été basée sur l'observation d'une faune diversifiée et abondante dans les boues de lavage, représentative d'une biomasse développée. Cependant, une présence abondante de bactéries filamenteuses et de points noirs dans les bactéries a confirmé la carence en nutriments.

Les principaux résultats de cette phase sont présentés au tableau 4.

- Étape V1 (opération à un taux de filtration de 2.0 m/h):

Comme mentionné préalablement, l'application d'un taux de filtration à 2 m/h avait pour but d'obtenir des résultats à faibles charges appliquées de façon à pouvoir interpoler les conditions opératoires nécessaires pour l'étape à opération stable (étape V5). La compilation des mesures est fournie au tableau 5.

Des rendements d'enlèvement de la DBO_5 totale inférieurs à 80% ont été observés aux cycles V1-02 à V1-03. Ces rendements semblaient anormaux étant donné les faibles charges appliquées. Aussi, la vérification des conditions d'opération a révélé une carence en nutriments qui a été corrigée le 26 mai (cycle V1-04). À partir de là, les rendements se sont rétablis aux environs de 85% dépassant largement le rendement nécessaire à l'atteinte de la concentration en DBO_5 totale visée à l'effluent (58 mg/l). Le résiduel en nutriments a été mesuré à l'effluent du biofiltre de façon à valider l'ajustement de leur dosage. En fait, un résiduel mesuré de 2 à 4 mg/l en azote ammoniacal ainsi qu'un résiduel de 1.7 mg/l en ortho-phosphate assurait un dosage adéquat de ces paramètres.

Tableau #4 Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V0

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m³d)			Affluent (mg/L)			Effluent (mg/L)			Enlèvement (%)			d P max pour lav. (m eau)	Air de procédé (m/h)	Volume d'eau			Affluent	
			DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.			biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH
ETAPE V0 (Acclimatation du biofiltre)																					
V0-01*	1.50	14.00		7.55	1.15		629	96		354	20		44	79	0.22	9.0	4.20			32.0	
V0-02	1.50	23.50		7.00	1.24		583	103		318	39		45	62	0.64	9.0	7.05			30.0	
V0-03	1.50	21.00		8.82	0.79		735	66		412	17		44	74	0.40	9.0	6.30			31.0	
V0-04	1.50	22.50		8.21	0.78		684	65		318	22		54	66	0.60	9.0	6.75	1.40	21%	32.0	
V0-05	1.50	44.25	2.28	8.71	0.86	190	726	72	43	370	22	77	49	69	1.10	9.0	13.28	1.30	10%	31.0	6.9
V0-06	1.90	30.00	2.34	9.01	1.16	154	593	76	37	282	13	76	52	83	0.60	9.0	11.40	1.38	12%	28.0	6.9
V0-07	1.60	35.75	2.10	6.52	0.93	164	509	73	30	230	20	82	55	73	0.77	9.0	11.44	1.63	14%	30.0	6.9
V0-08*	1.60	4.50													0.08	9.0	1.44	1.31	91%	30.0	6.9
MIN	1.50	21.00	2.10	6.52	0.78	154	509	65	30	230	13	76	44	62	0.40	9.0	6.30	1.30	10%	28.0	6.9
MAX	1.90	44.25	2.34	9.01	1.24	190	735	103	43	412	39	82	55	83	1.10	9.0	13.28	1.63	21%	32.0	6.9
MEDIANNE	1.50	26.75	2.28	8.46	0.90	164	639	73	37	318	21	77	51	71	0.62	9.0	9.23	1.39	13%	30.5	6.9
MOYENNE	1.58	29.50	2.24	8.04	0.96	169	638	76	37	322	22	78	50	71	0.69	9.0	9.37	1.43	14%	30.3	6.9

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX ET MEDIANNE

Tableau #5 Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V1

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m²d)			Affluent (mg/L)			Effluent (mg/L)			Enlèvement (%)			d P max pour lav. (m eau)	Air de procédé (m/h)	Volume d'eau			Affluent	
			DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.			DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	biof. (m³)	lav. (m³)
ETAPE V1 (Opération à 2 m/h)																					
V1-01	2.10	24.00	2.52	10.35	1.34	150	616	80	19	265	20	87	57	75	1.33	9.0	10.08	1.45	14%	31.0	
V1-02	2.10	24.00	3.43	10.16	1.11	204	605	66	50	323	23	75	47	65	1.05	9.0	10.08			30.0	
V1-03	2.00	24.00	4.08	9.63	0.99	255	602	62	53	275	18	79	54	71	0.88	9.0	9.60	1.34	14%	31.0	
V1-04	2.00	24.00	3.55	10.54	1.36	222	659	85	34	249	13	85	62	85	1.19	9.0	9.60	1.46	15%	31.0	
V1-05	2.00	23.75	3.14	9.30	1.57	196	581	98	34	257	21	83	56	79	1.20	9.0	9.50	1.41	15%	30.0	7.1
V1-06	2.00	25.50	2.62	8.48	1.47	164	530	92	24	207	16	85	61	83	1.18	9.0	10.20	1.60	16%	29.0	7.0
V1-07	2.00	22.50	3.01	9.14	1.63	188	571	102	28	238	18	85	58	82	1.16	9.0	9.00	1.43	16%	31.0	6.7
V1-08*	2.00	11.00													0.38	9.0	4.40	1.44	33%	31.0	6.6
V1-09	2.00	26.75	3.49	10.11	1.38	218	632	86	38	279	24	83	56	72	1.23	9.0	10.70	1.44	13%	31.0	6.4
V1-10*	2.00	10.50													0.09	9.0	4.20			30.0	6.5
V1-11	2.00	28.00	2.83	8.50	0.94	177	531	59	24	200	18	86	62	69	1.28	9.0	11.20	1.45	13%	30.0	6.6
V1-12	2.00	29.50	2.42	10.05	1.90	151	628	119	22	220	30	85	65	75	1.20	9.0	11.80	1.44	12%	30.0	6.6
V1-13	2.00	27.50	2.29	8.29	1.38	143	518	86	17	171	28	88	67	67	1.28	9.0	11.00	1.36	12%	29.0	6.7
V1-14*	2.00	31.75	3.17	9.94	1.07	198	621	67	25	217	26	87	65	61	1.20	9.0	12.70	1.41	11%	30.0	6.3
MIN	2.00	22.50	2.29	8.29	0.94	143	518	59	17	171	13	75	47	65	0.88	9.0	9.00	1.34	12%	29.0	6.4
MAX	2.10	29.50	4.08	10.54	1.90	255	659	119	53	323	30	88	67	85	1.33	9.0	11.80	1.60	16%	31.0	7.1
MEDIANNE	2.00	24.00	3.01	9.63	1.38	188	602	86	28	249	20	85	58	75	1.20	9.0	10.08	1.44	14%	30.0	6.7
MOYENNE	2.02	25.41	3.03	9.50	1.37	188	588	85	31	244	21	84	59	75	1.18	9.0	10.25	1.44	14%	30.3	6.7

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX ET MEDIANNE

Comme le montre le tableau 5, les pourcentages d'enlèvement sont relativement élevés et ce, pour tous les paramètres caractérisés. À cette étape, la température et le pH n'ont pas varié dans des gammes pouvant affecter l'opération du biofiltre ($T = 30^{\circ}\text{C}$ et $\text{pH} = 6.7$).

Les lavages ont été déclenchés manuellement lorsque la perte de charge atteignait 1,2 m CE. Une perte de charge de 1.5 m CE est généralement utilisée au déclenchement du lavage pour le procédé BIOFOR®. L'arrêt du traitement à 1.2 m CE plutôt que 1.5 m CE avait pour but de gagner du temps étant donné la longueur des cycles qui aurait pu dépasser 30 à 35 heures sans cette intervention. Ce choix a également eu pour effet de diminuer la concentration en MES des eaux sales de lavage qui se situait entre 600 et 1000 mg/l (voir tableau 20).

- Étape V2 (opération à un taux de filtration de 4.0 m/h):

Comme décrit précédemment, cette étape visait l'obtention des résultats à haute vitesse de filtration. Au départ, le taux de filtration devait être fixé à 3 m/h. Cette valeur a été modifiée pour 4 m/h suite à l'obtention de résultats encourageants à l'étape V1.

À V2, les charges appliquées en DBO_5 totale ont varié de 4.50 à 7.2 $\text{kg/m}^3\text{d}$. Un taux de filtration de 4 m/h laissait environ 30 minutes de temps de contact entre l'effluent et le média, ce qui est relativement court. Les rendements d'élimination de la DBO_5 totale et DCO totale ont baissé, cependant l'effluent rencontrait la norme de rejet évaluée pour l'effluent en cause (58 mg/l en DBO_5) les trois quarts du temps. Le rendement d'enlèvement de la DBO_5 totale a varié entre 69 à 71 %, soit sous la barre de 80 %.

Tableau #6 Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V2

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m³d)			Affluent (mg/L)			Effluent (mg/L)			Enlèvement (%)			d P max pour lav. (m eau)	Air de procédé (m/h)	Volume d'eau			Affluent	
			DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.			biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH
ETAPE V2 (Opération à 4 m/h)																					
V2-01	4.00	14.00	5.57	17.47	2.14	174	546	67	62	290	37	64	47	45	1.24	9.0	11.20	1.40	13%	30.0	6.6
V2-02	4.00	13.67	5.02	18.02	3.01	157	563	94	60	326	47	62	42	50	1.36	9.0	10.93	1.47	13%	31.0	6.5
V2-03	4.00	13.75	6.50	19.23	3.94	203	601	123	54	287	45	73	52	63	1.22	9.0	11.00	1.43	13%	32.0	6.7
V2-04	4.00	11.83	6.08	17.95	1.86	190	561	58	53	275	38	72	51	34	1.20	9.0	9.47	1.51	16%	30.0	6.7
V2-05	4.00	11.75	5.79	17.44	2.24	181	545	70	52	290	21	71	47	70	1.22	9.0	9.40	1.41	15%	31.0	6.6
V2-06	4.00	12.50	6.05	17.57	2.40	189	549	75	71	313	49	62	43	35	1.20	9.0	10.00	1.44	14%	29.5	6.6
V2-07	4.00	13.83	5.38	18.08	2.37	168	565	74	57	287	26	66	49	65	1.20	9.0	11.07	1.41	13%	29.7	6.6
V2-08	4.00	12.75	5.50	16.13	3.10	172	504	97	49	265	28	72	47	71	1.20	9.0	10.20	1.46	14%	30.5	6.5
V2-09	4.00	12.50	7.23	18.69	2.37	226	584	74	70	310	38	69	47	49	1.22	9.0	10.00	1.45	15%	30.0	6.6
V2-10	4.00	12.50	6.69	18.75	3.55	209	586	111	68	374	47	67	36	58	1.21	9.0	10.00	1.40	14%	31.8	6.4
V2-11	4.00	16.50	6.56	19.78	2.08	205	618	65	50	344	42	76	44	35	1.30	9.0	13.20	1.43	11%	32.8	6.4
V2-12	4.00	15.00	5.86	18.24	2.40	183	570	75	51	336	43	72	41	43	1.20	9.0	12.00	1.43	12%	32.0	6.4
V2-13	4.00	15.75	5.54	18.43	2.05	173	576	64	48	303	42	72	47	34	1.28	9.0	12.60	1.47	12%	31.8	6.2
V2-14	4.00	15.08	5.41	18.43	1.63	169	576	51	53	313	33	69	46	35	1.21	9.0	12.07	1.47	12%	31.9	6.4
V2-15	4.00	15.00	4.48	16.54	1.79	140	517	56	41	261	27	71	50	52	1.20	9.0	12.00	1.40	12%	31.9	6.4
V2-16	4.00	14.17	5.34	15.62	1.66	167	488	52	49	251	29	71	49	44	1.28	9.0	11.33	1.40	12%	31.1	6.5
MIN	4.00	11.75	4.48	15.62	1.63	140	488	51	41	251	21	62	36	34	1.20	9.0	9.40	1.40	11%	29.5	6.2
MAX	4.00	16.50	7.23	19.78	3.94	226	618	123	71	374	49	76	52	71	1.36	9.0	13.20	1.51	16%	32.8	6.7
MEDIANNE	4.00	13.79	5.68	18.05	2.30	178	564	72	53	297	38	71	47	47	1.22	9.0	11.03	1.43	13%	31.1	6.5
MOYENNE	4.00	13.79	5.81	17.90	2.41	182	559	75	56	302	37	69	46	49	1.23	9.0	11.03	1.44	13%	31.1	6.5

En plus de la vitesse élevée de filtration, certains paramètres ont pu causer cette baisse de performance. En fait, l'air de procédé, étant injecté à 9 m/h dans le filtre, aurait été insuffisant considérant les fortes charges appliquées. L'air de procédé aurait plutôt dû se situer aux alentours de 12 à 15 m/h. Ce paramètre à lui seul aurait pu causer cette diminution de performance. Au cycle V2-12, l'oxymètre a commencé à donner de mauvais résultats, ne permettant plus de fournir une mesure de l'oxygène dissous.

Les conditions pour le déclenchement des lavages ont été identiques à celles de l'étape V1, par contre, la durée des cycles a pratiquement diminué de moitié passant de 24 à 14 heures en moyenne, étant donné l'augmentation de la charge appliquée. A cette étape, un résiduel d'azote ammoniacal de l'ordre de 4.5 mg/l et 1.6 mg/l en O-PO4 démontre que les nutriments étaient injectés en quantité suffisante.

- Étape V3 (opération à un taux de filtration de 3.5 m/h)

Les résultats obtenus à l'étape V2 ont amené l'équipe technique à baisser le taux de filtration à 3,5 m/h. Ce taux de filtration a été interpolé à partir des phases V1 et V2 et de l'effet prévu de l'ajustement de l'aération. L'ensemble des résultats de cette phase est présenté au tableau 7. Ces corrections ont eu pour effet de ramener les rendements d'enlèvement à des niveaux adéquats en DBO₅ totale et DCO totale. La concentration en DBO₅ totale à l'effluent est largement inférieure à l'objectif visé de 58 mg/l. Les charges appliquées au biofiltre se situaient à 4.7 kg DBO₅/m³d et 15 kg DCO/m³d. Ces taux d'application ont donc été retenus pour les essais à opération stable à l'étape V5. La fermeture de l'usine Daishowa le 23 juin a fait avorter le cycle V3-09.

Tableau #7 Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V3

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m³d)			Affluent (mg/L)			Effluent (mg/L)			Enlèvement (%)			d P max pour lav. (m eau)	Air de procédé (m/h)	Volume d'eau			Affluent	
			DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.			biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH
ETAPE V3 (Opération à 3.5 m/h)																					
V3-01	3.48	19.17	4.45	14.78	1.70	160	531	61	34	237	26	79	55	57	1.20	9.0	13.34	1.43	11%	31.8	6.5
V3-02	3.50	18.75	4.62	14.39	2.88	165	514	103	31	214	35	81	58	66	1.21	12.0	13.13	1.43	11%	32.1	6.6
V3-03	3.40	17.25	4.92	13.98	3.07	181	514	113	29	228	37	84	56	67	1.32	12.0	11.73	1.46	12%	32.7	6.8
V3-04	3.50	16.75	3.95	13.92	2.38	141	497	85	26	225	30	82	55	65	1.22	12.0	11.73	1.46	12%	32.9	6.6
V3-05	3.50	17.42	4.82	16.32	2.46	172	583	88	43	278	37	75	52	58	1.30	12.0	12.19	1.45	12%	32.8	6.9
V3-06	3.50	17.50	4.62	14.87	2.41	165	531	86	39	278	37	76	48	57	1.20	12.0	12.25	1.45	12%	32.2	7.1
V3-07	3.50	17.17	5.21	16.80	2.16	186	600	77	41	278	39	78	54	49	1.20	12.0	12.02	1.44	12%	31.6	6.9
V3-08*	3.50	17.00	7.22	18.14	3.11	258	648	111	64	305	44	75	53	60	1.20	12.0	11.90	1.45	12%	31.6	6.7
V3-09*	3.50	8.42	9.35	34.19	9.49	334	1221	339	83	380	58	75	69	83	1.26	12.0	5.89	1.12	19%	30.8	6.7
MIN	3.40	16.75	3.95	13.92	1.70	141	497	61	26	214	26	75	48	49	1.20	9.0	11.73	1.43	11%	31.6	6.5
MAX	3.50	19.17	5.21	16.80	3.07	186	600	113	43	278	39	84	58	67	1.32	12.0	13.34	1.46	12%	32.9	7.1
MEDIANNE	3.50	17.42	4.62	14.78	2.41	165	531	86	34	237	37	79	55	58	1.21	12.0	12.19	1.45	12%	32.2	6.8
MOYENNE	3.48	17.71	4.66	15.01	2.44	167	539	88	35	248	34	79	54	60	1.24	11.6	12.34	1.45	12%	32.3	6.8

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX ET MEDIANNE

- Étape V4 (arrêt de production de l'usine de Daishowa):

Durant cette période, le biofiltre a été drainé et laissé sans aération pendant une période de 12 jours. (Le biofiltre ne s'est pas asséché au cours de cette période; la biomasse ne s'est donc pas complètement déshydratée).

- Étape V5 (opération à régime stable):

L'opération à régime stable (étape V5) a été effectuée au taux de filtration appliqué en V3 étant donné que les rendements d'opération s'y situaient près de 80%.

Cette phase s'est déroulée sur 34 cycles, du 6 juillet au 3 août, de façon à pouvoir obtenir une quantité suffisante de données pouvant attester de l'applicabilité du traitement des effluents par biofiltration. Ce nombre élevé de cycles a également permis de vérifier les paramètres entourant la production de boues. Les corrélations obtenues pour la production de boues, à partir du bilan de masse sur les cycles représentatifs de cette étape, sont présentées à la section 6.2.4. Le tableau 8 résume l'ensemble des résultats obtenus en V5.

Tableau #8 Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V5

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m²d)			Affluent (mg/L)			Effluent (mg/L)			Enlèvement (%)			d P max pour lav. (m eau)	Air de procédé (m/h)	Volume d'eau			Affluent	
			DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.			biof. (m³)	lav (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH
ETAPE V5 (Opération À 3.5m/h - régime stable)																					
V5-01*	3.47	31.67	4.19	12.10	2.44	151	436	88	56	218	45	63	50	49	1.20	11.6	21.98	1.39	6%	31.5	7.4
V5-02*	3.50	7.58	5.15	14.45	2.49	184	516	89	35	228	22	81	56	75	1.33	11.5	5.31	1.45	27%	30.6	7.1
V5-03	3.58	17.00	6.47	17.70	2.81	226	618	98	67	315	52	70	49	47	1.20	11.4	12.17	1.47	12%	32.1	7.0
V5-04	3.46	14.92	6.39	16.00	2.55	231	578	92	61	259	29	74	55	68	1.24	11.5	10.32	1.50	15%	32.6	6.9
V5-05	3.50	14.50	6.58	15.68	2.55	235	560	91	61	239	24	74	57	74	1.39	11.1	10.15	1.45	14%	32.2	6.7
V5-06	3.47	13.58	4.28	16.05	3.55	154	578	128	40	280	50	74	52	61	1.19	11.7	9.43	1.44	15%	31.4	6.7
V5-07	3.52	13.25	6.05	18.11	3.27	215	643	116	40	280	30	81	56	74	1.28	11.3	9.33	1.44	15%	34.0	6.5
V5-08	3.40	13.17	4.08	14.39	2.72	150	529	100	31	249	37	79	53	63	1.20	11.4	8.95	1.44	16%	32.3	6.8
V5-09	3.48	13.67	4.54	15.62	3.01	163	561	108	37	269	40	77	52	63	1.20	11.4	9.51	1.45	15%	33.0	6.5
V5-10	3.41	13.08	3.98	13.53	2.13	146	496	78	34	229	22	77	54	72	1.20	11.6	8.92	1.44	16%	32.4	6.7
V5-11	3.52	14.50	4.96	15.57	2.11	176	553	75	38	244	44	78	56	41	1.21	11.3	10.21	1.41	14%	32.6	6.6
V5-12	3.44	13.67	4.90	16.15	2.61	178	587	95	48	305	36	73	48	62	1.21	11.5	9.40	1.46	16%	32.6	6.5
V5-13	3.43	13.50	4.61	14.08	2.17	168	513	79	46	274	31	73	47	61	1.20	11.6	9.26	1.44	16%	32.1	6.7
V5-14	3.43	13.50	4.66	16.96	2.61	170	618	95	41	274	32	76	56	66	1.22	11.4	9.26	1.46	16%	31.5	6.7
V5-15	3.43	14.75	4.56	15.61	2.47	166	569	90	41	274	37	75	52	59	1.20	11.6	10.12	1.47	15%	31.5	6.6
V5-16	3.47	16.25	5.44	15.63	2.08	196	563	75	40	331	34	80	41	55	1.20	11.8	11.28	1.45	13%	31.7	6.8
V5-17	3.44	15.00	4.90	13.43	2.04	178	488	74	32	224	19	82	54	74	1.21	11.4	10.32	1.46	14%	30.8	-
V5-18	3.47	15.25	5.05	13.99	1.80	182	504	65	38	224	24	79	56	63	1.20	11.6	10.58	1.45	14%	30.5	6.3
V5-19	3.53	14.08	5.08	14.49	2.26	180	513	80	30	214	23	83	58	71	1.20	11.5	9.94	1.46	15%	31.3	6.1
V5-20	3.46	17.08	5.56	14.42	1.69	201	521	61	34	244	23	83	53	62	1.20	11.8	11.82	1.45	12%	32.9	6.3
V5-21	3.45	17.00	4.89	14.13	2.68	177	512	97	26	229	30	85	55	69	1.21	11.7	11.73	1.49	13%	31.4	6.8
V5-22	3.45	17.08	4.55	14.13	2.40	165	512	87	29	259	28	82	49	68	1.20	11.8	11.79	1.43	12%	32.0	6.6
V5-23	3.44	19.75	4.35	13.43	2.45	158	488	89	34	224	28	78	54	69	1.20	11.8	13.59	1.45	11%	31.4	6.6
V5-24	3.47	21.58	4.28	14.24	2.39	154	513	86	28	233	25	82	55	71	1.50	11.8	14.98	1.43	10%	30.4	6.8
V5-25*	3.55	21.25	4.15	14.54	5.71	146	512	201	40	245	58	73	52	71	1.50	11.8	15.09	1.43	9%	30.7	6.8
V5-26	3.54	24.50	4.81	14.95	3.20	170	528	113	38	240	31	78	55	73	1.50	11.9	17.35	1.43	8%	32.0	6.6
V5-27	3.42	23.75	5.09	14.45	2.68	186	528	98	39	240	32	79	55	67	1.50	12.0	16.25	1.44	9%	33.2	6.4
V5-28	3.44	21.83	5.53	15.41	2.56	201	560	93	31	220	22	85	61	76	1.54	12.3	15.02	1.46	10%	32.1	6.6
V5-29	3.54	19.75	4.64	14.61	2.52	164	516	89	33	230	31	80	55	65	1.56	11.8	13.98	1.29	9%	30.2	6.7
V5-30	3.54	20.83	4.62	15.41	3.00	163	544	106	32	230	28	80	58	74	1.50	11.8	14.75	1.43	10%	30.9	6.7
V5-31	3.43	22.92	3.73	12.51	2.83	136	456	103	24	193	22	82	58	79	1.50	11.9	15.72	1.45	9%	30.6	6.6
V5-32	3.59	19.83	4.54	13.33	2.44	158	464	85	27	190	20	83	59	76	1.50	11.8	14.24	1.43	10%	31.2	6.4
V5-33a*	3.47	19.83	4.19	13.77	2.22	151	496	80	26	180	18	83	64	78	1.50	12.1	13.76			30.0	6.6
V5-34a*	3.54	18.58	4.39	13.93	3.00	155	492	106	33	227	43	79	54	59	1.50	11.8	13.16			30.7	6.6
V5-33b*	3.44	47.42							28	207	26				4.65	12.1	32.62	1.68	5%	30.2	6.6
V5-34b*	3.55	42.08	4.86		2.70	171		95	44		34	74		64	3.55	11.8	29.88	1.83	6%	30.9	6.6
MIN	3.40	13.08	3.73	12.51	1.69	136	456	61	24	190	19	70	41	41	1.19	11.1	8.92	1.29	8%	30.2	6.1
MAX	3.59	24.50	6.58	18.11	3.55	235	643	128	67	331	52	85	61	79	1.56	12.3	17.35	1.50	16%	34.0	7.0
MEDIANNE	3.46	15.25	4.81	14.61	2.55	170	528	91	37	240	30	79	55	68	1.21	11.6	10.58	1.45	14%	32.0	6.6
MOYENNE	3.47	16.88	4.94	14.97	2.54	177	538	91	38	249	30	79	54	66	1.30	11.6	11.74	1.44	13%	31.8	6.6

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX ET MEDIANNE

L'usine pilote a été remise en fonction à partir du 6 juillet à 8h40, seulement quelques heures après le redémarrage de l'usine DAISHOWA. La concentration de l'affluent a augmenté progressivement au cycle V5-01. Étant donné les faibles concentrations, le premier cycle a été plus long, soit de 32 heures plutôt que 17 heures avec une charge appliquée de $4.2 \text{ kg DBO}_5/\text{m}^3\text{d}$ et un rendement sur la DBO_5 totale de 63%. Le profil d'enlèvement de la DBO_5 est présenté à la section 6.1.3. Cet allongement de la durée du cycle peut également s'expliquer par la réadaptation des organismes au substrat contenu dans l'effluent puisque ceux-ci ont été laissés pendant deux semaines sans eau ni aération. Ces conditions extrêmes, reflétant le comportement du biofiltre lors d'un démarrage après un arrêt de production ont fourni des informations importantes relativement à la reprise rapide de l'enlèvement des contaminants.

Des charges de 15 à $18.2 \text{ kg DCO}/\text{m}^3\text{d}$ ont été appliquées jusqu'au cycle V5-16. Ces charges élevées et imprévisibles ont été causées par des difficultés intrinsèques au démarrage de l'usine. Ces charges ont entraîné un rendement d'enlèvement de la DBO_5 totale inférieur à 80%. Les rendements se sont par contre rétablis au-dessus de la barre des 80% après le cycle V5-16, au moment où l'opération de l'usine a été stabilisée.

La consigne pour le déclenchement des lavages a été modifiée au cycle V5-24 passant de 1.2m à 1.5m de perte de charge dans le filtre. La consigne de 1.5m correspond à la valeur opérationnelle généralement utilisée pour le BIOFOR®. Cette modification avait pour but d'obtenir la progression complète de la perte de charge ainsi que la modification de la concentration des boues produites. La courbe obtenue au cycle V5-28 est présentée à l'annexe F. La progression de la perte de charge est continue et linéaire. Elle ne diffère en rien à celle obtenue pour les cycles avec 1.2m de consigne, sauf pour l'augmentation de la durée qui est proportionnelle à l'augmentation

de la perte de charge. L'augmentation de la consistance des eaux sales de lavage consécutive à cette modification est décrite à la section 6.2.2.

Des essais supplémentaires ont été faits aux cycles V5-33 et 34 de manière à évaluer la limite de perte de charge que le biofiltre pouvait supporter. À ces cycles, le biofiltre a été maintenu en opération jusqu'à ce qu'un plateau de la mesure de la perte de charge s'établisse dans le biofiltre. Ce plateau s'est situé à 4.7 et 3.6 mètres pour les cycles V5-33 et V5-34 respectivement. Les valeurs très élevées de perte de charge limite obtenues sur le pilote dépassent largement la valeur théorique qui se situe entre 2.0 et 2.5m. L'effet de paroi dans le pilote explique le dépassement. La tuyauterie interne, les prises de pression et la grande surface cylindrique contribuent à retenir le média en place. L'incapacité du lavage en V5-33 à nettoyer le média adéquatement est en partie responsable de la valeur inférieure obtenue en V5-34. L'opération du BIOFOR® dans de telles conditions de perte de charge nécessiterait une modification à la séquence de lavage pour assurer l'évacuation complète de la biomasse.

En V5-25, une hausse des matières en suspension à l'affluent causée par une fuite de glaise semble avoir entraîné une baisse de 10% de l'enlèvement de la DBO₅ totale sans toutefois provoquer une dégradation importante des MES totales à l'effluent. Un colmatage du média, diminuant le contact entre l'effluent et la biomasse, pourrait être la cause de la baisse de l'efficacité sur la DBO₅.

Les rendements obtenus à l'étape V5 permettent de préciser les critères d'application de charges au BIOFOR ainsi que les équations nécessaires à l'évaluation de la production de boues. Les principaux critères de conception sont présentés à la section 8.

Phase exploratoire (étapes V6, V7, V8 et V9)

- Étape V6 (opération à haute concentration)

Le but de l'augmentation de la concentration de l'effluent était d'évaluer la capacité du biofiltre à opérer convenablement suite à des modifications des caractéristiques de l'effluent tout en gardant une charge massique appliquée constante d'environ 5 kg DBO₅tot/m³d.

L'eau blanche de l'atelier de pâte thermomécanique a été utilisée pour augmenter la faible concentration en DBO₅ totale de l'effluent global de l'usine. Un camion citerne a été utilisé pour transporter l'effluent non-décanté jusqu'à l'unité pilote. La décantation des matières en suspension a été opérée à l'intérieur d'un réservoir d'alimentation.

Du point de vue opérationnel, il était difficile d'obtenir une concentration précise à l'aide d'un mélange d'effluents. Les concentrations obtenues au cours de cette étape ne correspondaient pas à l'objectif visé. En fait, l'effluent PTM était dosé de façon à obtenir des valeurs supérieures à 300 mg/l en DBO₅ totale mais les concentrations obtenues étaient toutes inférieures à cette valeur.

Le point le plus marquant de cette étape a été le plafonnement de la perte de charge dans le filtre à environ 1.25m de perte de charge, pendant plusieurs heures à la fin des cycles V6-03, 04, 05 et 06. Ce plafonnement signifie que la biomasse, au lieu de s'accumuler et de bloquer le biofiltre, était plutôt relargée au même taux qu'elle était produite. L'augmentation des matières en suspension à l'effluent du pilote au cours de ces cycles témoigne de ce fait. Les rendements d'opération, inférieurs à 80% d'enlèvement de la DBO₅, ont chuté par rapport aux rendements de 88% mesurés aux cycles V6-01 et V6-02. Ce plafonnement a été maintenu par les opérateurs pendant une période de 5 à 6 heures, ce qui a porté la durée des cycles de 24 à 30 heures.

Tableau #9 Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V6

# Cycle	Taux	Durée	Charge appliquée (kg/m³d)			Affluent (mg/L)			Effluent (mg/L)			Enlèvement (%)			d P max pour lav. (m eau)	Air de procédé (m/h)	Volume d'eau			Affluent		
	de filt. (m/h)		(h)	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO			MES	biof.	lav.	lav/bio	T	pH
				tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.			tot.	(m³)	(m³)	(%)	(°C)	
ETAPE V6 (Opération à haute concentration)																						
V6-01	2.20	22.50	4.42	13.38	2.29	251	760	130	29	275	30	88	64	77	1.50	12.0	9.90	1.45	15%	30.7	6.5	
V6-02	2.28	26.25	4.56	12.62	1.46	250	692	80	30	366	38	88	47	53	1.50	11.9	11.97	1.46	12%	29.9	6.5	
V6-03	2.38	28.00	4.97	15.23	2.21	261	800	116	57	320	51	78	60	56	1.46	12.0	13.33	1.38	10%	29.9	6.3	
V6-04	2.31	31.62	5.01	13.31	2.18	271	720	118	64	360	60	76	50	49	1.23	12.0	14.61	1.41	10%	31.0	6.3	
V6-05	2.35	30.75	5.15	13.35	2.18	274	710	116	73	360	69	73	49	41	1.26	12.1	14.45	1.45	10%	32.1	6.3	
V6-06*	2.40	39.50	4.49	13.94	1.84	234	726	96	79	403	91	66	44	5	1.27	12.1	18.96	1.41	7%	32.6	6.3	
MIN	2.20	22.50	4.42	12.62	1.46	250	692	80	29	275	30	73	47	41	1.23	11.9	9.90	1.38	10%	29.9	6.3	
MAX	2.38	31.62	5.15	15.23	2.29	274	800	130	73	366	69	88	64	77	1.50	12.1	14.61	1.46	15%	32.1	6.5	
MEDIANNE	2.31	28.00	4.97	13.35	2.18	261	720	116	57	360	51	78	50	53	1.46	12.0	13.33	1.45	10%	30.7	6.3	
MOYENNE	2.30	27.82	4.82	13.58	2.06	261	736	112	51	336	50	81	54	55	1.39	12.0	12.85	1.43	11%	30.7	6.4	

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX ET MEDIANNE

Si une analyse microscopique de la biomasse dans le média avait pu être réalisée lors de ces cycles, elle aurait peut être apporté une réponse sur le comportement de la filtration biologique dans ces conditions. Il est à noter que le délai relié à l'obtention des résultats d'analyse de la DBO₅ totale n'a pas permis aux opérateurs de prendre une décision éclairée sur le comportement du biofiltre et d'effectuer rapidement des modifications. Le tableau 9 résume l'ensemble des résultats obtenus à cette étape.

- Étape V7 (opération à haute concentration et haute température)

Cette étape avait comme premier objectif d'appliquer les mêmes conditions de charge qu'en V6 tout en faisant varier la température à des valeurs élevées. Un chauffe-eau au gaz propane a été utilisé pour augmenter la température de l'effluent. L'effluent combiné a été chauffé du cycle V7-01 à V7-03, mais à partir de V7-04 seulement les eaux blanches provenant du PTM ont été chauffées pour augmenter la température de l'effluent combiné. Les valeurs présentées au tableau 10, sont les moyennes des valeurs obtenues au cours de chacun des cycles.

Les résultats de cette étape sont difficiles à interpréter car les paramètres d'opération n'ont pas été stables. En effet, un dosage excessif de l'effluent de l'atelier PTM a provoqué des charges en DBO₅ totale de l'ordre de 6 à 11 kg/m³d et a entraîné une insuffisance en oxygène. Les rendements d'enlèvement sur la DBO₅ totale aux cycles V7-02 à V7-06, de l'ordre de 57 à 71 %, sont nettement insuffisants. De ce fait, l'effet de l'augmentation de la température et l'effet de la carence en oxygène n'ont pu être dissociés. Par contre, au cycle V7-03, la température de l'affluent a grimpé à 45°C pendant 7 à 8 heures. À ce cycle, la perte de charge n'a augmenté que de 0.4m en 24 heures. Il est possible qu'à ce moment là, la perte de charge n'augmentait que par la rétention des matières en suspension dans l'affluent puisque la température élevée devait entraver la production de biomasse.

Tableau #10 Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V7

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m³d)			Affluent (mg/L)			Effluent (mg/L)			Enlèvement (%)			d P max pour lav. (m eau)	Air de procédé (m/h)	Volume d'eau			Affluent	
			DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO	MES			biof.	lav.	lav/bio	T	pH
			tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.	tot.			(m³)	(m³)	(%)	(°C)	
ETAPE V7 (Opération à haute concentration et haute température)																					
V7-01	2.24	42.42	4.68	13.98	1.27	261	780	71	68	384	49	74	51	31	1.34	12.1	19.00	1.43	8%	37.6	6.4
V7-02	2.27	32.42	6.05	14.31	1.83	333	788	101	97	432	60	71	45	41	1.21	12.1	14.72	1.58	11%	36.3	6.4
V7-03	2.37	24.00	7.70	18.69	1.61	406	986	85	162	608	80	60	38	6	0.40	12.1	11.38	1.40	12%	42.9	6.4
V7-04	2.43	37.67	8.36	18.39	2.35	430	946	121	187	624	70	57	34	42	1.18	12.1	18.31	1.37	7%	40.9	6.5
V7-05	2.31	37.58	11.12	24.06	1.87	602	1302	101	210	700	65	65	46	36	1.17	12.1	17.36	1.54	9%	41.5	6.5
V7-06	2.12	37.75	9.07	19.30	1.29	535	1138	76	154	781	67	71	31	12	1.20	12.1	16.01	1.38	9%	40.9	6.5
V7-07	2.05	29.33	5.18	14.76	2.16	316	900	132	78	440	72	75	51	45	1.24	14.8	12.03	1.50	12%	40.7	6.5
V7-08	2.09	31.17	5.77	14.38	2.73	345	860	163	73	373	46	79	57	72	1.20	14.9	13.03	1.37	11%	41.0	6.4
MIN	2.05	24.00	4.68	13.98	1.27	261	780	71	68	373	46	57	31	6	0.40	12.1	11.38	1.37	7%	36.3	6.4
MAX	2.43	42.42	11.12	24.06	2.73	602	1302	163	210	781	80	79	57	72	1.34	14.9	19.00	1.58	12%	42.9	6.5
MEDIANNE	2.26	35.00	6.87	16.58	1.85	376	923	101	126	524	66	71	46	38	1.20	12.1	15.36	1.42	10%	40.9	6.5
MOYENNE	2.24	34.04	7.24	17.23	1.89	404	963	106	129	543	64	69	44	36	1.12	12.8	15.23	1.45	10%	40.2	6.5

En effet, cette température correspond à la limite des micro-organismes mésophiles colonisant le biofiltre⁽¹³⁾. Cette limite est reconnue autour de 45°C mais peut légèrement varier en fonction du substrat et des conditions d'opération. Les températures inférieures rencontrées aux autres cycles de cette étape et la carence en oxygène ont provoqué le même phénomène en moindre importance. La durée des cycles s'est située à environ 34 heures avec une perte de charge finale de 1.2m CE sans plafonnement, sauf pour V7-01, ce qui est tout de même assez long.

Il est intéressant de constater que des écarts de température perturbent l'activité bactérienne momentanément mais n'ont pas ou peu d'effets à long terme.

La carence en oxygène a été corrigée aux cycles V7-07 et V7-08 par l'augmentation de l'air de procédé de 12 à 15 m/h, rétablissant du même coup les rendements sur la DBO₅ à des niveaux de 75 et 79% d'enlèvement, ce qui a démontré que le biofiltre était capable de récupérer assez rapidement après avoir été soumis à des conditions d'opération difficiles.

- Étape V8 (opération à haute concentration, charge et température)

Cette étape est distincte de V7 par la constance de la charge appliquée en débit et en concentration d'affluent ainsi que par l'ajustement du débit d'air de procédé. L'augmentation de l'air de procédé a amené une activité biologique supérieure à l'étape précédente, entraînant une croissance plus rapide de la biomasse. La durée des cycles, plus courte qu'en V7 à environ 22 heures en moyenne, a reflété ce fait. Par contre, les rendements d'enlèvement de la DBO₅ totale n'ont pas grimpé au-delà de 76% et ont descendu à 66 et 64% en V8-01 et V8-03 pour des charges appliquées en DCO totale supérieures à 20 kg/m³d. Les conditions d'opération étant fixées convenablement (air de procédé et nutriments), les rendements relativement faibles découlent des fortes charges appliquées. À ces fortes charges, le temps de

contact entre la biomasse et la matière biodégradable contenue dans l'effluent du biofiltre, était insuffisant pour permettre un enlèvement de 80% de la DBO_5 totale.

Le tableau 11 présente l'ensemble des résultats obtenus à cette étape.

- Etape V9 (opération avec ajout d'eau biofiltrée de la CUQ)

Des essais supplémentaires ont été réalisés à l'aide d'ajout d'eau biofiltrée et stérilisée aux ultra-violets provenant de la station Est de traitement de la Communauté Urbaine de Québec (CUQ) située à proximité. Cet ajout, en proportion de 50% de l'effluent Daishowa utilisé à V8, soit le tiers de l'effluent combiné, avait pour objectif de vérifier l'effet de l'utilisation de cet effluent comme eau de refroidissement et comme apport d'appoint en nutriments résiduels (15 à 20% de l'apport nécessaire). La consigne d'opération était d'appliquer cet effluent avec les mêmes charges massiques qu'en V5 soit $5 \text{ kg DBO}_{5\text{tot}}/\text{m}^3\text{d}$. L'écart entre l'obtention d'une charge appliquée de 6.22 plutôt que 5 tient au fait qu'il fallait augmenter la concentration en DBO_5 de l'effluent Daishowa (résultat d'une simulation de réduction de débit avec augmentation de température) par l'ajout d'eaux blanches provenant du PTM, dont seule la DCO était connue. L'incertitude sur le rapport DBO_5/DCO explique l'écart.

La charge massique en DBO_5 totale apportée par l'effluent de la CUQ était faible et ne représentait que 3% de la charge totale appliquée. Sa concentration était inférieure à 20 mg/l en DBO_5 totale.

Les résultats obtenus ne démontrent aucun problème opératoire notable. L'effluent Daishowa, chauffé à 38°C , a été refroidi à 31°C par l'ajout de l'effluent CUQ et tamponné d'une valeur de pH d'environ 0.4 unité.

Tableau #11 Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V8

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m²d)			Affluent (mg/L)			Effluent (mg/L)			Enlèvement (%)			d P max pour lav. (m eau)	Air de procédé (m/h)	Volume d'eau			Affluent	
			DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.			biof (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH
ETAPE V8 (Opération à haute concentration, haute charge appliquée et haute température)																					
V8-01	3.01	24.83	7.71	21.19	1.97	320	880	82	110	533	87	66	39	-6	1.20	15.0	14.95	1.38	9%	41.5	6.3
V8-02	2.80	22.83	6.45	18.37	1.66	288	820	74	78	493	63	73	40	15	1.21	15.0	12.79	1.40	11%	41.4	6.5
V8-03	2.93	19.42	6.28	20.63	2.20	268	880	94	96	507	81	64	42	14	1.26	19.8	11.38	1.40	12%	42.0	6.4
V8-04	2.62	20.92	7.52	16.77	1.74	359	800	83	96	453	66	73	43	20	1.22	19.8	10.96	1.41	13%	40.9	6.7
V8-05	2.63	20.75	6.50	17.97	2.34	309	854	111	80	434	76	74	49	32	1.25	20.0	10.91	1.43	13%	41.5	6.5
V8-06	2.52	22.33	6.81	18.59	1.96	338	922	97	82	439	69	76	52	29	1.20	20.0	11.26	1.44	13%	40.8	6.5
MIN	2.52	19.42	6.28	16.77	1.66	268	800	74	78	434	63	64	39	-6	1.20	15.0	10.91	1.38	9%	40.8	6.3
MAX	3.01	24.83	7.71	21.19	2.34	359	922	111	110	533	87	76	52	32	1.26	20.0	14.95	1.44	13%	42.0	6.7
MEDIANNE	2.72	21.63	6.66	18.48	1.97	315	867	89	89	473	73	73	43	18	1.22	19.8	11.32	1.41	13%	41.5	6.5
MOYENNE	2.75	21.85	6.88	18.92	1.98	314	859	90	90	477	74	71	44	17	1.22	18.3	12.04	1.41	12%	41.3	6.5

Tableau #12 Résultats d'opération du biofiltre à l'étape V9

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m³d)			Affluent (mg/L)			Effluent (mg/L)			Enlèvement (%)			d P max pour lav. (m eau)	Air de procédé (m/h)	Volume d'eau			Affluent	
			DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.			biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH
ETAPE V9 (Opération avec ajout d'eau biofiltrée de la CUQ)																					
V9-01	3.16	29.00	5.59	15.77	1.92	221	624	76	65	325	63	71	48	17	1.17	15.0	18.33	1.44	8%	31.0	6.7
V9-02	3.21	22.67	6.65	17.41	1.80	259	678	70	64	325	49	75	52	30	1.20	15.0	14.55	1.36	9%	31.5	6.5
V9-03	3.20	21.67	6.43	17.36	1.79	251	678	70	72	374	48	71	45	31	1.22	15.0	13.87	1.37	10%	31.9	6.4
MIN	3.16	21.67	5.59	15.77	1.79	221	624	70	64	325	48	71	45	17	1.17	15.0	13.87	1.36	8%	31.0	6.4
MAX	3.21	29.00	6.65	17.41	1.92	259	678	76	72	374	63	75	52	31	1.22	15.0	18.33	1.44	10%	31.9	6.7
MEDIANNE	3.20	22.67	6.43	17.36	1.80	251	678	70	65	325	49	71	48	30	1.20	15.0	14.55	1.37	9%	31.5	6.5
MOYENNE	3.19	24.44	6.22	16.85	1.84	244	660	72	67	341	53	72	48	26	1.20	15.0	15.58	1.39	9%	31.5	6.5

6.1.2 Évolution de la perte de charge dans le filtre. - Au cours d'un cycle d'opération, le filtre s'encrasse conséquemment à la croissance de biomasse dans le média et provoque une augmentation de la perte de charge mesurée dans celui-ci. Cette perte de charge progresse dans le filtre jusqu'à l'obtention d'une valeur de consigne, qui est généralement de 1.5m mais qui peut être réduite pour augmenter le nombre de cycles. Dans certains cas, il pourra être avantageux de réduire la perte de charge maximale, mais l'optimisation ne peut être faite que sur l'installation à pleine échelle, à cause des effets de parois et de l'efficacité non représentative des soufflantes et pompes du pilote. La valeur de consigne est fixée en fonction d'une optimisation du rendement d'élimination de la DBO, qui décroît au delà d'un certain encrassement, de la quantité d'eau de lavage nécessaire pour éviter une accumulation de biomasse et de l'énergie globale consommée qui elle croît avec la perte de charge. L'installation à pleine échelle sera toujours construite en fonction de 1.5 m maximum. Durant les essais, cette perte de charge a été mesurée à l'aide d'un capteur de pression relié à un système d'acquisition de données évaluant le différentiel entre le bas et le haut du média. Des prises supplémentaires installées à des niveaux intermédiaires ont permis une mesure manuelle de la progression de la perte de charge dans le média.

Les essais ont démontré que, de façon généralisée, la perte de charge dans le filtre augmente pratiquement linéairement avec le temps, ne démontrant jamais une augmentation exponentielle lors de l'accumulation de biomasse. Cette observation démontre qu'aucun colmatage du biofiltre n'a été provoqué tout au long des essais et que la biomasse a pu s'accumuler graduellement sur une certaine hauteur du média. La figure 2 représente un profil-type de l'augmentation de la perte de charge dans le biofiltre. Cette courbe est représentative du profil observé pour l'ensemble des cycles des essais pilotes.

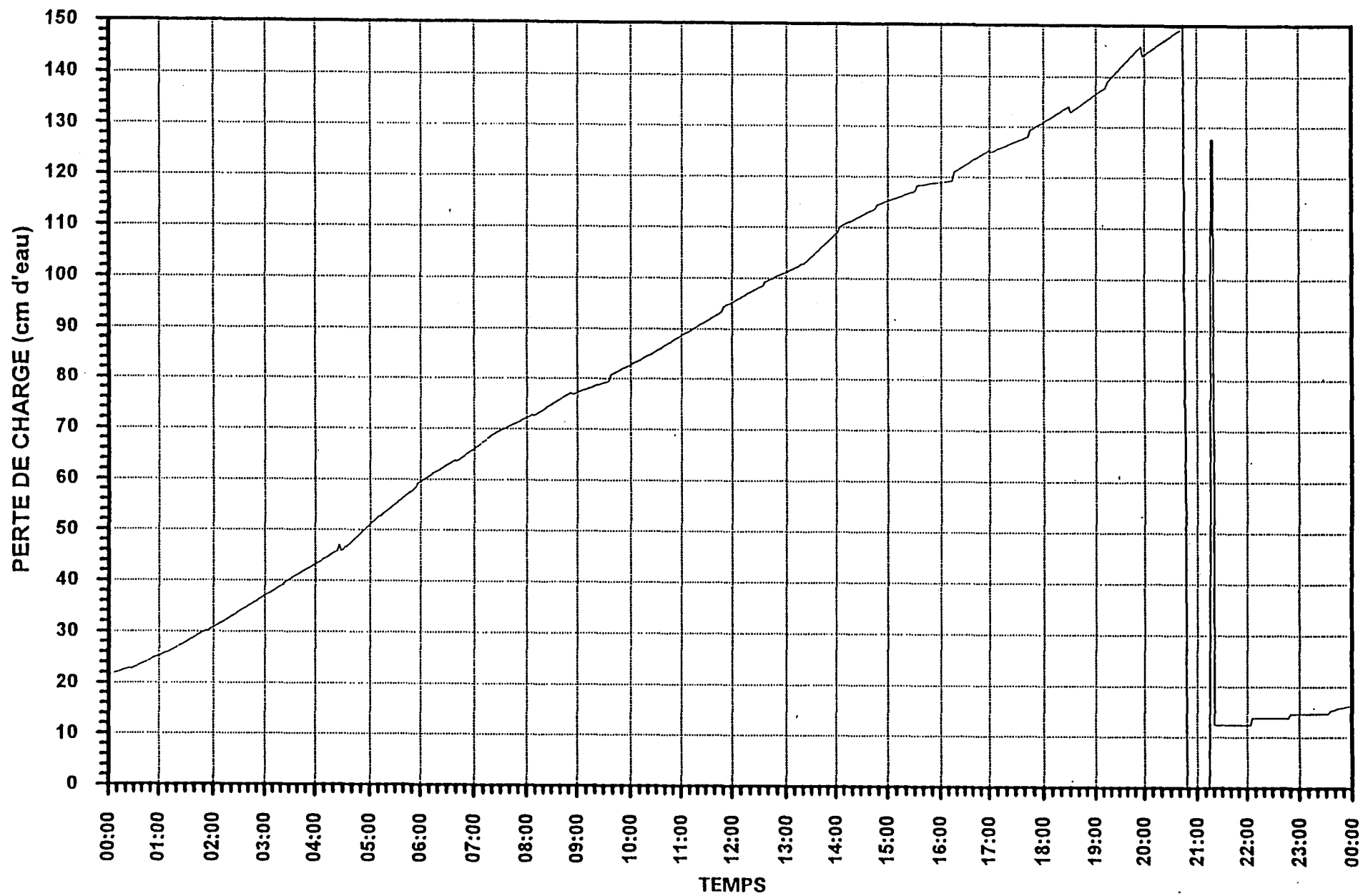


Figure 2 Profil type de l'augmentation de la perte de charge dans le filtre en fonction du temps

6.1.3 Enlèvement de la DBO₅ et DCO au cours des cycles d'opération. - Après un lavage, le biofiltre ne conserve qu'une partie de la biomasse en ne laissant qu'un film biologique accroché au média. L'efficacité de la filtration de l'effluent s'en trouve diminuée jusqu'à ce que les organismes se multiplient et prennent plus d'espace. Il s'établit donc un profil d'élimination de la DBO₅ et de la DCO dans le biofiltre en fonction du temps.

De façon à évaluer ce phénomène, des échantillons d'affluent et d'effluent ont été pris au cours de certains cycles d'opération du biofiltre. L'ensemble des résultats est présenté à l'annexe F à l'aide de courbes représentant le suivi de l'enlèvement de la DBO₅ et de la DCO ainsi que l'évolution de la perte de charge dans le biofiltre.

Les courbes des cycles V1-12, V1-14 et V5-28 (à l'annexe F) démontrent la progression anticipée du rendement au cours du cycle, c'est-à-dire que le rendement est inférieur en début de cycle et supérieur après quelques heures de fonctionnement. Ce profil semble se stabiliser après seulement trois (3) à quatre (4) heures de fonctionnement après un lavage. La figure 3 présente cet enlèvement type observé au cycle V5-28.

Les cycles V2-11 et V2-13 ne présentent pas le profil attendu. Ce fait peut être expliqué par la haute charge hydraulique appliquée de 4m/h ainsi que par les conditions d'opération appliquées à l'étape V2.

Le comportement du biofiltre au cycle V5-01, correspondant au démarrage de l'usine de Daishowa le 6 juillet 1992, est présenté à la figure 4. Il est à noter qu'après la fermeture de l'usine le 23 juin, le biofiltre a été drainé et laissé sans aération pendant une période de 12 jours. À la remise en eau le 6 juillet, la concentration en DBO₅ de l'affluent a augmenté lentement en suivant l'ouverture progressive de chacun des ateliers de l'usine. L'enlèvement de la DBO₅ dans le biofiltre s'est fait progressivement en partant de 0% pour ensuite atteindre près de 80% d'enlèvement à la fin du cycle.

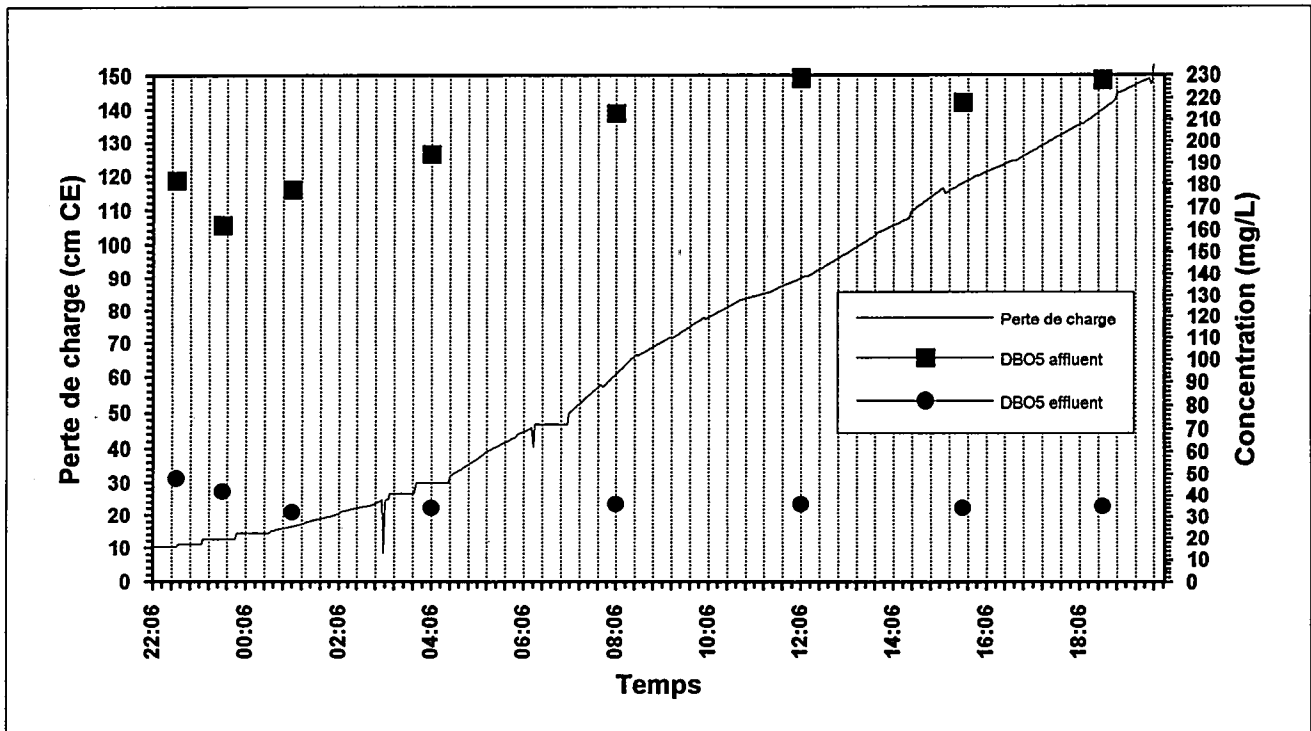


Figure 3 Suivi de la perte de charge et de l'enlèvement de la DBO5 au cycle V5-28

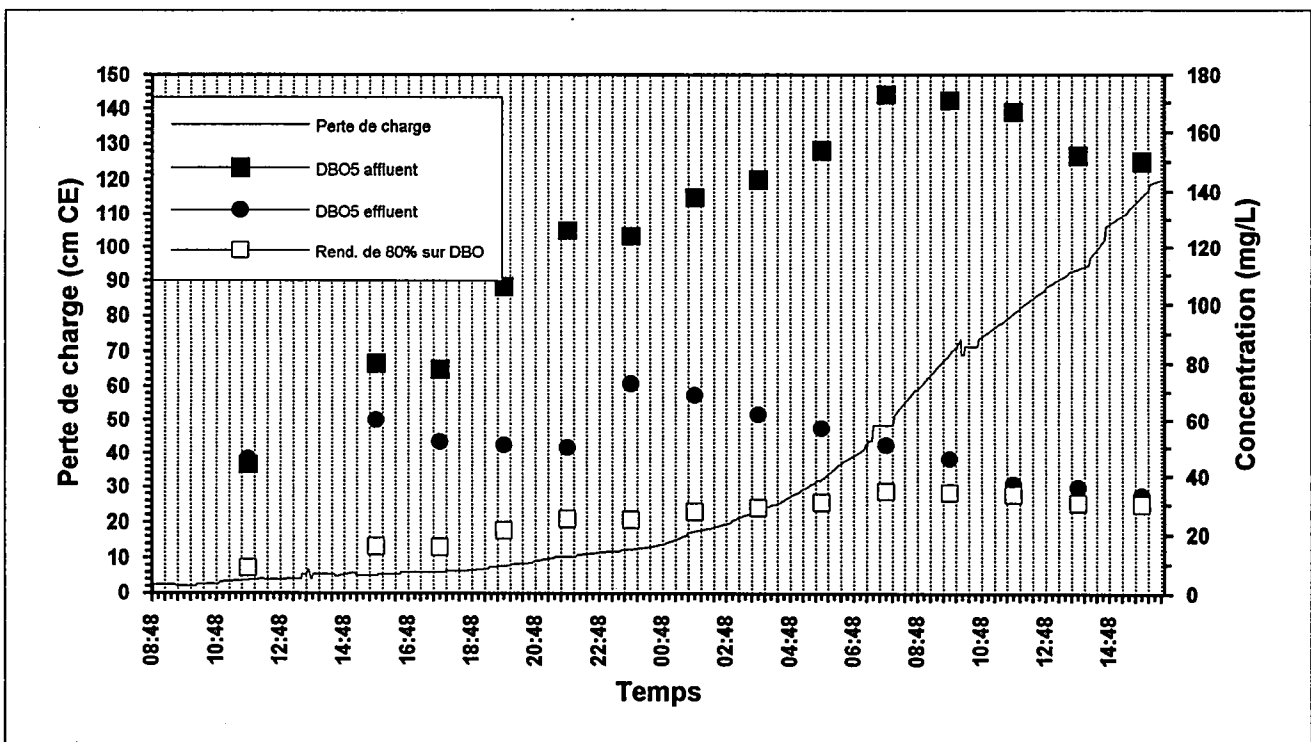


Figure 4 Suivi de la perte de charge et de l'enlèvement de la DBO5 au cycle V5-01

Cette courbe d'enlèvement des polluants révèle la rapidité d'adaptation du biofiltre. Une performance adéquate peut être instaurée dans les premières heures suivant un démarrage dans des conditions instables de charge. Cette adaptation aurait peut être été plus rapide si la concentration de l'affluent avait été plus élevée, favorisant ainsi la réaction biologique dans le sens de la croissance de la biomasse. Cette observation confirme également les prétentions voulant que le retour à des performances adéquates du traitement par biofiltration se fasse rapidement dès que l'affluent retrouve ces conditions normales.

6.1.4 Consommation en nutriments. - Au cours des essais, le déficit en nutriments de l'effluent à l'étude a été compensé par un apport de phosphore et d'azote sous les formes suivantes:

- Diammonium phosphate $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ (18-46-0)
- Urée $(\text{NH}_2)_2 \text{CO}$ (42-0-0)

Ces deux engrais se présentaient sous forme granulaire. Leur apport en azote et phosphore était calculé sur la base du ratio Azote-Phosphore-Potassium (N-P-K) fourni par le distributeur de ces produits. Les ratios exprimés ci-haut entre parenthèses ne fournissent pas le pourcentage de N-P-K, mais plutôt le ratio $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$. Pour obtenir le vrai ratio N-P-K on doit effectuer le calcul suivant (exemple 18-46-0):

- $\text{N} = 18 (\text{N} / \text{N})$
- $\text{P} = 46 * 0.4369 (\text{P} / \text{P}_2\text{O}_5)$
- $\text{K} = 0 * 0.8302 (\text{K} / \text{K}_2\text{O})$

Au cours des essais, des granules de ces engrais ont été dissous dans de l'eau en quantité proportionnelle à l'apport qu'ils devaient fournir à la réaction biologique. Ces deux produits ont été dissous de façon à toujours obtenir un ratio de 5/1 entre l'azote et le phosphore. Cette solution diluée était injectée à l'aide d'une pompe

doseuse de manière à obtenir un excès sur la base de la règle bien connue de 100/5/1 entre la DBO₅ totale, l'azote et le phosphore. Un dosage excédentaire de 20% de cette solution a été appliqué au cours des essais en ne considérant pas la quantité d'azote et de phosphore présente dans l'effluent à traiter. Cet excédent a été validé à l'aide de la mesure de l'azote total Kjeldhal et ammoniacal ainsi que par l'analyse du phosphore total et de l'ortho-phosphate à l'effluent du biofiltre. Il faut rappeler que la présence d'un résiduel de nutriments à l'effluent assurait un dosage adéquat de ceux-ci, car un surdosage à l'affluent ne garantit pas un apport suffisant. Cet excédent ne devait pas être trop élevé afin d'éviter une effet sur la toxicité aux truites de l'effluent du biofiltre.

Au début des essais pilotes, des erreurs de calcul ont entraîné une carence en phosphore jusqu'au 26 mai, date où le calcul du dosage des nutriments a été révisé. Par la suite, le dosage des nutriments a été fait de manière à obtenir un résiduel d'environ 2 à 3 mg/L en azote ammoniacal et de 1 à 2 mg/L en ortho-phosphate à l'effluent du biofiltre. La forte augmentation imprévue de la concentration en DBO₅ totale aux phases exploratoires V7 et V8 a probablement causé une carence en nutriments. A ces étapes, le résiduel en nutriments n'était pas mesuré; il est donc difficile de conclure sur le manque d'apport en nutriments. Pour le reste des essais, l'azote et le phosphore ont été injectés en quantité suffisante. Le dosage des nutriments ne représente cependant pas un problème lorsque la charge en DBO est bien connue; il peut être contrôlé et dosé facilement pour une usine à pleine échelle ayant des charges stables.

6.1.5 Consommation en air de procédé. - La réaction biologique qui a lieu dans le biofiltre nécessite un apport d'oxygène. Dans le cas du procédé BIOFOR®, l'air de procédé ne sert pas à fluidiser le média; l'air injecté ne sert qu'à fournir les besoins énergétiques requis par la réaction biologique. Le taux d'injection d'air de procédé est fonction de la charge massique appliquée ainsi que de la solubilité de l'oxygène à la température d'opération.

Le taux d'injection requis pour une conception à pleine échelle peut être évalué à partir des données obtenues à l'étape d'opération à régime stable (étape V5). Ce taux se situe à environ 12 m/h, soit une consommation d'environ 25 à 30 m³ d'air par kg de DBO₅ totale éliminée. Cependant, le taux d'application ne doit pas être trop élevé puisqu'un surplus en débit d'air favorise le relargage du floc biologique accroché au média, en plus de constituer un gaspillage d'énergie. La limite de conception pour l'injection en air de procédé pour le BIOFOR® est généralement fixée à 15 m/h.

6.1.6 Enlèvement de la toxicité. - Un des paramètres les plus importants pour attester de l'applicabilité de la biofiltration par BIOFOR® pour les fabriques de pâtes et papiers, est la capacité de ce type de traitement à pouvoir éliminer la toxicité létale aiguë. En fait, les temps de contact assez courts entre l'effluent et le média filtrant (de 30 à 60 minutes) faisaient craindre pour l'atteinte des objectifs d'enlèvement de la toxicité.

Le tableau 13 présente l'ensemble des mesures de toxicité. Le tableau 14 présente le profil de l'affluent et les rendements obtenus en parallèle avec les résultats de toxicité. Toutes les mesures de toxicité ont été prises lorsque l'atelier d'écorçage était en fonction, ce qui a pour effet de générer plus d'acides résiniques pouvant ainsi augmenter la toxicité de l'effluent. La toxicité a été mesurée à l'affluent et à l'effluent du biofiltre à quelques reprises ainsi que sur les eaux sales de lavage et sur le surnageant de ces eaux sales après les avoir laissé décanter pendant deux (2) heures.

Pour le bioessai à la truite, la CL50 à l'affluent a varié entre 8 et 26%. Le bioessai avec *Daphnia Magna* a par contre varié entre 15 et 100%. La toxicité démontrée lors des essais à la truite et au *Daphnies* ne va pas toujours dans le même sens. Il n'était donc pas possible de corréler les résultats à la truite avec ceux obtenus avec les *Daphnies*.

L'affluent au biofiltre ayant causé la toxicité la plus élevée à la truite (CL50 = 8.3%) a été obtenu lors de la fermeture de l'usine de Daishowa le 23 juin (cycle V3-09 - fermeture prolongée inhabituelle). Cependant, l'effluent à V3-09 n'a démontré aucune toxicité létale à la truite arc-en-ciel.

Tableau 13 *Compilation des résultats des analyses de toxicité*

[illegible]

Tableau 14 Compilation des résultats des analyses de toxicité vs opération du biofiltre

No CYCLE	TRUITE CL50 (96 h) (% volume)	DAPHNIA MAGNA CL50 (48 h) (% volume)	MICROTOX CE50 (% volume)			Caractéristiques				Rendement d'enlèvement		
			5 min	15 min	30 min	Taux filt. (m/h)	DBO5 tot (mg/L)	DCO tot (mg/L)	MES tot (mg/L)	DBO5 tot (%)	DCO tot (%)	MES tot (%)
Cycle V1-09	Début: 31-05 à 07:00 Fin: 01-06 à 09:45					2.00				83	56	72
Affluent	14.1	70.7	---	---	---		218	632	86			
Effluent	>100	>100	>100	>100	>100		38	279	24			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		---	---	953			
Surnageant	---	---	---	---	---		---	---	---			
Cycle V1-12	Début: 03-06 à 04:45 Fin: 04-06 à 10:15					2.00				85	65	75
Affluent	18.4	30.8	---	---	---		151	628	119			
Effluent	>100	Non valide	>100	>100	>100		22	220	30			
Eaux sales de lavage	---	Non valide	---	---	---		296	1714	1017			
Surnageant	---	---	---	---	---		---	---	---			
Cycle V1-14	Début: 05-06 à 16:00 Fin: 06-06 à 23:45					2.00				87	65	61
Affluent	24.5	15.4	---	---	---		198	621	67			
Effluent	>100	>100	>100	>100	>100		25	217	26			
Eaux sales de lavage	---	>100	---	---	---		371	1527	911			
Surnageant	>100	---	---	---	---		111	467	170			
Cycle V2-09	Début: 11-06 à 16:20 Fin: 12-06 à 04:50					4.00				69	47	49
Affluent	14.1	25.0	---	7.5	Non disp.		226	584	74			
Effluent	>100	>100	Non disp.	Non disp.	79.4		70	310	38			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		---	---	770			
Surnageant	---	---	---	---	---		---	---	---			
Cycle V2-11	Début: 12-06 à 19:10 Fin: 13-06 à 11:40					4.00				76	44	35
Affluent	21.9 et 24.5(dupl.)	27.7	---	---	---		205	618	65			
Effluent	>100 et >100(dupl.)	>100	>100	>100	>100		50	344	42			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		276	1565	835			
Surnageant	---	---	---	---	---		---	---	---			
Cycle V2-13	Début: 14-06 à 05:15 Fin: 14-06 à 21:00					4.00				72	47	34
Affluent	19.7	33.2	---	---	---		173	576	64			
Effluent	>100 et >100(dupl.)	>100	>100	>100	>100		48	303	42			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		279	1231	762			
Surnageant	>100	---	---	---	---		97	501	141			
Cycle V3-09	Début: 23-06 à 07:00 Fin: 23-06 à 15:25					3.50				---	---	---
Affluent	8.3	37.8	---	---	---		---	---	---			
Effluent	>100	>100	>100	>100	>100		---	---	---			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		---	---	---			
Surnageant	>100	---	---	---	---		---	---	---			
Cycle V5-28	Début: 25-07 à 22:05 Fin: 26-07 à 19:55					3.44				85	61	76
Affluent	25.6	>100	---	---	---		201	560	93			
Effluent	>100	>100	>100	>100	>100		31	220	22			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		532	1620	1265			
Surnageant	>100	---	---	---	---		186	520	266			
Cycle V6-05	Début: 11-08 à 06:35 Fin: 13-08 à 01:00					2.35				73	49	41
Affluent	---	---	---	---	---		274	710	116			
Effluent	---	---	---	---	---		73	360	69			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		---	---	1448			
Surnageant	---	---	---	---	---		159	576	140			

Les mesures de toxicité à l'effluent du biofiltre ne démontrent aucune toxicité létale à la truite arc-en-ciel ni aux *Daphnies*. Un taux de mortalité de 10% a été enregistré au cycle V6-05 et cette mortalité est survenue avant 48 heures d'exposition. Seulement 10 truites ont été utilisées pour le test⁽⁴⁾, ce qui signifie qu'une seule truite est morte et ce, avant 48 heures. La même observation a été faite pour le cycle V3-09 avec les *Daphnies*. Sur toute la période des essais, la biofiltration a permis d'obtenir un effluent non-toxique pour la truite arc-en-ciel et les *Daphnies*. Aucune toxicité létale aiguë n'a également été enregistrée sur le surnageant des eaux sales de lavage.

Des mesures d'inhibition de 50% de la bioluminescence du Microtox ont été enregistrées sur l'effluent du biofiltre seulement. Un seul essai a démontré une inhibition de la bioluminescence, soit au cycle V2-09 où on a obtenu une concentration inhibitrice de 79%. Tous les autres essais ne démontrent aucune inhibition du Microtox.

Un seul essai de toxicité chronique 7d avec le *Ceriodaphnia Dubia* a démontré l'absence de toxicité chronique au cycle V5-28. Un autre essai de toxicité sur l'effluent avec l'algue *Celenastrum capricornutum* a démontré une concentration inhibitrice 25-96 h de 64,5% V/V (voir annexe E).

6.1.7 Enlèvement des acides gras et résiniques. - Les acides résiniques sont reconnus depuis plus d'une cinquantaine d'années comme étant une cause majeure de toxicité aquatique. Des études démontrent que ceux-ci contribuent à plus de 70% à la toxicité d'un effluent de pâte mécanique et que les acides gras y contribueraient en moindre proportion⁽¹⁾.

Dans le cas à l'étude, la toxicité reliée aux acides gras et résiniques devrait provenir en majeure partie de l'effluent de l'atelier d'écorçage humide et du TMP. Au cours des essais pilotes, la présence de ces acides a été mesurée sur huit (8) cycles de biofiltration correspondant à des conditions d'opération variées. Les mesures sur l'affluent et l'effluent du biofiltre ont été effectuées sur un échantillon composite sur l'ensemble du cycle, alors que les mesures sur les eaux sales de lavage et sur le surnageant ont été prélevées manuellement (un seul échantillon).

Tableau 15 Synthèse d'enlèvement (%) des acides gras et résiniques

PARAMÈTRES	% d'enlèvement à travers la biofiltration							
	Cycle v1-09	Cycle V1-12	Cycle V1-14	Cycle V2-11	Cycle V2-13	Cycle V3-09	Cycle V5-28	Cycle V6-05
<u>Acides gras</u>								
Palmitoléique	34	37	36	-100	-206	36	38	-7
Palmitique	89	94	89	6	78	71	43	41
Linoléique	92	92	79	83	>88	96	>92	76
Linolénique	—	—	—	—	—	—	—	—
Oléique	96	95	85	>93	82	93	93	89
Stéarique	80	87	83	>86	79	86	65	78
9,10-Dichlorostéarique	—	>67	—	—	—	—	—	—
<u>Acides résiniques</u>								
Pimarique	>92	>90	>93	59	86	79	>84	>83
Sandaracopimarique	>94	>94	>96	73	91	>93	>88	>89
Isopimarique	90	94	>98	30	69	88	91	91
Palustrique + Lévopimarique	94	96	>99	85	89	96	94	84
Déhydroabiétique	96	98	97	90	94	99	94	94
Abiétique	92	95	92	83	86	96	88	87
Néoabiétique	>95	>95	>95	>83	67	>84	>79	60
14-Chlorodéhydroabiétique	—	—	—	—	—	—	—	—
12-Chlorodéhydroabiétique	—	>95	>95	55	>70	—	—	—
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	92 - 94	94 - 96	93 - 94	70 - 73	83 - 85	92 - 94	89 - 90	80 - 83

Tableau 16 Synthèse des résultats de la mesure des acides gras et résiniques

PARAMÈTRES	(µg/L)																								
	Cycle V1-09		Cycle V1-12			Cycle V1-14				Cycle V2-11			Cycle V2-13				Cycle V3-09		Cycle V5-28				Cycle V6-05		
	A	E	A	E	L	A	E	L	LS	A	E	L	A	E	L	LS	A	E	A	E	L	LS	A	E	LS
Acides gras																									
Palmitoléique	44	29	30	19	1600	83	53	2500	1900	49	98	2200	36	110	2100	370	33	21	68	42	1400	440	140	150	430
Palmitique	380	40	410	25	910	630	69	1400	1300	500	470	1500	440	97	1400	400	310	89	110	63	1000	370	220	130	350
Linoléique	400	32	180	15	140	220	46	250	240	200	35	<20	160	<20	170	43	520	21	190	<15	180	94	140	33	42
Linoléénique	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<15	<15	—	—	—	—	<15	<15	<15
Oléique	410	16	240	13	190	280	42	230	220	270	<20	910	370	65	710	310	470	33	250	18	700	250	360	40	370
Stéarique	170	34	150	20	190	210	36	210	180	140	<20	220	100	21	240	100	190	26	86	30	170	77	120	26	96
9,10-Dichlorostéarique	<10	<10	30	<10	12	<10	<10	<10	<10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Total acides gras (µg/L)	1404	151	1040	92	3042	1423	246	4590	3840	1159	603	4830	1106	293	4620	1223	1523	190	704	153	3450	1231	980	379	1288
% acides gras / total	25%	42%	20%	42%	64%	21%	62%	72%	81%	24%	45%	72%	23%	39%	70%	59%	24%	51%	21%	47%	60%	64%	29%	63%	37%
Acides résiniques																									
Pimarique	130	<10	99	<10	55	140	<10	59	40	97	40	120	110	15	110	46	140	29	96	<15	120	32	89	<15	63
Sandaracopimarique	180	<10	170	<10	68	230	<10	<10	40	170	46	92	150	14	76	24	220	<15	130	<15	94	30	140	<15	81
Isopimarique	440	43	410	25	580	570	<10	610	360	400	280	<20	360	110	760	390	530	64	340	30	890	250	520	49	640
Palustrique + Lévoipimarique	660	40	730	28	180	740	<10	210	<10	460	68	880	560	62	180	86	780	32	370	24	120	29	180	29	120
Déhydroabiétique	1800	67	1700	39	630	2300	80	760	370	1800	180	640	1700	110	690	230	2200	25	1100	61	670	210	1000	61	1000
Abiétique	790	61	710	33	140	910	74	150	120	590	100	78	710	100	130	59	820	36	520	60	350	110	460	59	220
Néobiétique	190	<10	220	<10	41	210	<10	<10	<10	120	<20	<20	150	50	23	<20	96	<15	73	<15	66	17	62	25	65
14-Chlorodéhydroabiétique	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
12-Chlorodéhydroabiétique	<10	<10	200	<10	<10	210	<10	<10	<10	78	35	61	67	<20	<20	<20	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
12,14-Dichlorodéhydroabiétiq	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Total acides résiniques (µg/L)	4190	211	4239	125	1694	5310	154	1789	930	3715	749	1871	3807	461	1969	835	4786	186	2629	175	2310	678	2451	223	2189
% acides résiniques / total	75%	58%	80%	58%	36%	79%	39%	28%	19%	76%	55%	28%	77%	61%	30%	41%	76%	49%	79%	53%	40%	36%	71%	37%	63%
Total	5594	362	5279	217	4736	6733	400	6379	4770	4874	1352	6701	4913	754	6589	2058	6309	376	3333	328	5760	1909	3431	602	3477

A - Affluent

E - Effluent

L - Eaux sales de lavage

LS - Sumageant des eaux sales de lavage

Tableau 17 Synthèse des résultats d'enlèvement des acides gras et résiniques d'après un bilan de masse sur le biofiltre

PARAMÈTRES	Cycle V1-12					Cycle V1-14					Cycle V2-11					Cycle V2-13					Cycle V5-28				
	A (µg)	E (µg)	L (µg)	A-(E+L) (µg)	éliminé %	A (µg)	E (µg)	L (µg)	A-(E+L) (µg)	éliminé %	A (µg)	E (µg)	L (µg)	A-(E+L) (µg)	éliminé %	A (µg)	E (µg)	L (µg)	A-(E+L) (µg)	éliminé %	A (µg)	E (µg)	L (µg)	A-(E+L) (µg)	éliminé %
Acides gras																									
Palmitoléique	354	224	2304	-2174	-614%	1054	673	3525	-3144	-298%	647	1294	3146	-3793	-586%	454	1386	3087	-4019	-886%	1021	631	2044	-1653	-162%
Palmitique	4838	295	1310	3233	67%	8001	876	1974	5151	64%	6600	6204	2145	-1749	-27%	5544	1222	2058	2264	41%	1652	946	1460	-754	-46%
Linoléique	2124	177	202	1745	82%	2794	584	353	1857	66%	2640	462	0	2178	83%	2016	0	250	1766	88%	2854	0	263	2591	91%
Linoléénique	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%
Oléique	2832	153	274	2405	85%	3556	533	324	2698	76%	3564	0	1301	2263	63%	4662	819	1044	2799	60%	3755	270	1022	2463	66%
Stéarique	1770	236	274	1260	71%	2667	457	296	1914	72%	1848	0	315	1533	83%	1260	265	353	643	51%	1292	451	248	593	46%
9,10-Dichlorostéarique	354	0	17	337	95%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%
Total acides gras (µg)	12272	1086	4380	6806	55%	18072	3124	6472	8476	47%	15299	7960	6907	432	3%	13936	3692	6791	3452	25%	10574	2298	5037	3239	31%
% acides gras / total	20%	42%	64%	13%		21%	62%	72%	12%		24%	45%	72%	1%		23%	39%	70%	8%		21%	47%	60%	9%	
Acides résiniques																									
Pimarique	1168	0	79	1089	93%	1778	0	83	1695	95%	1280	528	172	581	45%	1386	189	162	1035	75%	1442	0	175	1267	88%
Sandaracopimarique	2006	0	98	1908	95%	2921	0	0	2921	100%	2244	607	132	1505	67%	1890	176	112	1602	85%	1953	0	137	1815	93%
Isopimarique	4838	295	835	3708	77%	7239	0	860	6379	88%	5280	3696	0	1584	30%	4536	1386	1117	2033	45%	5107	451	1299	3357	66%
Palustrique + Lévoipimarique	8614	330	259	8024	93%	9398	0	296	9102	97%	6072	898	1258	3916	64%	7056	781	265	6010	85%	5557	360	175	5022	90%
Déhydroabiétique	20060	460	907	18693	93%	29210	1016	1072	27122	93%	23760	2376	915	20469	86%	21420	1386	1014	19020	89%	16522	916	978	14628	89%
Abiétique	8378	389	202	7787	93%	11557	940	212	10406	90%	7788	1320	112	6356	82%	8946	1260	191	7495	84%	7810	901	511	6398	82%
Néobiétique	2596	0	59	2537	98%	2667	0	0	2667	100%	1584	0	0	1584	100%	1890	630	34	1226	65%	1096	0	96	1000	91%
14-Chlorodéhydroabiétique	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%
12-Chlorodéhydroabiétique	2360	0	0	2360	100%	2667	0	0	2667	100%	1030	462	87	480	47%	844	0	0	844	100%	0	0	0	0	0%
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%
Total acides résiniques (µg)	50020	1475	2439	46106	92%	67437	1956	2522	62959	93%	49038	9887	2676	36476	74%	47968	5809	2894	39265	82%	39488	2629	3373	33486	85%
% acides résiniques / total	80%	58%	36%	87%		79%	39%	28%	88%		76%	55%	28%	99%		77%	61%	30%	92%		79%	53%	40%	91%	
Total	62292	2561	6820	52912	85%	85509	5080	8994	71435	84%	64337	17846	9582	36908	57%	61904	9500	9686	42718	69%	50062	4927	8410	36726	73%

Ces mesures avaient pour but d'interpréter les résultats de toxicité en regard de la présence de ces acides et d'ainsi cerner le comportement de la biofiltration par le procédé BIOFOR® relativement à ceux-ci. Les tableaux 15 et 16 reprennent les données obtenues en concentration et en masse:

A l'affluent du biofiltre, les acides gras ne représentent que 20 à 29% du contenu en acides gras et résiniques. Par contre, ils sont retrouvés à l'effluent du biofiltre dans une proportion de 40 à 70%. Ceci s'explique par le fait que les acides gras sont peu dégradés au cours du traitement (de 0 à 55%) comme le rapporte le tableau 17 donnant le pourcentage d'élimination de ces derniers. L'acide palmitoléique se retrouve en plus grande quantité dans les eaux de lavage que dans l'affluent, ce qui porte à croire que la dégradation des autres acides amène la formation d'acide palmitoléique. Cette observation est confirmée pour toutes les mesures d'acides gras permettant de faire un bilan de masse. Les acides oléique, linoléique et palmitique comptent à eux seuls pour plus des trois quarts des acides gras présents à l'affluent du biofiltre.

L'enlèvement absolu des acides résiniques a été par contre beaucoup plus élevé que les acides gras. De 74 à 93% des acides résiniques ont été éliminés à travers le traitement, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas présents ni dans l'effluent ni dans l'eau de lavage. Il est donc possible de supposer que ces acides sont biodégradés par la biofiltration. Les acides abiétique et déhydroabiétique représentent à eux seuls plus de 50% des acides résiniques présents à l'affluent du biofiltre. Par contre, pour évaluer l'impact de chacun de ces acides, il faut en connaître les limites respectives pouvant causer une toxicité à la truite arc-en-ciel.

Certains chercheurs ont évalué des seuils limites de concentration d'acides résiniques pouvant causer une toxicité aiguë à la truite (CL50-96h)⁽¹⁾. Ces seuils ont été établis à l'aide de solutions ne contenant qu'un seul acide résinique pur. Tout porte à croire que l'effet toxique d'un mélange de ceux-ci est supérieur à ce que prédit chacune des concentrations seuil. Le tableau 18 rapporte les valeurs de ces seuils.

Tableau 18 Concentration seuil d'observation de toxicité aiguë à la truite (CL50-96h)⁽¹⁾

ACIDES RÉSINIQUES	CONCENTRATION SEUIL ($\mu\text{g/l}$)
Déhydroabétique $\text{C}_{20} \text{H}_{28} \text{O}_2$	1100
Pimarique $\text{C}_{20} \text{H}_{30} \text{O}_2$	800
Abiétique $\text{C}_{20} \text{H}_{30} \text{O}_2$	700
Palustrique	500
Isopimarique $\text{C}_{20} \text{H}_{30} \text{O}_2$	400

Pour tous les cycles (sauf V6-05), l'acide déhydroabiétique dépasse largement sa concentration seuil tandis que pour les autres acides, ils ne le dépassent que la moitié du temps ou même jamais (ex.: acide pimarique). L'acide déhydroabiétique pourrait donc être responsable en majeure partie de la toxicité à la truite mesurée à l'affluent du biofiltre. Cependant, les concentrations à l'effluent du biofiltre sont toujours largement inférieures aux concentrations seuil rapportées dans la littérature, ce qui pourrait expliquer le fait qu'aucun échantillon de l'effluent ne s'est avéré toxique à la truite.

L'enlèvement global des acides gras et résiniques entre l'affluent et l'effluent du biofiltre varie de 70 à 96%. Le rendement de la biofiltration à l'égard de l'enlèvement de ces acides est comparable à celui des traitements secondaires par étangs aérés ou par boues activées (voir tableau 19).

La corrélation entre la concentration en acides gras et résiniques et la toxicité à la truite (CL50-96h) n'a pu être déterminée étant donné la faible variation de la toxicité à l'affluent du biofiltre (de 14 à 25%). Il est donc impossible d'extrapoler la concentration limite toxique en acides gras et résiniques pour le cas étudié.

Tableau 19 Comparaison de différentes technologies vs l'enlèvement des acides gras et résiniques

ACIDE	% D'ENLÈVEMENT		
	Biofiltration	Étangs aérés ⁽²⁾	Boues activées ⁽²⁾
<u>Acide gras</u>			
Linoléique	87	92	89 à 98
Linoléinique	--	67 à 78	--
Oléique	91	79 à 93	55
<u>Acides résiniques</u>			
Pimarique	83	52 à 94	52
Isopimarique	82	42 à 93	58
Déhydroabiétique	94	69 à 98	69 à 88
Abiétique	90	96	--

6.2 Lavage des biofiltres

Pour le procédé de biofiltration BIOFOR®, les cycles de lavage sont déclenchés lorsque la perte de charge dans le filtre se situe à environ 1.5m CE. Lors des essais, les lavages ont été déclenchés à 1.2m CE de façon à gagner du temps et d'obtenir un plus grand nombre de cycles qu'avec 1.5m CE. Cependant, les cycles V5-24 à V6-03 ont été conduits jusqu'à 1.5m CE de façon à observer l'effet de cette augmentation sur la progression de la perte de charge dans le biofiltre et sur la concentration des boues.

Cette perte de charge est fonction non seulement de l'accumulation des boues dans le biofiltre mais également du taux de filtration appliqué à celui-ci. En fait, la perte de charge dans un milieu à garnissage varie en fonction du carré de la vitesse⁽¹¹⁾ de l'effluent qui est appliqué, ce qui pourrait impliquer qu'un lavage effectué sur un filtre opérant à faible taux de filtration pourrait donner une boue plus consistante que celle provenant d'un filtre opérant à haut taux de filtration. Par contre, dans le cas du procédé BIOFOR®, une certaine fluidisation du lit s'opère lorsqu'il est soumis

à des débits d'air et d'effluent élevés, ce qui aurait pour effet de ramener la perte de charge à un niveau inférieur tout en laissant échapper l'excédant de biomasse accumulée.

Les lavages du biofiltre consistaient à l'application de débits intermittents d'air et d'eau. L'air de lavage était injecté au taux de 70 m/h tandis que l'eau de lavage était appliquée au taux de 20 m/h. L'utilisation de ces différents débits permettaient d'assurer un désenrobage adéquat du média.

6.2.1 Quantité d'eaux de lavage produite. - Le volume d'eau utilisé pour le lavage du biofiltre lors des essais, n'a pratiquement pas varié, les consignes de lavage n'ayant jamais été modifiées. Le volume d'eau de lavage s'est toujours situé à environ 1.45 m³ d'eau avec une variation d'environ 10%. Le ratio entre la quantité d'eau utilisée pour les lavages et la quantité d'eau biofiltrée entre deux (2) lavages a par contre beaucoup plus d'importance. Ce ratio indique la quantité d'effluent qu'il sera nécessaire de traiter au décanteur des eaux sales de lavage et peut avoir un effet important sur les coûts d'opération d'une installation de biofiltration. Les résultats révèlent que ce ratio ne dépasse guère 15% en se situant en moyenne de 10% à 12%. La faible valeur obtenue de ce ratio indique que les lavages du biofiltre sont près de l'optimum.

6.2.2 Caractéristiques des eaux sales de lavage. - Le contenu des eaux sales de lavage a été caractérisé au cours des essais sur la quantité de MES totales et à quelques reprises sur la DBO₅ totale et soluble ainsi que sur la DCO totale et soluble. Le contenu en MES totales varie peu au cours des essais lorsqu'une perte de charge de 1.2m CE est utilisée pour déclencher les lavages. Par contre lorsqu'on utilise une perte de charge de 1.5m CE, la consistance des eaux sales de lavage augmente considérablement. Le tableau 20 résume les variations mesurées de la concentration des matières en suspension dans les eaux sales de lavage en fonction de la perte de charge utilisée pour le déclenchement des lavages.

Tableau 20 *Variation de la concentration des matières en suspension dans les eaux sales de lavage*

Étape	taux de filt. (m/h)	charge appl. kg DBO ₅ /m ² d	durée du cycle (h)	MES eaux sales de la- vage (mg/l)	Consigne pour lavage (m CE)
V1	2.0	3.03	25.4	799	1.18
V2	4.0	5.81	13.8	837	1.23
V3	3.5	4.66	17.7	1008	1.24
V5-03 à 23	3.5	5.04	15.0	850	1.20
V5-24 à 32	3.5	4.57	21.3	1380	1.50
V6	2.30	4.82	27.8	1430	1.39
V7	2.24	7.24	34.0	1547	1.12
V8	2.75	6.88	21.9	1377	1.22
V9	3.19	6.22	24.4	1366	1.20

6.2.3 Traitement des eaux sales de lavage. - Des essais de décantation et de flottation ont été effectués à l'étape V6 de façon à évaluer l'aptitude à la décantation et à la flottation des boues. Les essais de flottation des boues ont été réalisés à l'aide d'un FLOTATEST (unité pilote de flottation) et les essais de décantation ont été faits manuellement par observation du profil de décantation de la matière en suspension dans un cylindre gradué selon la méthode de Kynch⁽⁸⁾.

Les résultats obtenus au cours des essais sont présentés au tableau 21. Ce tableau résume la consistance des boues, le dosage de polyélectrolytes utilisés et la qualité du surnageant et sousnageant obtenue. Les résultats obtenus par décantation diffèrent de ceux de la flottation que par la consistance des boues obtenue. La consistance des boues obtenue à l'aide du FLOTATEST, de l'ordre de 1.7 à 2.3%, est largement supérieure à celle obtenue par décantation qui est d'environ 0.8 à 1.4%. Dans les deux cas, la qualité de la portion liquide (surnageant ou sousnageant) est pratiquement identique lorsque de l'alun et des polymères y sont ajoutés, atteignant ainsi les niveaux de DCO-DBO₅-MES obtenus à l'effluent du biofiltre.

Tableau 21 Résultats des essais de flocculation, de sédimentation et de flottation

# cycle	LS				LB	LSt						LBT
	DCOt (mg/L)	DCO sol (mg/L)	DBO5t (mg/L)	MES (mg/L)	MES (mg/L)	alun (ppm)	polymère** (ppm)	DCOt (mg/L)	DCOsol (mg/L)	DBO5t (mg/L)	MES (mg/L)	MES (mg/L)
V6-01	—	—	—	145	14000	20	—	—	—	—	118	—
V6-01	—	—	—	145	14000	40	—	—	—	—	118	—
V6-02	618	260	102	224	5861	60	—	—	—	—	112	—
V6-01	—	—	—	145	14000	80	—	—	—	—	58	—
V6-01	—	—	—	145	14000	110	—	—	—	—	23	—
V6-01	—	—	—	145	14000	140	—	—	—	—	19	—
V6-01	—	—	—	145	14000	40	0.5	—	—	—	68	—
V6-05	576	272	159	140	8263	40	0.5	390	248	83	82	8070 *
V6-02	618	260	102	224	5861	40	1.0	342	212	63	70	— *
V6-04	544	272	124	136	10179	40	1.0	—	—	—	53	—
V6-01	—	—	—	145	14000	40	5.0	—	—	—	46	—
V6-04	544	272	124	136	10179	50	0.5	—	—	—	62	—
V6-04	544	272	124	136	10179	60	0.5	300	200	52	64	8525 *
V6-02	618	260	102	224	5861	60	1.0	244	105	41	48	— *
V6-03	578	217	141	208	6416	60	1.0	256	152	46	58	10532 *
V6-01	—	—	—	145	14000	80	0.5	—	—	—	33	—
V6-01	—	—	—	145	14000	80	0.5	—	—	—	49	—

# cycle	LF				LFB	Lft						LFBt
	DCOt (mg/L)	DCO sol (mg/L)	DBO5t (mg/L)	MES (mg/L)	MES (mg/L)	alun (ppm)	polymère** (ppm)	DCOt (mg/L)	DCOsol (mg/L)	DBO5t (mg/L)	MES (mg/L)	MES (mg/L)
V6-05	496	272	118	130	20667	40	0.5	380	264	94	64	22967 *
V6-02	537	244	89	162	18963	40	1.0	342	244	60	78	22055 *
V6-04	464	264	95	121	22800	60	0.5	270	192	51	39	19750 *
V6-02	537	244	89	162	18963	60	1.0	295	212	49	55	21736 *
V6-03	465	192	96	128	17967	60	1.0	240	160	47	48	17235 *

* Essais faits en sédimentation et en flottation

** Polymère: Diachem 2790 VHM

Par sédimentation:

LS: Surnageant des eaux sales de lavage

LB: Boues des eaux sales de lavage

LSt: Surnageant des eaux sales de lavage traitées

LBT: Boues des eaux sales de lavage traitées

Par flottation:

LF: Sournageant des eaux sales de lavage

LFB: Boues des eaux sales de lavage

Lft: Sournageant des eaux sales de lavage traitées

LFBt: Boues des eaux sales de lavage traitées

Il est important de noter que ces essais ont été réalisés à l'étape V6 alors que l'effluent de l'atelier PTM était ajouté et qu'à cette étape, la qualité visuelle du surnageant ainsi que la décantabilité des boues étaient moins bonnes qu'à l'étape V5. De plus, les dosages d'alun observés au tableau 21 sont tellement importants qu'il ne serait pas économique d'utiliser cette solution. De plus, les eaux sales de lavage, maintenues en agitation constante à l'aide d'une pompe de recirculation, y perdent de leur aptitude à la décantation ce qui a pour effet d'augmenter la quantité de polyélectrolytes nécessaires à une bonne décantation. Des essais supplémentaires sur les eaux sales de lavage avec des produits moins coûteux seraient nécessaires.

Des essais comparatifs entre l'affluent du clarificateur primaire et les eaux sales de lavage ont été réalisés de façon à vérifier les effets possibles sur la décantation pour le cas où les eaux sales de lavage étaient retournées en tête du clarificateur primaire. Les courbes de Kynch des eaux sales de lavage, de l'affluent du clarificateur primaire et des deux combinés dans leur proportion respective sont présentées à l'annexe G. Ces courbes révèlent que la décantabilité des boues contenues dans les eaux sales de lavage est aussi bonne que celle des boues primaires, démontrant ainsi la possibilité de retourner ces eaux en tête du clarificateur primaire.

La septicité des boues est un facteur important. Une analyse visuelle et olfactive a été faite sur un mélange d'eaux sales de lavage et d'affluent au clarificateur et n'a démontré aucun dégagement d'odeurs et de gaz sur une période de 36 heures. Cette analyse n'est pas suffisante pour attester hors de tout doute de la non-septicité des boues primaires et secondaires mélangées mais elle permet de ranger cette option parmi les avenues intéressantes.

6.2.4 Production de boues secondaires. - Pour les procédés de biofiltration, la production de boues s'évalue par la rétention des matières en suspension présentes dans l'affluent ainsi que la conversion du substrat soluble en biomasse par synthèse.

Dans cette étude, la production de boues a été évaluée à l'aide du bilan de masse entre l'affluent, l'effluent et les eaux de lavage sur un cycle complet. La production de boues a été évaluée à l'étape V5 (opération à régime stable) en utilisant comme paramètres la DBO₅ totale, la DCO totale et la DCO soluble. Le bilan visait à fournir les données pour établir les paramètres de l'équation suivante:

$$\text{MES eaux sales de lavage} = A * \text{DBO}_{5\text{tot}} \text{ fixée biofiltre} + B * \text{MESTot fixées biofiltre}$$

L'équation recommandée par Degrémont en eaux résiduaires municipales est:

$$\text{MES dans eaux sales} = 0.54 * \text{DCO sol fixée} + 0.80 * \text{MES fixée}$$

Le facteur multiplicatif A correspond au taux de conversion du substrat en biomasse tandis que le facteur B correspond au facteur de rétention des matières en suspension. Degrémont préconise l'utilisation de la DCO soluble pour l'évaluation de la quantité de boues produites par ses installations. Les différentes corrélations obtenues sont présentées au tableau 22.

Tableau 22 Equations pour la production de boues

$\text{MES dans L} = A * X + B * \text{MESTot fixées}$
où X = DBO₅ tot fixée, DCO tot fixée ou DCO sol fixée

	A	B	Coeff. corrélation R*
<i>Selon DBO₅ tot fixée</i>	0.485	0.84	0.84
<i>Selon DCO tot fixée</i>	0.327	0.42	0.84
<i>Selon DCO sol fixée</i>	0.400	0.83	0.81
<i>Selon équation Degrémont</i>	0.540	0.80	0.80

* Corrélation obtenue en utilisant les données du cycle V5-03 à V5-32 en excluant le cycle V5-25 où il y a eu un problème d'opération.

On évalue sommairement à environ 15 à 17.5 tonnes de boues produites et disposées quotidiennement pour les caractéristiques futures de l'effluent étudié.

6.2.5 Caractéristiques des boues de lavage. - Quelques essais ont été réalisés sur les boues des eaux de lavage décantées de façon à évaluer le pourcentage de cendres, le potentiel calorifique ainsi que la déshydratation de ces boues. Étant donné les coûts importants reliés à la caractérisation des boues, seulement une analyse a été faite par type d'essai.

Les essais calorimétriques ont été faits sur deux (2) échantillons de boues secondaires, soit un échantillon traité à l'alun et un autre non-traité. Le tableau suivant résume les données obtenues des essais pour une éventuelle valorisation thermique des boues:

Tableau 23 Résultats des essais calorimétriques sur les boues secondaires

Échantillon	Humidité (%)	Cendres (%)	Chaleur de combustion sur échantillon sec
Traité à l'alun	98.31	32.28	16 643 kJ/kg
Non-traité	98.44	38.07	15 010 kJ/kg

Comme prévu, la chaleur de combustion obtenue avec l'échantillon traité à l'alun est supérieure à celle de l'échantillon non-traité puisque son contenu en matières volatiles est plus élevé.

Les essais de déshydratation des boues révèlent qu'une siccité de seulement 20% peut être obtenue sur les boues secondaires seules avec un ajout de polymère de 5 kg/tonne de matières sèches. Un ajout de boues primaires serait donc nécessaire à l'obtention d'une siccité de plus de 25%. Les caractéristiques de l'échantillon non-traité ayant servi aux essais de déshydratation sont les suivants:

- | | | |
|------------------------------|------|---|
| - contenu en matières sèches | 1.92 | % |
| - contenu en MES | 1.80 | % |
| - pH à 22°C | 5.7 | |
| - cendres | 29.4 | % |
| - SVI | 55 | |

7 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Afin de rencontrer les nouvelles exigences de rejet, et en considérant des modifications aux caractéristiques de la production et de l'effluent de l'usine participante, une moyenne de 80 % d'enlèvement de la DBO₅ totale était visée. Les paramètres d'opération ont donc été réglés de manière à explorer les contraintes à la performance et définir les conditions permettant la réduction de 80 % de la DBO₅ totale.

Le sommaire des données relatives à l'enlèvement des paramètres conventionnels de pollution est présenté au tableau 25. Il fournit les moyennes des données jugées valides pour chacune des étapes. Les données détaillées par cycle se trouvent à l'annexe C.

Comme discuté à la section 6.1, les conditions d'opération aux étapes V3 et V5 ont permis de rencontrer les exigences de traitement pour l'effluent à l'étude. Les paramètres de dimensionnement du système de traitement c'est-à-dire, les charges applicables, le taux de filtration, le débit d'aération ainsi que le taux d'application des nutriments seront définis en fonction des résultats obtenus à ces étapes.

En effet, lors de l'opération à régime stable (étape V5), le biofiltre a régulièrement fourni des rendements supérieurs à 80 % d'enlèvement de la DBO₅ totale, une fois que l'effluent de l'usine ait repris ses caractéristiques habituelles à partir du cycle V5-16. Comme le montre le tableau 25, pour l'étape V5, le rendement d'enlèvement moyen de la DBO₅ totale se situe à 79 %. Par contre, il serait de 83 % en compilant uniquement les résultats des cycles V5-16 à V5-32.

L'ensemble des résultats de la phase exploratoire (étapes V6-V7-V8 et V9) a fourni de précieuses indications quant au comportement du biofiltre dans des conditions extrêmes. Cependant, des problèmes d'opération ainsi que les difficultés rencontrées lors du dosage de l'effluent concentré (atelier PTM) pour les conditions d'opération fixées (aération et nutriments) ont complexifié l'interprétation des résultats (étapes V6 et V7 plus particulièrement). Les résultats obtenus en V7 semblent valides quant aux effets d'une hausse de température excessive (cycle V7-03). En effet, à

ce cycle, la perte de charge n'a pratiquement pas augmenté dans le biofiltre en l'espace de 24 heures (0.4m CE). Cette observation pourrait s'expliquer par la faible croissance des organismes à cette température (45°C). Il apparaît que pour l'effluent à l'étude, une température de 42°C peut être supportée pendant plusieurs jours (étape V8 au complet et une partie de l'étape V7) tout en conservant un rendement de 70% sur l'enlèvement de la DBO_5 .

En V8, étape à haute concentration ($[\text{DBO}_5] = 315 \text{ mg/l}$), haute charge appliquée (6.3 à 7.7 kg $\text{DBO}_5/\text{m}^3\text{d}$) et haute température (41 à 42°C), une détérioration importante du rendement sur les matières en suspension a été observée. La concentration de matières à l'effluent du biofiltre était de 74 mg/l en MES contrairement à 31 mg/l pour la phase à opération stable (étape V5). Les matières en suspension à l'effluent du traitement sont constituées presque essentiellement de floccs biologiques décrochés du média. Ce rejet dénote qu'à ces conditions d'opération extrêmes, la biomasse se dégrade.

De façon générale, lors de la phase exploratoire, la qualité visuelle de l'effluent s'est détériorée par rapport aux étapes V0 à V5. L'effluent et les eaux sales de lavage étaient plus turbides et la décantation des eaux sales se faisait plus difficilement. Le rejet en polluants, plus important à ces étapes, en est peut être la cause.

Les essais de décantation et de flottation des boues, ont été faits à l'étape V6 dans des conditions plus difficiles que celles vécues en V5. L'ajout de polymères et de flocculants y était possiblement surévalué par rapport aux dosages qui auraient pu être obtenus avec les eaux sales de lavage de l'étape V5. De plus, les eaux sales de lavage, maintenues en agitation constante à l'aide d'une pompe de recirculation, y perdent de leur aptitude à la décantation ce qui a pour effet d'augmenter la quantité de polyélectrolytes nécessaires à une bonne décantation.

Les données de rendement obtenues aux étapes importantes, soit V1 à V6, sont représentées graphiquement aux figures 5, 6, 7, 8 et 9. Cependant, il reste toujours impératif d'interpréter ces courbes en parallèle avec les tableaux de rendement de manière à pouvoir interpréter chacun des points.

L'étude de ces courbes révèle qu'une charge massique appliquée d'environ 5 kg DBO₅/m³d permettrait d'atteindre un enlèvement de 80% de la DBO₅ totale. Cette valeur peut également être déterminée en consultant la figure 8 qui met en relation la charge appliquée avec la charge éliminée en DBO₅ totale (point d'inflexion de la courbe de charge éliminée vs charge appliquée).

Tous les résultats de toxicité obtenus au cours des essais révèlent que le traitement par biofiltration rend l'effluent conforme aux règlements applicables aux fabriques de pâtes et papiers. En effet, des neuf (9) échantillons analysés, aucun n'a démontré une toxicité aiguë pour la truite et les Daphnies.

Des truites utilisées (10 par bioessais), une seule est morte en l'espace de 48 heures au cycle V6-05, ce qui ne peut être considéré comme représentatif d'une quelconque toxicité.

L'enlèvement des acides gras et résiniques par la biofiltration varie de 73 à 96%. Pour tous les cas observés, l'enlèvement des acides résiniques est largement supérieur à celui des acides gras, par contre ces derniers sont considérés moins toxiques que les acides résiniques. La somme des mesures faites permet d'affirmer que la biofiltration assure la réduction des acides gras et résiniques à un niveau où ils ne causent plus de toxicité. Il n'est pas possible d'établir une corrélation entre la concentration d'acides gras et résiniques et la toxicité à l'effluent traité, vue l'absence systématique de toxicité.

Une série complémentaire de mesures de paramètres réglementés a été réalisée. Les analyses n'ont été faites qu'une seule fois et sont fournies à titre d'information (tableau 24) puisqu'il serait hasardeux de se fier à un traitement biologique pour l'enlèvement de ces polluants. Une élimination à la source serait plutôt l'approche à envisager, dans le cas d'un dépassement de norme.

Tableau 24 Paramètres complémentaires à la caractérisation des intrants et extrants du pilote BIOFOR®

Paramètre	Affluent (mg/L)	Effluent (mg/L)	Eaux sales de lavage (mg/L)
Matières volatiles en suspension	82	66	269
AOX (halogénures organiques absorbables)	<0.5	-	-
BPC	<0.005	<0.005	<0.005
Cuivre	0.04	0.04	0.03
Plomb	<0.01	<0.01	<0.01
Zinc	0.37	0.16	0.35
Nickel	<0.01	<0.01	<0.01
Aluminium	0.63	0.39	0.72
Cyanure	<0.02	<0.02	<0.02

Tableau #25 *Tableau résumé des résultats d'opération du biofiltre obtenus au cours des essais*

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée cycle moy. (h)	Charge appliquée (kg/m ³ d)			Affluent (mg/L)			Effluent (mg/L)			Enlèvement (%)			d P max pour lav. (m eau)	Air de procédé (m/h)	Volume d'eau			Affluent	
			DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.	DBO5 tot.	DCO tot.	MES tot.			biof. (m ³)	lav. (m ³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH
V0	1.58	29.50	2.24	8.04	0.96	169	638	76	37	322	22	78	50	71	0.69	9.0	9.37	1.43	14%	30.3	6.9
V1	2.02	25.41	3.03	9.50	1.37	188	588	85	31	244	21	84	59	75	1.18	9.0	10.25	1.44	14%	30.3	6.7
V2	4.00	13.79	5.81	17.90	2.41	182	559	75	56	302	37	69	46	49	1.23	9.0	11.03	1.44	13%	31.1	6.5
V3	3.48	17.71	4.66	15.01	2.44	167	539	88	35	248	34	79	54	60	1.24	11.6	12.34	1.45	12%	32.3	6.8
V5	3.47	16.88	4.94	14.97	2.54	177	538	91	38	249	30	79	54	66	1.30	11.6	11.74	1.44	13%	31.8	6.6
V6	2.30	27.82	4.82	13.58	2.06	261	736	112	51	336	50	81	54	55	1.39	12.0	12.85	1.43	11%	30.7	6.4
V7	2.24	34.04	7.24	17.23	1.89	404	963	106	129	543	64	69	44	36	1.12	12.8	15.23	1.45	10%	40.2	6.5
V8	2.75	21.85	6.88	18.92	1.98	314	859	90	90	477	74	71	44	17	1.22	18.3	12.04	1.41	12%	41.3	6.5
V9	3.19	24.44	6.22	16.85	1.84	244	660	72	67	341	53	72	48	26	1.20	15.0	15.58	1.39	9%	31.5	6.5

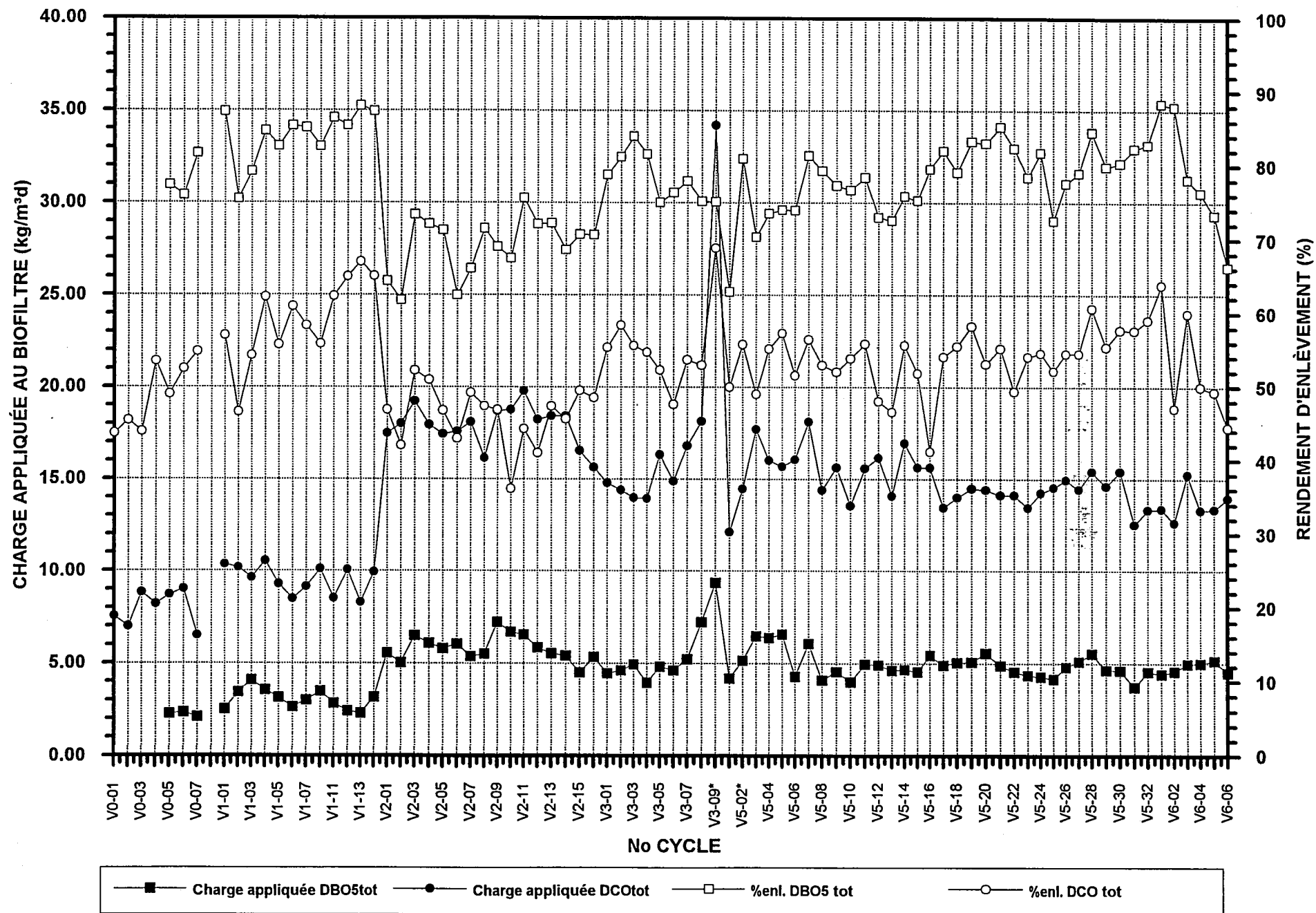


Figure 5 Suivi dans le temps des différents paramètres d'opération et rendements

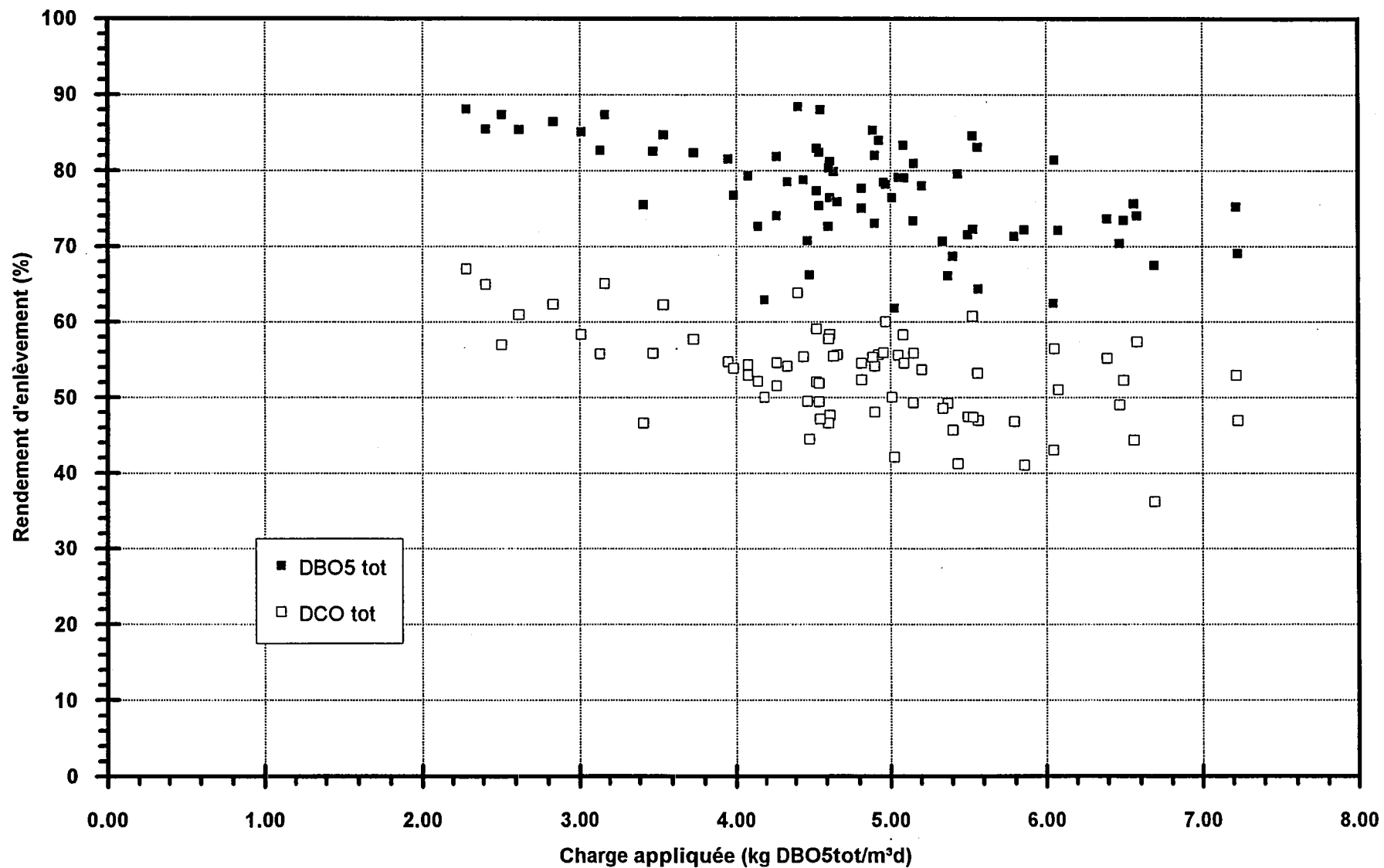


Figure 6 Rendement d'enlèvement vs charge appliquée (kg DBO5tot/m³d)

Note: Les résultats de la période d'acclimation ne sont pas inclus

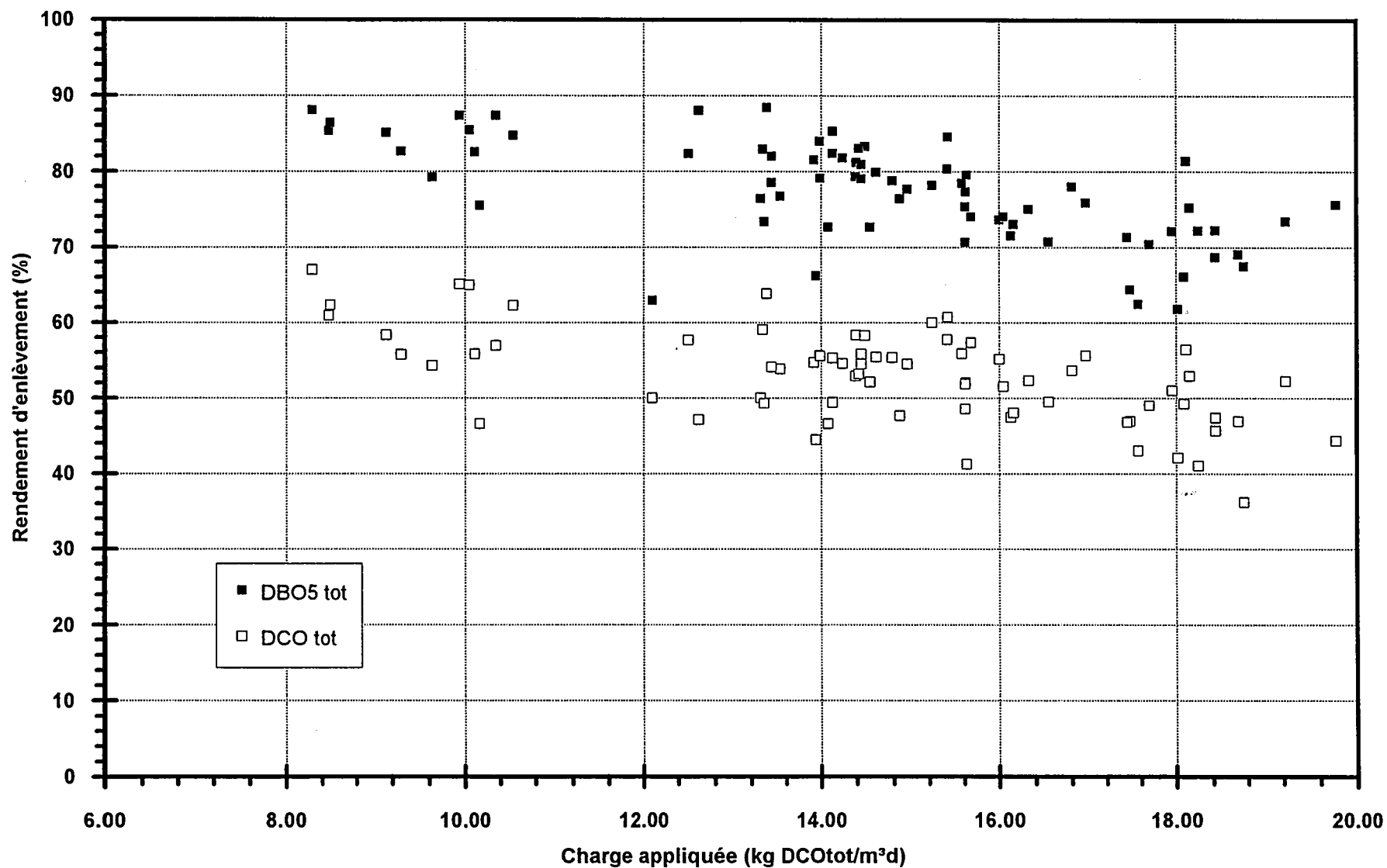


Figure 7 Rendement d'enlèvement vs charge appliquée (kg DCOtot/m³d)

Note: Les résultats de la période d'acclimation ne sont pas inclus

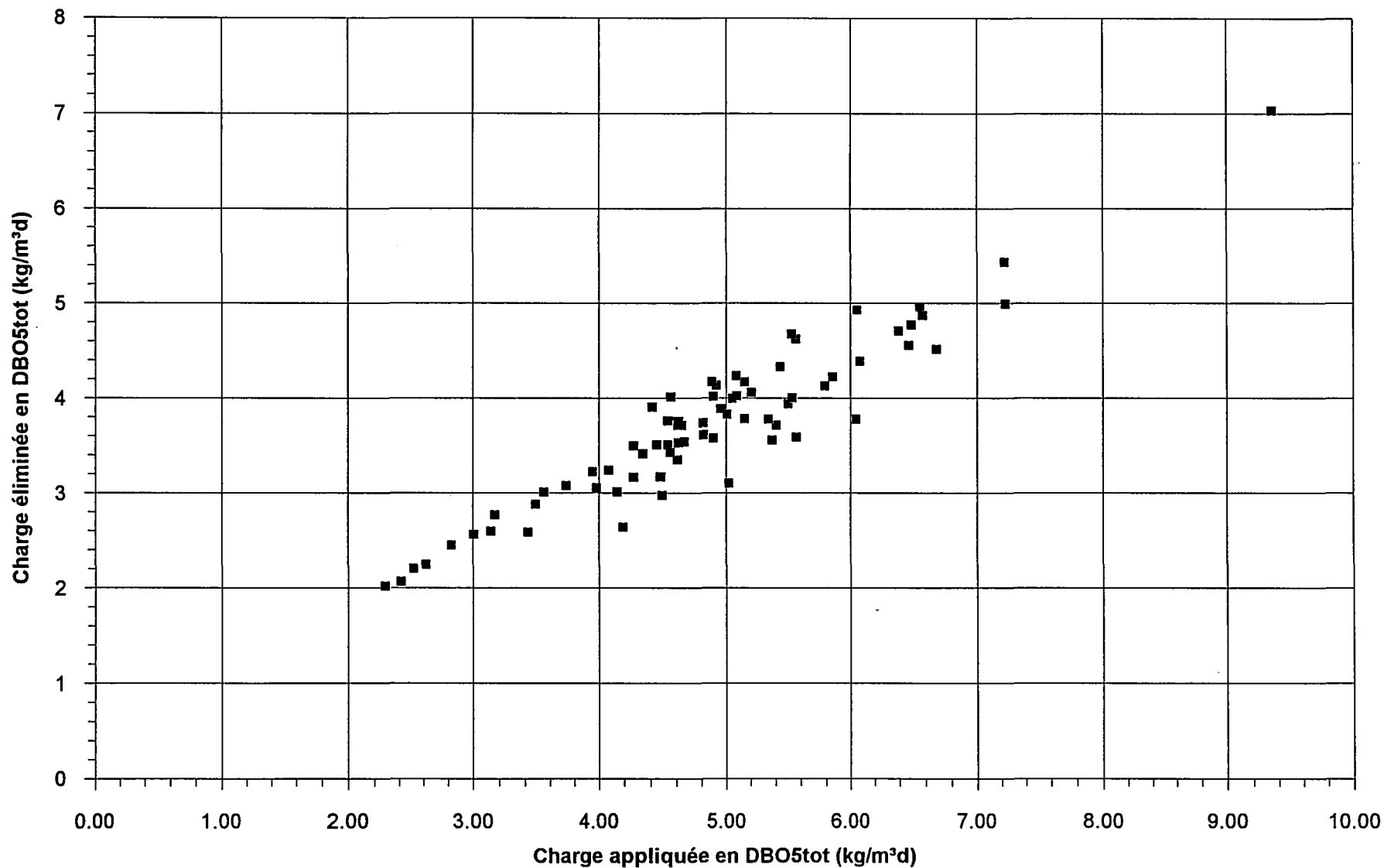


Figure 8 Charge éliminée vs charge appliquée selon DBO5tot

Note: les résultats de la période d'acclimation ne sont pas inclus

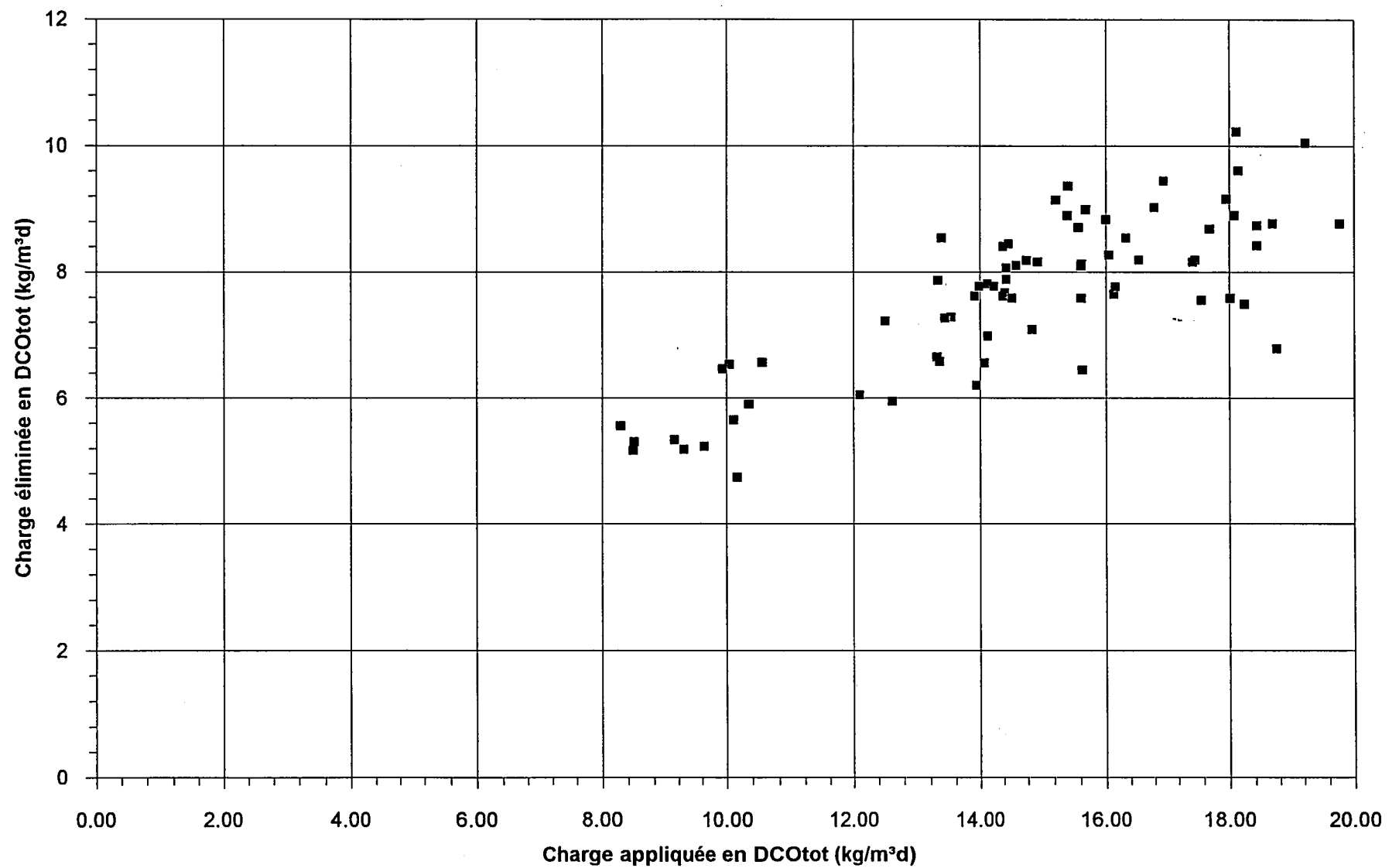


Figure 9 Charge éliminée vs charge appliquée selon DCOtot

Note: Les résultats de la période d'acclimation ne sont pas inclus

8 PARAMÈTRES DE CONCEPTION ET COÛTS BUDGÉTAIRES

8.1 Critères de conception et de fonctionnement

Les critères de conception ont été établis à partir de l'analyse de fonctionnement à régime stable et sur les prévisions d'un débit moyen de 100 000 m³/d et d'une charge massique moyenne de 25 tonnes DBO₅ tot par jour avec une pointe de 30 tonnes. À noter que le principal paramètre de conception est la charge massique en DBO₅ tot. Les principaux paramètres de conception sont:

- hauteur de média: 3 m
- charge massique: 5 kg DBO₅/m³d
- charge hydraulique: 2.5 m/h
- débit d'air de procédé: 15 m/h
- débit d'air de lavage: 30 à 70 m/h
- débit d'eau de lavage: 10 à 20 m/h
- production de boues: 0.7 à 0.8 kg/kg de DBO₅ fixée (incluant les MES tot)

8.2 Coûts budgétaires

Les coûts directs d'immobilisation et d'équipements reliés à l'implantation du système de traitement par biofiltration à l'usine de la compagnie Les Produits forestiers Daishowa ltée à Québec s'élèvent à 31 millions de dollars en considérant les critères de conception précédents. Cette prévision budgétaire englobe les coûts directs pour les items reliés à la biofiltration, soit:

- tous les travaux de préparation de terrain pour l'installation de la nouvelle station de biofiltration;
- tout le génie civil des bassins (biofiltres, cuvier d'eaux sales, cuvier d'eau biofiltrée, décanteurs d'eau de lavage) incluant canaux, caniveaux et galeries;
- tout le génie civil du bâtiment abritant la biofiltration incluant mécanique de bâtiment, électricité, etc;
- tous les équipements mécaniques nécessaires au bon fonctionnement de la station incluant les biofiltres et leur tuyauterie de façade, surpresseurs d'air de procédé, surpresseurs d'air de lavage, pompes de lavage, pompes à boues, etc;
- les tamis automatiques en amont des biofiltres;

- tous les contrôles et l'instrumentation nécessaires au fonctionnement automatisé de la station;
- toute la tuyauterie d'interconnection entre les biofiltres, les cuiviers d'eaux sales et d'eau biofiltrée, les décanteurs secondaires d'eau de lavage;
- tous les systèmes de préparation et de dosage des produits chimiques (nutriments, polymères, flocculants).

Les coûts liés à la construction d'un bassin d'urgence et au traitement des boues ne sont pas inclus.

Les coûts d'opération s'élèvent à 0.092\$/kg de DBO₅ éliminée et incluent les coûts associés aux produits chimiques, à l'aération et au pompage de l'eau de lavage. Les coûts de main d'oeuvre, d'entretien et de disposition des boues ne sont pas inclus. Le tableau 26 présente la ventilation des coûts considérés pour l'opération.

Tableau 26 Coûts liés à l'opération des biofiltres BIOFOR®

	kW-h/d	\$ / an*
Nutriments (urée et diammonium phosphate)	-	\$ 455 250
Aération (air de procédé)	21 770	\$ 188 800
Aération (air de lavage)	2 380	\$ 20 670
Pompage aux décanteurs d'eau de lavage	490	\$ 4 270
Total:	24 640	\$ 668 990

* Base des calculs: \$23.76/MW d'électricité, efficacité de 90%.

9 CONCLUSION

Les objectifs de l'étude, présentés à la section 2, ont été respectés dans l'ensemble. Les limites de charges hydraulique et massique ont été évaluées ainsi que le rendement du biofiltre face à l'enlèvement des acides gras et résiniques. En effet, ces essais de biofiltration par le procédé BIOFOR® ont démontré que:

- un rendement d'enlèvement de la DBO₅ totale de l'ordre de 80% était réalisable à une charge massique de 5 kg/m³.d. La norme de rejet en DBO₅ peut donc être respectée;
- la norme de rejet sur les MES est atteinte;
- l'effluent traité par biofiltration ne démontre aucune toxicité aiguë aux truites et aux Daphnies;
- l'enlèvement des acides gras et résiniques atteint par la biofiltration est comparable à celui obtenu avec d'autres types de traitement (étangs aérés, boues activées) et élimine la toxicité liée à leur présence;
- le système peut supporter des pointes de température (45°C) et récupérer son rendement nominal quelques heures après le retour aux conditions normales de l'effluent;
- le système récupère également son rendement nominal en l'espace de 24 heures après un arrêt prolongé de l'usine;
- l'hypothèse d'un refroidissement de l'effluent de la fabrique par mélange avec l'effluent traité municipal peut être retenue, aucun problème opératoire n'ayant été perçu au cours des 3 seuls cycles d'opération.

Il appert que le traitement des effluents de pâtes et papiers par biofiltration ascendante (procédé BIOFOR®), est une alternative à considérer pour les décideurs. Son application est particulièrement bien adaptée dans les cas où l'espace disponible est restreint et que l'effluent est relativement dilué. Ces essais ont permis de

démontrer que le rendement d'élimination de la DBO_5 varie en fonction de la charge appliquée, plutôt qu'en fonction du taux hydraulique ou de la concentration pris individuellement. La plus haute concentration en DBO_5 mesurée à l'affluent, soit 600 mg/L, ne constitue pas une limite du procédé.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

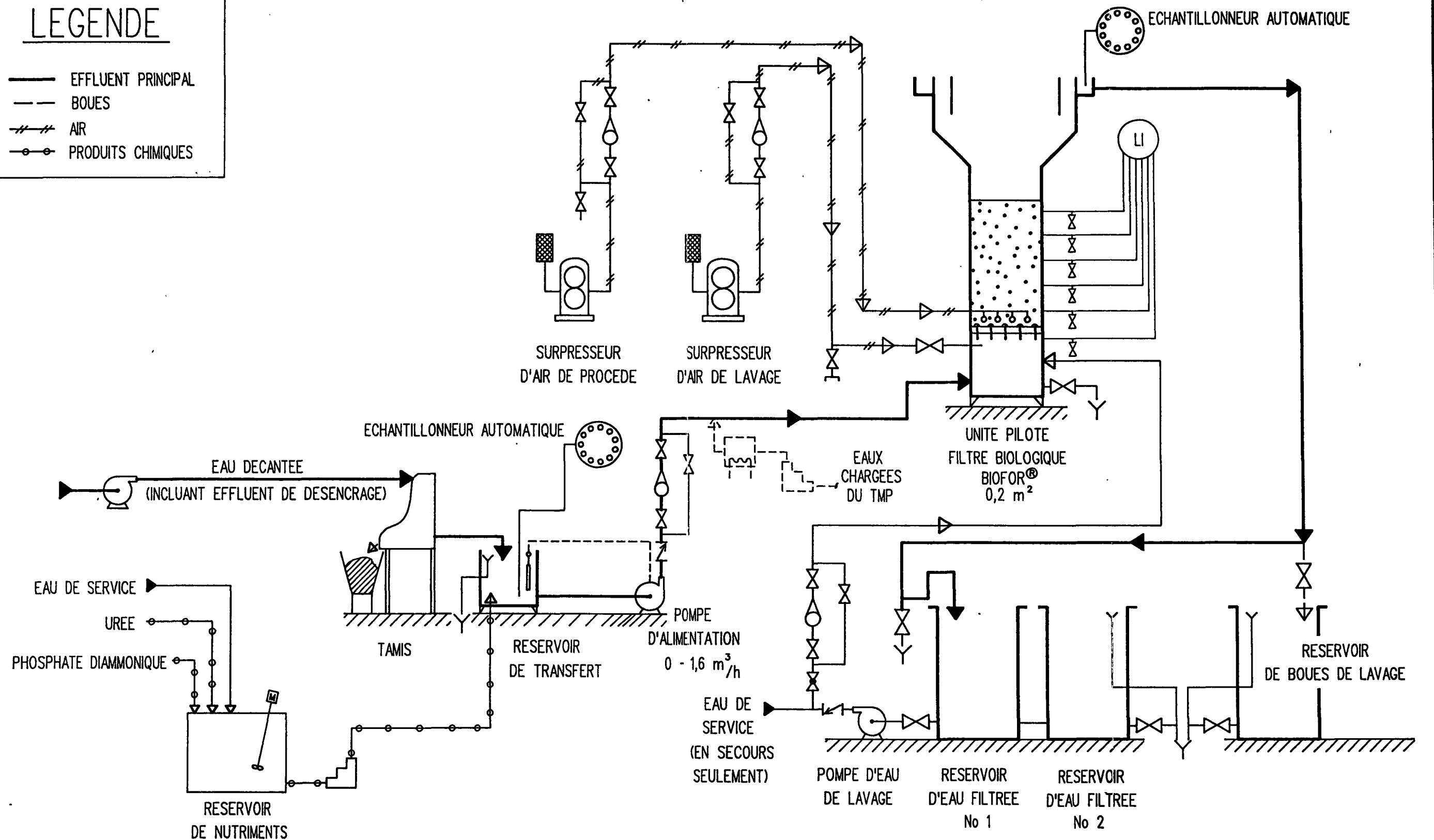
1. Leach, J.M. et A.N. Thakore. *Toxic Constituents in Mechanical Pulping Effluent*, TAPPI Journal, 59 (2): 129, 1976.
2. Easty, D.B., L.G. Borchardt et B.A. Waberts. *Removal of Wood-Derived Toxics from Pulping and Bleaching Wastes*, EPA Report, No. EPA 600/2-78-031, Cincinnati, OH, février 1978.
3. Bureau de Normalisation du Québec. *Eaux - Détermination de la toxicité, méthode avec la bactérie bioluminescente photobacterium phosphoreum*, NQ3600-205, 1987.
4. Environnement Canada. *Méthode d'essai biologique: méthode de référence pour la détermination de la létalité aiguë d'effluents chez la truite arc-en-ciel*, Service de la Protection de l'Environnement, SPE 1/RM/13, 1990.
5. Environnement Canada. *Méthode d'essai biologique: méthode de référence pour la détermination de la létalité aiguë d'effluents chez Daphnia magna*, Service de la Protection de l'Environnement, SPE 1/RM/14, 1990.
6. Environnement Canada. *Document d'orientation sur le contrôle de la précision des essais de toxicité au moyen de produits toxiques de référence*, Service de la Protection de l'Environnement, SPE 1/RM/12, 1990.
7. APHA, AWWA, WPCF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 17th edition, Washington, D.C., 1989.
8. Degrémont. *Memento technique de l'eau*, 9ième édition française, Tomes I et II, Evreux, 1989.
9. Environnement Canada. *Méthode d'essai biologique: essai de reproduction et de survie sur le cladocère Ceriodaphnia Dubia*, Service de Protection de l'Environnement, SPE 1/RM/21, 1992.
10. Environnement Canada. *Biological test method: Growth inhibition test using the fresh water algae Celenastrum Capricornutum*, Environmental Protection Service, 1992.
11. Coulson, J.M., Richardson, J.F. *Chemical Engineering Volume Two*, Pergamon Press, third edition, Oxford U.K., 1978.
12. Eckenfelder, W.W. *Gestion des eaux usées urbaines et industrielles*, Lavoisier, Paris, 1982.

13. Gaudy, A.F., Gaudy, E.T. *Microbiology for environmental scientists and engineers*, McGraw Hill, 1980.

ANNEXE A
SCHÉMA DU PILOTE

LEGENDE

- EFFLUENT PRINCIPAL
- - - BOUES
- /// AIR
- PRODUITS CHIMIQUES



△				ECHELLE SCALE	---	DATE	 Degrémont INFILCO TRAITEMENT DES EAUX - WATER AND WASTE TREATMENT MONTREAL		LES PRODUITS FORESTIERS DAISHOWA LTEE QUEBEC (QUEBEC) UNITE PILOTE DE FILTRATION BIOLOGIQUE BIOFOR® SCHEMA D'ECOULEMENT		
3	REVISION GENERALE	92 ⁰⁹ ₂₈		PAR/BY:	C. MARSOLAI	91 03 27					
2	REVISION GENERALE	92 ⁰² ₂₀		VERIF. CHECK	D. LANDRY	91 03 27					
1	REVISION GENERALE	91 ⁰⁹ ₃₀		APP.							
-EV.	REVISION	DATE	APP.	APP.							
							REF.	9053	PLAN No DWG No.	M3P-001	△ 3

ANNEXE B
LABORATOIRES: CONTRÔLE DE QUALITÉ ET INFORMATIONS GÉNÉRALES

Programme de contrôle de qualité effectué dans le cadre du projet pilote (Daishowa) de la compagnie Degrémont.

Analyses effectuées : DBO₅ T-S, DCO T-S, MES, MVS, NH₄, NTK,
O - ⁵PO₄ et P total

Méthode analytique : Déjà fournie

Programme d'assurance qualité

Les éléments suivants sont contrôlés tel qu'indiqué dans le manuel de l'assurance qualité du MENVIQ : spectrophotomètre uv-visible, balance, étuve, four, incubateur à DBO₅, pH mètre.

De plus, pour les tests ci-haut mentionnés, le calcul implique la plupart du temps les 3 éléments suivants :

- 1 - les échantillons contrôles, provenant de matériel de référence ou autre source. Ce type d'échantillon permet de vérifier sur une base régulière que la procédure analytique est sous contrôle.

Fréquence d'application : tous les 15 déterminations

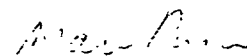
- 2 - les échantillons en duplicata, consistent en l'analyse de deux fractions d'un même échantillon qui suivent la même procédure analytique. Permet d'assurer la validité de la méthode analytique et mettre en évidence la non homogénéité de l'échantillon.

Fréquence d'application : tous les 15 déterminations

- 3 - les blancs de méthode analytique, échantillons qui contiennent une quantité négligeable de substance à doser. Cette procédure permet d'évaluer les contaminations potentielles inhérentes à la méthode analytique.

Fréquence d'application : à chaque étalonnage de la procédure i.e. à chaque série d'analyse.

LABORATOIRE DE L'ENVIRONNEMENT LCQ INC.


Mario PERRON, chimiste



les
consultants
beak limitée

beak
consultants
limited

3285 Boulevard Cavendish
Suite 610, Montréal, Québec
Canada H4B 2L9

Tél.: (514) 487-9922

Fax: (514) 487-5519

L'ÉCOTOXICOLOGIE CHEZ BEAK

NOTRE PROGRAMME DE CONTROLE ET D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ (CQ/AQ) GARANTIT DES RÉSULTATS FIABLES.

Pour toutes nos opérations de toxicité, nous maintenons des procédures standard d'opération ou PSO. Les PSO sont des lignes directrices qui standardisent toutes les facettes d'opération de laboratoire, incluant les méthodes utilisées en laboratoire, la présentation des résultats, le calibrage et l'entretien d'équipements ainsi que tous les aspects reliés aux soins des organismes et aux méthodes de culture. Nos procédures suivent les protocoles les plus récemment publiés par les gouvernements provincial et fédéral.

Nous utilisons plusieurs méthodes afin d'assurer la qualité des résultats lorsque nous effectuons des tests de toxicité. Par exemple, nous effectuons régulièrement des tests avec des produits toxiques de référence. Si les résultats de ces tests diffèrent de ceux attendus, nous pouvons ajuster certaines variables telles que la sensibilité des espèces, les fluctuations saisonnières, les particularités génétiques et les eaux de dilution. Ces tests sont réalisés deux fois par mois minimum à notre laboratoire de Montréal. Une charte de contrôle, établie à partir des données recueillies, illustre les variations enregistrées en laboratoire et aide à les minimiser. De plus, nous effectuons au moins une fois par mois, des tests en duplicata avec des effluents afin de vérifier la variabilité entre tests simultanés. Lorsque des irrégularités sont détectées, des mesures correctives sont immédiatement apportées.

BEAK encourage la réalisation de tests inter-laboratoires multiples à partir du même échantillon. Nous effectuons ce type de test sur une base mensuelle, entre nos laboratoires de Montréal et de Brampton, et mettons au point en ce moment au niveau de l'ensemble de la compagnie un programme CQ/AQ dont le but principal est de réduire les variations inter-laboratoire quel que soit le protocole utilisé.



**les
consultants
beak limitée**

**beak
consultants
limited**

3285 Boulevard Cavendish
Suite 610, Montréal, Québec
Canada H4B 2L9
Tél.: (514) 487-9922
Fax: (514) 487-5519

BEAK PRÉSENTE

LES ÉVALUATIONS D'IDENTIFICATION ET DE RÉDUCTION DE LA TOXICITÉ

Les effluents industriels et municipaux contiennent habituellement une grande variété de produits chimiques. Même si la concentration de composés uniques est à un niveau inférieur à ceux reconnus comme toxiques aux organismes aquatiques, l'interaction (i.e. le synergisme) entre les divers produits chimiques peut augmenter la toxicité bien au-delà du seuil de toxicité.

Les tests de toxicité sont couramment employés pour évaluer l'effet d'un effluent sur les organismes exposés du milieu récepteur. Afin de réduire effectivement les émissions toxiques, il sera éventuellement nécessaire d'identifier l'agent ou les agents chimique(s) responsables de la toxicité ainsi que leur provenance.

Afin d'atteindre cet objectif, l'agence américaine pour la protection de l'environnement (U.S. EPA), a récemment mis au point un programme d'"Évaluation de l'identification et de la Réduction de la Toxicité (EI/RT)". Cette procédure méthodique utilise des analyses chimiques et toxicologiques afin d'identifier et de confirmer les agents toxiques responsables ou les groupes auxquels ils appartiennent. L'évaluation de la réduction de la toxicité (ERT) s'effectue en identifiant les sources toxiques en usine et en explorant les options de traitabilité de l'effluent final.

Grâce à une séquence logique de traitements chimiques et physiques, l'Évaluation de l'Identification de la Toxicité (EIT) permet d'enlever des constituants spécifiques d'un effluent reconnu toxique. Les données des bioessais servent à déterminer quels produits chimiques sont impliqués dans l'effet toxique observé.

BEAK est une des rares compagnies au Canada à pouvoir exécuter minutieusement le programme EI/RT. Avec la collaboration du client, BEAK peut développer une étude préliminaire personnalisée qui rencontrera les exigences individuelles avec efficacité et de manière économique. Une fois les tests complétés, un rapport final détaillé fournit une documentation complète des résultats, les conclusions de l'étude et les recommandations pour des actions correctives.



INTERPRÉTATION DES DONNEES DE TOXICITÉ AIGUE DES EFFLUENTS

Un test de toxicité (appelé aussi bioessai) est la seule façon de mesurer l'effet toxique d'un effluent sur des organismes aquatiques. Ces effets toxiques sont dûs aux réactions physico-chimiques additives et interactives (e.g. synergie ou antagonisme) qui se déroulent dans les mélanges complexes comme ceux se produisant dans les effluents industriels et municipaux.

Qu'est-ce qu'un test de toxicité aiguë?

Une substance test, tel un effluent, qui provoque la mort d'un organisme dans un délai de 1 à 4 jours, est considérée comme ayant une toxicité "aiguë". Actuellement, les deux tests de toxicité aiguë les plus couramment utilisés sont les tests de CL_{50} - 48 heures avec *Daphnia magna* et de CL_{50} - 96 heures avec les truites arc-en-ciel. Ces termes signifient:

48 ou 96 heures	=	durée du test
<i>Daphnia</i> (puce d'eau) ou truite	=	organisme test
CL_{50}	=	concentration létale moyenne, ou concentration de l'effluent provoquant la mortalité chez 50% des organismes tests lors de la réalisation du test.

Un test standard de toxicité aiguë utilise une série d'au moins cinq concentrations exponentielles et une solution témoin, chacune contenant un minimum de 10 organismes. Plusieurs paramètres tels le pH, l'oxygène dissous, la température et la conductivité sont surveillés afin d'assurer les conditions idéales pour la réalisation du test. Un fois le test effectué, la CL_{50} est calculée en utilisant un logiciel spécialisé de statistiques.

Des tests à concentration unique sont parfois utilisés afin d'exposer des organismes à une concentration d'effluent de 100% pour la durée normale du test. Si moins de 50% des organismes meurent, la substance a réussi le test (d'après les réglementations proposées). Ces tests sont utiles pour le dépistage de la toxicité; ou peuvent représenter une alternative moins coûteuse que le test complet de CL_{50} quand un effluent est estimé non-toxique.

Interprétation des Données de Toxicité Aiguë des Effluents

Les bioessais peuvent être menés avec n'importe quel organisme aquatique, mais certaines espèces tels la truite arc-en-ciel et la daphnie (*Daphnia magna*) ont été sélectionnées comme représentatives de la chaîne alimentaire aquatique. Les facteurs qui influencent la sélection de telles espèces de référence sont leur disponibilité, la facilité de leur entretien en laboratoire et leur sensibilité lors des tests.

Qu'est-ce qu'une CL₅₀?

La CL₅₀ ou concentration létale moyenne est la méthode standard pour mesurer la toxicité. C'est une concentration d'effluent qui, sous des conditions contrôlées provoque la mortalité chez 50% des organismes tests. Cette concentration peut être mesurée en partie par million (ppm), en milligrammes par litre (mg/L) ou comme dilution de l'effluent (10% v/v). Par conséquent, plus la CL₅₀ est basse, plus la toxicité est importante. Par exemple, la CL₅₀ de 96 heures pour la truite arc-en-ciel exposée à une solution de chlore est de 0.04 milligrammes par litre, alors que la CL₅₀ pour le nitrate est de 6000 milligrammes par litre. Les truites sont extrêmement sensibles au chlore et plus tolérantes au nitrate.

La toxicité d'un effluent dépend à la fois de la concentration et de la durée de l'exposition des organismes tests. Par exemple, l'eau la plus pure peut avoir un effet de toxicité aiguë si elle est consommée avec excès.

Quelles sont les Réglementations Gouvernementales?

La plupart des réglementations fédérales et provinciales considèrent un effluent non-toxique s'il provoque la mortalité de moins de 50% des organismes tests à une concentration d'effluent de 100% à l'intérieur de la durée prescrite du test.

Les protocoles d'analyse stipulent que les organismes tels la truite et la daphnie ne doivent plus être alimentés durant les 24 heures précédant le test et jusqu'à ce que ce dernier soit achevé. Seules la température et l'aération sont contrôlées durant le test. Des paramètres comme le pH peuvent être ajustés, si nécessaire, afin d'évaluer les effets sur la toxicité.

Est-ce que La Toxicité Indique un Impact Environnemental?

Pas nécessairement. Les normes de toxicité "bout-du-tuyau" sont souvent plus révélatrices de la performance industrielle d'une usine que d'un impact potentiel de

Interprétation des Données de Toxicité Aiguë des Effluents

l'effluent sur le milieu récepteur. L'impact des effluents sur l'environnement dépend largement des caractéristiques du milieu récepteur, en particulier du débit, du volume et de la profondeur des eaux réceptrices en aval du point de déversement. Par exemple, un effluent avec une toxicité élevée peut avoir peu d'effet quand il est déversé dans un important volume d'eau réceptrice, alors qu'un effluent moins toxique peut avoir un effet plus important s'il est rejeté dans un faible volume d'eau. Pour estimer s'il existe une zone de toxicité létale ou sublétale dans le panache d'un effluent, les données des tests de toxicité peuvent être comparées aux taux de dilution estimés, lors d'études de dispersion de panache (avec rhodamine ou lithium).

Qu'est-ce que le Taux d'Emission Toxique?

Le TET ou "Taux d'Emission Toxique" prend en considération la consommation de l'eau dans sa formule.

$$\text{TET} = \frac{\text{Débit de l'Effluent (par m}^3\text{/tonne produite)}}{\text{Unités toxiques (e.g. CL}_{50}\text{/100)}}$$

Même si aucun chiffre de référence absolue pour le TET n'est prescrit au Canada, cette méthode est recommandée pour faire le suivi de la toxicité car elle encourage l'économie de l'eau utilisée. Ceci est un facteur important pour l'opération efficace d'une usine. L'utilisation d'un important volume d'eau peut produire un effluent hautement dilué, mais la quantité de substances toxiques rejetées demeurera malgré tout élevée.

Que Faire si l'effluent est Toxique?

Au cas où les émissions ne respectent pas les réglementations en vigueur, BEAK peut déterminer quelles composantes sont principalement responsables de la toxicité, en procédant à des séries d'analyses chimiques et physiques spécialisées. Ces évaluations d'Identification et de la Réduction de la Toxicité (IT/RT) aident à identifier les sources de la toxicité et nous permettent d'élaborer des stratégies afin de la réduire ou de l'éliminer.

TESTS MICROTOX^{MC}

MÉTHODOLOGIE

Protocole: "Eaux - Détermination de la Toxicité, Méthodes avec la bactérie bioluminescente *Photobacterium phosphoreum*" Bureau de normalisation du Québec, 1987, NQ 3600-205

Les analyses ont été réalisées en utilisant les réactifs et les cuvettes MicrotoxTM, des cuvettes (Microbix Inc.) et selon le protocole Microtox^{MC} décrit ci-dessous:

La mesure de la lumière du réactif MicrotoxTM (une bactérie bioluminescente) a été faite au moyen d'un photomètre Turner modèle 20 relié à un bassin de recirculation (Instruments Brinkman, modèle Lauda RM3) afin de conserver la chambre de réaction du photomètre à une température de 15°C.

Avant toute analyse, la concentration en NaCl de chaque échantillon est ajustée à 2% par l'ajout d'une solution de NaCl de 22%. Une série de dilutions de l'échantillon a alors été préparée dans une solution de NaCl à 2%. Les dilutions ont été préparées dans des cuvettes en verre et conservées à une température de 15°C.

Une autre série de cuvettes, contenant chacune 500 µL d'une solution de bactéries MicrotoxTM a été préparée à partir d'une solution conservée à 4°C. Après que ces cuvettes aient été maintenues dans un bloc réfrigéré pendant 15 minutes, la lumière provenant de chaque cuvette a été mesurée. Ensuite, 500 µL de chaque échantillon dilué ont été ajoutés et mélangés au contenu de la cuvette contenant les bactéries MicrotoxTM. Une duplication de cette procédure a été faite. La lumière émise par les bactéries a été mesurée après une exposition de l'échantillon de 5, et 15 minutes.

Les valeurs CE₅₀ pour ces périodes d'exposition ont été calculées en utilisant une analyse linéaire de régression pour déterminer le pourcentage d'échantillon qui ont enregistré une réduction de lumière de 50% par rapport au contrôle qui a reçu 500 µL de NaCl de 2% au lieu de l'échantillon.

ANNEXE C
TABLEAUX DE RENDEMENT PAR PHASE

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m²d)					Affluent (mg/L)						Effluent (mg/L)						Enlèvement (%)					
			DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES			
			tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	
ETAPE V0 (Acclimatation du biofiltre)																									
V0-01*	1.50	14.00			7.55	4.55	1.15			629	379	96				354	216	20				44	43	79	
V0-02	1.50	23.50			7.00	4.25	1.24			583	354	103				318	222	39				45	37	62	
V0-03	1.50	21.00			8.82	5.57	0.79			735	464	66				412	238	17				44	49	74	
V0-04	1.50	22.50			8.21	4.69	0.78			684	391	65				318	171	22				54	56	66	
V0-05	1.50	44.25	2.28	2.03	8.71	4.94	0.86	190	169	726	412	72		43	25	370	175	22		77	85	49	58	69	
V0-06	1.90	30.00	2.34		9.01	4.68	1.16	154		593	308	76		37		282	142	13		76		52	54	83	
V0-07	1.60	35.75	2.10		6.52	3.74	0.93	164		509	292	73		30		230	121	20		82		55	59	73	
V0-08*	1.60	4.50																							
MIN	1.50	21.00	2.10	2.03	6.52	3.74	0.78	154	169	509	292	65	-	30	25	230	121	13	-	76	85	44	37	62	
MAX	1.90	44.25	2.34	2.03	9.01	5.57	1.24	190	169	735	464	103	-	43	25	412	238	39	-	82	85	55	59	83	
MEDIANN	1.50	26.75	2.28	2.03	8.46	4.69	0.90	164	169	639	373	73	-	37	25	318	173	21	-	77	85	51	55	71	
MOYENNE	1.58	29.50	2.24	2.03	8.04	4.65	0.96	169	169	638	370	76	-	37	25	322	178	22	-	78	85	50	52	71	

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V0 (ACCLIMATATION)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Eaux sales du lavage (mg/L)					Surnageant (mg/L)					Oxygène dissous		N-NH4		O-PO4		N-NH4 enl.	O-PO4 enl.	d P max	Vol. d'air	m³ air
	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	affluent	effluent	entrée	sortie	entrée	sortie	DBO5 enl.	DBO5 enl.	pour lav.	procédé	kg DBO
	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(%)	(m eau)	(m/h)	enlevée
ETAPE V0 (Acclimatation du biofiltre)																					
V0-01*														0.50					0.22	9.0	
V0-02													0.50	0.50					0.64	9.0	
V0-03																			0.40	9.0	
V0-04																			0.60	9.0	
V0-05													2.00	2.30	1.80	0.72			1.10	9.0	41
V0-06																			0.60	9.0	40
V0-07																			0.77	9.0	42
V0-08*																			0.08	9.0	
MIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50	0.50	1.80	0.72	-	-	0.40	9.0	40
MAX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	2.30	1.80	0.72	-	-	1.10	9.0	42
MEDIANN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.25	1.40	1.80	0.72	-	-	0.62	9.0	41
MOYENNE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.25	1.40	1.80	0.72	-	-	0.69	9.0	41

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V0 (ACCLIMATATION)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Volume d'eau			Affluent		OBSERVATIONS
	biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH	
ETAPE V0 (Acclimatation du biofiltre)						
V0-01*	4.20			32.0		ACCLIMATATION
V0-02	7.05			30.0		ACCLIMATATION
V0-03	6.30			31.0		ACCLIMATATION
V0-04	6.75	1.40	21%	32.0		
V0-05	13.28	1.30	10%	31.0	6.9	
V0-06	11.40	1.38	12%	28.0	6.9	ARRET DE 4 HEURES(POMPE EAU TAMISEE),REMPLACEE TEMPORAIREMENT
V0-07	11.44	1.63	14%	30.0	6.9	UTILISATION D'UNE POMPE TEMPORAIRE DE DAISHOWA
V0-08*	1.44	1.31	91%	30.0	6.9	PAS D'ECHANTILLON, VIDANGE DU BIOFOR, POMPE REPAREE

MIN 6.30 1.30 10% 28.0 6.9

MAX 13.28 1.63 21% 32.0 6.9

MEDIANN 9.23 1.39 13% 30.5 6.9

MOYENNE 9.37 1.43 14% 30.3 6.9

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V0 (ACCLIMATATION)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Date début cycle	Heure début (HH:MM)	Date fin cycle	Heure fin (HH:MM)	Durée du cycle (min)
ETAPE V0 (Acclimatation du biofiltre)					
V0-01*	13/05	18:00	14/05	08:00	840
V0-02	14/05	12:00	15/05	11:30	1410
V0-03	15/05	13:00	16/05	10:00	1260
V0-04	16/05	11:30	17/05	10:00	1350
V0-05	17/05	11:15	19/05	07:30	2655
V0-06	19/05	08:30	20/05	14:30	1800
V0-07	20/05	20:15	22/05	08:00	2145
V0-08*	22/05	09:00	22/05	14:30	270

MIN 1260

MAX 2655

MEDIANN 1605

MOYENNE 1770

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE,

ETAPE V0 (ACCLIMATATION)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m²d)					Affluent (mg/L)					Effluent (mg/L)					Enlèvement (%)				
			DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES
			tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.
ETAPE V1 (Opération à 2 m/h)																						
V1-01	2.10	24.00	2.52		10.35	5.80	1.34	150		616	345	80		19		265	140	20		87		57
V1-02	2.10	24.00	3.43		10.16	5.85	1.11	204		605	348	66		50		323	169	23		75		47
V1-03	2.00	24.00	4.08		9.63	6.18	0.99	255		602	386	62		53		275	146	18		79		54
V1-04	2.00	24.00	3.55		10.54	5.62	1.36	222		659	351	85		34		249	126	13		85		62
V1-05	2.00	23.75	3.14		9.30	5.57	1.57	196		581	348	98		34		257	125	21		83		56
V1-06	2.00	25.50	2.62		8.48	4.64	1.47	164		530	290	92		24		207	99	16		85		61
V1-07	2.00	22.50	3.01		9.14	5.30	1.63	188		571	331	102		28		238	108	18		85		58
V1-08*	2.00	11.00																				
V1-09	2.00	26.75	3.49		10.11	5.65	1.38	218		632	353	86		38		279	130	24		83		56
V1-10*	2.00	10.50																				
V1-11	2.00	28.00	2.83		8.50	5.06	0.94	177		531	316	59		24		200	101	18		86		62
V1-12	2.00	29.50	2.42	1.90	10.05	5.74	1.90	151	119	628	359	119	40	22	14	220	133	30	21	85	88	65
V1-13	2.00	27.50	2.29		8.29	4.80	1.38	143		518	300	86		17		171	87	28		88		67
V1-14*	2.00	31.75	3.17	2.69	9.94	5.87	1.07	198	168	621	367	67	5	25	12	217	116	26	15	87	93	65
MIN	2.00	22.50	2.29	1.90	8.29	4.64	0.94	143	119	518	290	59	40	17	14	171	87	13	21	75	88	47
MAX	2.10	29.50	4.08	1.90	10.54	6.18	1.90	255	119	659	386	119	40	53	14	323	169	30	21	88	88	67
MEDIANN	2.00	24.00	3.01	1.90	9.63	5.62	1.38	188	119	602	348	86	40	28	14	249	126	20	21	85	88	58
MOYENNE	2.02	25.41	3.03	1.90	9.50	5.47	1.37	188	119	588	339	85	40	31	14	244	124	21	21	84	88	59

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V1 (OPERATION À 2m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Eaux sales du lavage (mg/L)				Surnageant (mg/L)					Oxygène dissous		N-NH4		O-PO4		N-NH4 enl.	O-PO4 enl.	d P max	Vol. d'air	m³ air
	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO	MES	affluent	effluent	entrée	sortie	entrée	sortie	DBO5 enl.	O-PO4 enl.	pour lav.	procédé	kg DBO
	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(%)	(m eau)	(m/h)	enlevée
ETAPE V1 (Opération à 2 m/h)																				
V1-01					783							3.40	0.50	4.10	2.50	2.2	1.2	1.33	9.0	33
V1-02																		1.05	9.0	28
V1-03					547													0.88	9.0	22
V1-04					717													1.19	9.0	24
V1-05					676								0.50		1.70			1.20	9.0	28
V1-06					430													1.18	9.0	32
V1-07					1048					2.2	6.0		3.10					1.16	9.0	28
V1-08*										2.8	6.0							0.38	9.0	
V1-09					953					2.5	5.4		2.20		1.90			1.23	9.0	25
V1-10*																		0.09	9.0	
V1-11					797					2.7	5.7							1.28	9.0	29
V1-12	296	20	1714	171	1017					3.1	5.5		4.00		1.70			1.20	9.0	35
V1-13					1017					3.3	6.3							1.28	9.0	36
V1-14*	371	43	1527	182	911	111	31	467	129	170	2.8	5.6	2.90		1.70			1.20	9.0	26
MIN	296	20	1714	171	430	-	-	-	-	2.2	5.4	3.40	0.50	4.10	1.70	2.2	1.2	0.88	9.0	22
MAX	296	20	1714	171	1048	-	-	-	-	3.3	6.3	3.40	4.00	4.10	2.50	2.2	1.2	1.33	9.0	36
MEDIANN	296	20	1714	171	790	-	-	-	-	2.7	5.7	3.40	2.20	4.10	1.80	2.2	1.2	1.20	9.0	28
MOYENNE	296	20	1714	171	799	-	-	-	-	2.8	5.8	3.40	2.06	4.10	1.95	2.2	1.2	1.18	9.0	29

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V1 (OPERATION À 2m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Volume d'eau			Affluent		OBSERVATIONS
	biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH	
ETAPE V1 (Opération à 2 m/h)						
V1-01	10.08	1.45	14%	31.0		PROBLEME DE pH METRE
V1-02	10.08			30.0		PROBLEME DE pH METRE, PAS D'ECHANT. DES BOUES DE LAVAGE
V1-03	9.60	1.34	14%	31.0		PROBLEME DE pH METRE ET NUTRIMENTS
V1-04	9.60	1.46	15%	31.0		PROBLEME DE pH METRE ET NUTRIMENTS
V1-05	9.50	1.41	15%	30.0	7.1	
V1-06	10.20	1.60	16%	29.0	7.0	ERREUR DURANT LE LAVAGE, MAUVAIS DÉCOLMATAGE A L'AIR
V1-07	9.00	1.43	16%	31.0	6.7	
V1-08*	4.40	1.44	33%	31.0	6.6	PAS D'ECHANTILLONS: CYCLE INCOMPLET
V1-09	10.70	1.44	13%	31.0	6.4	
V1-10*	4.20			30.0	6.5	CYCLE AVORTE: ARRET DE L'ALIMENTATION; PROBLEME CLARIFICATEUR
V1-11	11.20	1.45	13%	30.0	6.6	CONSTATATION DE L'IRREGULARITE DU DEBIT D'ALIMENTATION
V1-12	11.80	1.44	12%	30.0	6.6	
V1-13	11.00	1.36	12%	29.0	6.7	
V1-14*	12.70	1.41	11%	30.0	6.3	ECHANTILLONNEUR(EFF.) A BLOQUE APRES 18 HRS ET ARRET 5MIN (ELECTRICITE)
MIN	9.00	1.34	12%	29.0	6.4	
MAX	11.80	1.60	16%	31.0	7.1	
MEDIANN	10.08	1.44	14%	30.0	6.7	
MOYENNE	10.25	1.44	14%	30.3	6.7	

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V1 (OPERATION À 2m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Date début cycle	Heure début (HH:MM)	Date fin cycle	Heure fin (HH:MM)	Durée du cycle (min)
ETAPE V1 (Opération à 2 m/h)					
V1-01	23/05	09:00	24/05	09:00	1440
V1-02	24/05	10:15	25/05	10:15	1440
V1-03	25/05	12:30	26/05	12:30	1440
V1-04	26/05	13:30	27/05	13:30	1440
V1-05	27/05	14:30	28/05	14:15	1425
V1-06	28/05	16:30	29/05	18:00	1530
V1-07	29/05	19:00	30/05	17:30	1350
V1-08*	30/05	19:00	31/05	6:00	660
V1-09	31/05	07:00	01/06	9:45	1605
V1-10*	01/06	11:15	01/06	21:45	630
V1-11	01/06	23:15	03/06	03:15	1680
V1-12	03/06	04:45	04/06	10:15	1770
V1-13	04/06	11:30	05/06	15:00	1650
V1-14*	05/06	16:00	06/06	23:45	1905

MIN 1350

MAX 1770

MEDIANN 1440

MOYENNE 1525

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE,

ETAPE V1 (OPERATION À 2m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m²d)						Affluent (mg/L)						Effluent (mg/L)						Enlèvement (%)					
			DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES				
			tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.		
ETAPE V2 (Opération à 4 m/h)																										
V2-01	4.00	14.00	5.57		17.47	9.92	2.14	174		546	310	67		62		290	141	37		64		47	55	45		
V2-02	4.00	13.67	5.02		18.02	9.76	3.01	157		563	305	94		60		326	157	47		62		42	49	50		
V2-03	4.00	13.75	6.50		19.23	10.53	3.94	203		601	329	123		54		287	146	45		73		52	56	63		
V2-04	4.00	11.83	6.08		17.95	10.75	1.86	190		561	336	58		53		275	151	38		72		51	55	34		
V2-05	4.00	11.75	5.79		17.44	10.08	2.24	181		545	315	70		52		290	151	21		71		47	52	70		
V2-06	4.00	12.50	6.05		17.57	10.50	2.40	189		549	328	75		71		313	157	49		62		43	52	35		
V2-07	4.00	13.83	5.38		18.08	10.02	2.37	168		565	313	74		57		287	141	26		66		49	55	65		
V2-08	4.00	12.75	5.50		16.13	9.28	3.10	172		504	290	97		49		265	128	28		72		47	56	71		
V2-09	4.00	12.50	7.23		18.69	11.36	2.37	226		584	355	74		70		310	160	38		69		47	55	49		
V2-10	4.00	12.50	6.69		18.75	10.75	3.55	209		586	336	111		68		374	179	47		67		36	47	58		
V2-11	4.00	16.50	6.56	5.41	19.78	12.83	2.08	205	169	618	401	65	9	50	31	344	179	42	21	76	82	44	55	35		
V2-12	4.00	15.00	5.86		18.24	10.75	2.40	183		570	336	75		51		336	142	43		72		41	58	43		
V2-13	4.00	15.75	5.54	5.31	18.43	11.68	2.05	173	166	576	365	64	2	48	26	303	159	42	11	72	84	47	56	34		
V2-14	4.00	15.08	5.41		18.43	12.35	1.63	169		576	386	51		53		313	167	33		69		46	57	35		
V2-15	4.00	15.00	4.48		16.54	11.36	1.79	140		517	355	56		41		261	146	27		71		50	59	52		
V2-16	4.00	14.17	5.34		15.62	9.60	1.66	167		488	300	52		49		251	128	29		71		49	57	44		
MIN	4.00	11.75	4.48	5.31	15.62	9.28	1.63	140	166	488	290	51	2	41	26	251	128	21	11	62	82	36	47	34		
MAX	4.00	16.50	7.23	5.41	19.78	12.83	3.94	226	169	618	401	123	9	71	31	374	179	49	21	76	84	52	59	71		
MEDIANN	4.00	13.79	5.68	5.36	18.05	10.64	2.30	178	168	564	333	72	6	53	29	297	151	38	16	71	83	47	55	47		
MOYENNE	4.00	13.79	5.81	5.36	17.90	10.72	2.41	182	168	559	335	75	6	56	29	302	152	37	16	69	83	46	55	49		

ETAPE V2 (OPERATION À 4m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Eaux sales du lavage (mg/L)					Surnageant (mg/L)					Oxygène dissous		N-NH4		O-PO4		N-NH4 enl.	O-PO4 enl.	d P max	Vol d'air	m³ air	
	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	affluent	effluent	entrée	sortie	entrée	sortie	DBO5 enl.	DBO5 enl.	pour lav	procédé	kg DBO	
	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(%)	(m eau)	(m/h)	enlevée	
ETAPE V2 (Opération à 4 m/h)																						
V2-01					1254						2.8	4.1							1.24	9.0	20	
V2-02					784						3.1	4.6		2.60		1.40			1.36	9.0	23	
V2-03	383		1440	238	793						3.0	3.3							1.22	9.0	15	
V2-04					542						3.5	4.5							1.20	9.0	16	
V2-05					839						3.4	3.0							1.22	9.0	17	
V2-06					844						2.7	3.0							1.20	9.0	19	
V2-07					932						3.4	3.6							1.20	9.0	20	
V2-08					674						3.1	3.7							1.20	9.0	18	
V2-09					770						3.5	4.0		4.50		1.67			1.22	9.0	14	
V2-10					779						4.4	4.2							1.21	9.0	16	
V2-11	276	65	1565	196	835						3.8	4.8		4.20		1.81			1.30	9.0	15	
V2-12					769						-	-							1.20	9.0	17	
V2-13	279	42	1231	171	762	97	42	501	163	141	-	-		4.60		1.59			1.28	9.0	18	
V2-14					1112						-	-							1.21	9.0	19	
V2-15					666						-	-							1.20	9.0	23	
V2-16					1031						-	-							1.28	9.0	19	
MIN	276	42	1231	171	542	97	42	501	163	141	2.7	3.0	-	2.60	-	1.40	-	-	1.20	9.0	14	
MAX	383	65	1565	238	1254	97	42	501	163	141	4.4	4.8	-	4.60	-	1.81	-	-	1.36	9.0	23	
MEDIANN	279	54	1440	196	789	97	42	501	163	141	3.4	4.0	-	4.35	-	1.63	-	-	1.22	9.0	18	
MOYENNE	313	54	1412	202	837	97	42	501	163	141	3.3	3.9	-	3.98	-	1.62	-	-	1.23	9.0	18	

ETAPE V2 (OPERATION À 4m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Volume d'eau			Affluent		OBSERVATIONS
	biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH	
ETAPE V2 (Opération à 4 m/h)						
V2-01	11.20	1.40	13%	30.0	6.6	
V2-02	10.93	1.47	13%	31.0	6.5	
V2-03	11.00	1.43	13%	32.0	6.7	ARRET PENDANT 90 MIN POUR RELOCALISER ALIMENTATION ELECTRIQUE
V2-04	9.47	1.51	16%	30.0	6.7	
V2-05	9.40	1.41	15%	31.0	6.6	
V2-06	10.00	1.44	14%	29.5	6.6	
V2-07	11.07	1.41	13%	29.7	6.6	
V2-08	10.20	1.46	14%	30.5	6.5	
V2-09	10.00	1.45	15%	30.0	6.6	
V2-10	10.00	1.40	14%	31.8	6.4	OXYMETRE DEFECTUEUX JUSQU'A LA FIN DES ESSAIS
V2-11	13.20	1.43	11%	32.8	6.4	
V2-12	12.00	1.43	12%	32.0	6.4	
V2-13	12.60	1.47	12%	31.8	6.2	
V2-14	12.07	1.47	12%	31.9	6.4	
V2-15	12.00	1.40	12%	31.9	6.4	
V2-16	11.33	1.40	12%	31.1	6.5	
MIN	9.40	1.40	11%	29.5	6.2	
MAX	13.20	1.51	16%	32.8	6.7	
MEDIANN	11.03	1.43	13%	31.1	6.5	
MOYENNE	11.03	1.44	13%	31.1	6.5	

ETAPE V2 (OPERATION À 4m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Date début cycle	Heure début (HH:MM)	Date fin cycle	Heure fin (HH:MM)	Durée du cycle (min)
ETAPE V2 (Opération à 4 m/h)					
V2-01	07/06	00:30	07/06	14:30	840
V2-02	07/06	15:20	08/06	05:00	820
V2-03	08/06	06:00	08/06	19:45	825
V2-04	08/06	20:40	09/06	08:30	710
V2-05	09/06	09:30	09/06	21:15	705
V2-06	09/06	22:15	10/06	10:45	750
V2-07	10/06	11:45	11/06	01:35	830
V2-08	11/06	02:30	11/06	15:15	765
V2-09	11/06	16:20	12/06	04:50	750
V2-10	12/06	05:45	12/06	18:15	750
V2-11	12/06	19:10	13/06	11:40	990
V2-12	13/06	13:20	14/06	04:20	900
V2-13	14/06	05:15	14/06	21:00	945
V2-14	14/06	22:45	15/06	13:50	905
V2-15	15/06	14:45	16/06	05:45	900
V2-16	16/06	06:50	16/06	21:00	850
MIN					705
MAX					990
MEDIANN					828
MOYENNE					827

ETAPE V2 (OPERATION À 4m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m³d)					Affluent (mg/L)						Effluent (mg/L)						Enlèvement (%)					
			DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES		DBO5		DCO		MES		DBO5		DCO		MES	
			tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	
ETAPE V3 (Opération à 3.5 m/h)																									
V3-01	3.48	19.17	4.45		14.78	9.52	1.70	160		531	342	61		34		237	139	26		79		55	59	57	
V3-02	3.50	18.75	4.62		14.39	8.40	2.88	165		514	300	103		31		214	124	35		81		58	59	66	
V3-03	3.40	17.25	4.92		13.98	7.56	3.07	181		514	278	113		29		228	146	37		84		56	47	67	
V3-04	3.50	16.75	3.95		13.92	8.99	2.38	141		497	321	85		26		225	120	30		82		55	63	65	
V3-05	3.50	17.42	4.82		16.32	10.19	2.46	172		583	364	88		43		278	154	37		75		52	58	58	
V3-06	3.50	17.50	4.62		14.87	9.30	2.41	165		531	332	86		39		278	128	37		76		48	61	57	
V3-07	3.50	17.17	5.21		16.80	9.58	2.16	186		600	342	77		41		278	137	39		78		54	60	49	
V3-08*	3.50	17.00	7.22		18.14	11.34	3.11	258		648	405	111		64		305	156	44		75		53	61	60	
V3-09*	3.50	8.42	9.35		34.19	14.87	9.49	334		1221	531	339		83		380	236	58		75		69	56	83	
MIN	3.40	16.75	3.95	-	13.92	7.56	1.70	141	-	497	278	61	-	26	-	214	120	26	-	75	-	48	47	49	
MAX	3.50	19.17	5.21	-	16.80	10.19	3.07	186	-	600	364	113	-	43	-	278	154	39	-	84	-	58	63	67	
MEDIANN	3.50	17.42	4.62	-	14.78	9.30	2.41	165	-	531	332	86	-	34	-	237	137	37	-	79	-	55	59	58	
MOYENNE	3.48	17.71	4.66	-	15.01	9.08	2.44	167	-	539	326	88	-	35	-	248	135	34	-	79	-	54	58	60	

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V3 (OPERATION À 3.5m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Eaux sales du lavage (mg/L)					Surageant (mg/L)					Oxygène dissous		N-NH4		O-PO4		N-NH4 ent.	O-PO4 ent.	d P max pour lav. (m eau)	Vol. d'air procédé (m/h)	m³ air kg DBO enlevée
	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	affluent	effluent	entrée	sortie	entrée	sortie	DBO5 ent.	DBO5 ent.			
	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(%)			
ETAPE V3 (Opération à 3.5 m/h)																					
V3-01					871						-	-							1.20	9.0	21
V3-02					919						-	-							1.21	12.0	26
V3-03					1037						-	-		5.70					1.32	12.0	23
V3-04					913						-	-							1.22	12.0	30
V3-05					1009						-	-							1.30	12.0	27
V3-06					1084						-	-							1.20	12.0	27
V3-07					1222						-	-							1.20	12.0	24
V3-08*					1474						-	-							1.20	12.0	18
V3-09*					1204														1.26	12.0	14
MIN	-	-	-	-	871	-	-	-	-	-	-	-	-	5.70	-	-	-	-	1.20	9.0	21
MAX	-	-	-	-	1222	-	-	-	-	-	-	-	-	5.70	-	-	-	-	1.32	12.0	30
MEDIANN	-	-	-	-	1009	-	-	-	-	-	-	-	-	5.70	-	-	-	-	1.21	12.0	26
MOYENNE	-	-	-	-	1008	-	-	-	-	-	-	-	-	5.70	-	-	-	-	1.24	11.6	25

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V3 (OPERATION À 3.5m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Volume d'eau			Affluent		OBSERVATIONS
	biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH	
ETAPE V3 (Opération à 3.5 m/h)						
V3-01	13.34	1.43	11%	31.8	6.5	DEBIT D'EAU DIFFICILE A GARDER CONSTANT
V3-02	13.13	1.43	11%	32.1	6.6	
V3-03	11.73	1.46	12%	32.7	6.8	DEBIT D'EAU DIFFICILE A GARDER CONSTANT
V3-04	11.73	1.46	12%	32.9	6.6	
V3-05	12.19	1.45	12%	32.8	6.9	NOUVEAU pH METRE
V3-06	12.25	1.45	12%	32.2	7.1	
V3-07	12.02	1.44	12%	31.6	6.9	
V3-08*	11.90	1.45	12%	31.6	6.7	
V3-09*	5.89	1.12	19%	30.8	6.7	CYCLE DE FERMETURE; MeS= 1000
MIN	11.73	1.43	11%	31.6	6.5	
MAX	13.34	1.46	12%	32.9	7.1	
MEDIANN	12.19	1.45	12%	32.2	6.8	
MOYENNE	12.34	1.45	12%	32.3	6.8	

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V3 (OPERATION À 3.5m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Date début cycle	Heure début (HH:MM)	Date fin cycle	Heure fin (HH:MM)	Durée du cycle (min)
ETAPE V3 (Opération à 3.5 m/h)					
V3-01	16/06	22:10	17/06	17:20	1150
V3-02	17/06	18:10	18/06	12:55	1125
V3-03	18/06	13:45	19/06	7:00	1035
V3-04	19/06	08:00	20/06	00:45	1005
V3-05	20/06	01:45	20/06	19:10	1045
V3-06	20/06	20:00	21/06	13:30	1050
V3-07	21/06	14:30	22/06	07:40	1030
V3-08*	22/06	08:30	23/06	01:30	1020
V3-09*	23/06	07:00	23/06	15:25	505

MIN 1005
 MAX 1150
 MEDIANN 1045
 MOYENNE 1063

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE,

ETAPE V3 (OPERATION À 3.5m/h)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m²d)						Affluent (mg/L)						Effluent (mg/L)						Enlèvement (%)					
			DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	déc.	DBO5		DCO		MES	déc.	DBO5		DCO		MES		
			tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.		
ETAPE V5 (Opération À 3.5m/h - régime stable)																										
V5-01*	3.47	31.67	4.19		12.10	6.75	2.44	151		436	243	88		56		218	115	45		63		50	53	49		
V5-02*	3.50	7.58	5.15		14.45	8.46	2.49	184		516	302	89		35		228	127	22		81		56	58	75		
V5-03	3.58	17.00	6.47		17.70	10.48	2.81	226		618	366	98		67		315	171	52		70		49	53	47		
V5-04	3.46	14.92	6.39		16.00	9.16	2.55	231		578	331	92		61		259	142	29		74		55	57	68		
V5-05	3.50	14.50	6.58		15.68	9.83	2.55	235		560	351	91		61		239	142	24		74		57	60	74		
V5-06	3.47	13.58	4.28		16.05	8.88	3.55	154		578	320	128		40		280	150	50		74		52	53	61		
V5-07	3.52	13.25	6.05		18.11	10.73	3.27	215		643	381	116		40		280	167	30		81		56	56	74		
V5-08	3.40	13.17	4.08		14.39	8.43	2.72	150		529	310	100		31		249	139	37		79		53	55	63		
V5-09	3.48	13.67	4.54		15.62	9.49	3.01	163		561	341	108		37		269	150	40		77		52	56	63		
V5-10	3.41	13.08	3.98		13.53	7.91	2.13	146		496	290	78		34		229	126	22		77		54	57	72		
V5-11	3.52	14.50	4.96		15.57	8.59	2.11	176		553	305	75		38		244	146	44		78		56	52	41		
V5-12	3.44	13.67	4.90		16.15	10.07	2.61	178		587	366	95		48		305	171	36		73		48	53	62		
V5-13	3.43	13.50	4.61		14.08	8.64	2.17	168		513	315	79		46		274	154	31		73		47	51	61		
V5-14	3.43	13.50	4.66		16.96	9.22	2.61	170		618	336	95		41		274	154	32		76		56	54	66		
V5-15	3.43	14.75	4.56		15.61	9.22	2.47	166		569	336	90		41		274	154	37		75		52	54	59		
V5-16	3.47	16.25	5.44		15.63	6.88	2.08	196		563	248	75		40		331	141	34		80		41	43	55		
V5-17	3.44	15.00	4.90		13.43	8.39	2.04	178		488	305	74		32		224	122	19		82		54	60	74		
V5-18	3.47	15.25	5.05		13.99	8.47	1.80	182		504	305	65		38		224	138	24		79		56	55	63		
V5-19	3.53	14.08	5.08		14.49	8.90	2.26	180		513	315	80		30		214	130	23		83		58	59	71		
V5-20	3.46	17.08	5.56		14.42	9.85	1.69	201		521	356	61		34		244	154	23		83		53	57	62		
V5-21	3.45	17.00	4.89		14.13	8.28	2.68	177		512	300	97		26		229	142	30		85		55	53	69		
V5-22	3.45	17.08	4.55		14.13	8.56	2.40	165		512	310	87		29		259	134	28		82		49	57	68		
V5-23	3.44	19.75	4.35		13.43	7.05	2.45	158		488	256	89		34		224	120	28		78		54	53	69		
V5-24	3.47	21.58	4.28		14.24	7.88	2.39	154		513	284	86		28		233	145	25		82		55	49	71		
V5-25*	3.55	21.25	4.15		14.54	7.24	5.71	146		512	255	201		40		245	132	58		73		52	48	71		
V5-26	3.54	24.50	4.81		14.95	8.78	3.20	170		528	310	113		38		240	152	31		78		55	51	73		
V5-27	3.42	23.75	5.09		14.45	8.21	2.68	186		528	300	98		39		240	144	32		79		55	52	67		
V5-28	3.44	21.83	5.53	4.62	15.41	9.63	2.56	201	168	560	350	93	9	31	22	220	132	22	10	85	87	61	62	76		
V5-29	3.54	19.75	4.64		14.61	8.55	2.52	164		516	302	89		33		230	135	31		80		55	55	65		
V5-30	3.54	20.83	4.62		15.41	8.21	3.00	163		544	290	106		32		230	152	28		80		58	48	74		
V5-31	3.43	22.92	3.73		12.51	7.24	2.83	136		456	264	103		24		193	98	22		82		58	63	79		
V5-32	3.59	19.83	4.54		13.33	8.33	2.44	158		464	290	85		27		190	120	20		83		59	59	76		
V5-33a*	3.47	19.83	4.19		13.77	8.05	2.22	151		496	290	80		26		180	120	18		83		64	59	78		
V5-34a*	3.54	18.58	4.39		13.93	9.03	3.00	155		492	319	106		33		227	125	43		79		54	61	59		
V5-33b*	3.44	47.42												28		207	133	26								
V5-34b*	3.55	42.08	4.86				2.70	171				95		44				34		74				64		
MIN	3.40	13.08	3.73	4.62	12.51	6.88	1.69	136	168	456	248	61	9	24	22	190	98	19	10	70	87	41	43	41		
MAX	3.59	24.50	6.58	4.62	18.11	10.73	3.55	235	168	643	381	128	9	67	22	331	171	52	10	85	87	61	63	79		
MEDIANN	3.46	15.25	4.81	4.62	14.61	8.59	2.55	170	168	528	310	91	9	37	22	240	142	30	10	79	87	55	55	68		
MOYENNE	3.47	16.88	4.94	4.62	14.97	8.75	2.54	177	168	538	315	91	9	38	22	249	142	30	10	79	87	54	55	66		

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V5 (OPERATION À 3.5 m/h - RÉGIME STABLE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Eaux sales du lavage (mg/L)					Surnageant (mg/L)					Oxygène dissous		N-NH4		O-PO4		N-NH4 enl.	O-PO4 enl.	d P max pour lav. (m eau)	Vol. d'air procédé (m/h)	m³ air kg DBO enlevée	
	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	affluent (mg/L)	effluent (mg/L)	entrée (mg/L)	sortie (mg/L)	entrée (mg/L)	sortie (mg/L)	DBO5 enl. (%)	DBO5 enl. (%)				
	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.												
ETAPE V5 (Opération À 3.5m/h - régime stable)																						
V5-01*					202						-	-							1.20	11.6	35	
V5-02*					1028						-	-							1.33	11.5	22	
V5-03					1033						-	-							1.20	11.4	20	
V5-04					877						-	-		3.50		1.70			1.24	11.5	19	
V5-05					850						-	-							1.39	11.1	18	
V5-06					902						-	-							1.19	11.7	29	
V5-07					744						-	-							1.28	11.3	18	
V5-08					738						-	-							1.20	11.4	28	
V5-09					880						-	-							1.20	11.4	26	
V5-10					800						-	-							1.20	11.6	30	
V5-11					828						-	-							1.21	11.3	23	
V5-12					696						-	-							1.21	11.5	26	
V5-13					889						-	-							1.20	11.6	28	
V5-14					719						-	-							1.22	11.4	26	
V5-15					1025						-	-		1.60		0.71			1.20	11.6	27	
V5-16					859						-	-							1.20	11.8	22	
V5-17					649						-	-							1.21	11.4	23	
V5-18					682						-	-							1.20	11.6	23	
V5-19					803						-	-							1.20	11.5	22	
V5-20					864						-	-							1.20	11.8	20	
V5-21					890						-	-							1.21	11.7	22	
V5-22					1106						-	-							1.20	11.8	25	
V5-23					1019						-	-							1.20	11.8	28	
V5-24					1086						-	-							1.50	11.8	27	
V5-25*					1678						-	-							1.50	11.8	31	
V5-26					1473							-	6.00	2.60	1.20	0.98	2.6	0.2	1.50	11.9	25	
V5-27					1593							-							1.50	12.0	24	
V5-28	532	54	1620	144	1265	186	40	520	168	266		-	1.10	3.60	0.70	1.30			1.54	12.3	21	
V5-29					1146	86		483	192	115		-	7.40	2.60	2.10	1.00	3.7	0.8	1.56	11.8	25	
V5-30					1449	75		416	168	118									1.50	11.8	25	
V5-31					1254	53		390	138	143									1.50	11.9	31	
V5-32					1476	77		400	168	136									1.50	11.8	25	
V5-33a*																			1.50	12.1	28	
V5-34a*																			1.50	11.8	27	
V5-33b*					2013														4.65	12.1		
V5-34b*					2202					327									3.55	11.8	26	
MIN	532	54	1620	144	649	53	40	390	138	115	-	-	1.10	1.60	0.70	0.71	2.6	0.2	1.19	11.1	18	
MAX	532	54	1620	144	1593	186	40	520	192	266	-	-	7.40	3.60	2.10	1.70	3.7	0.8	1.56	12.3	31	
MEDIANN	532	54	1620	144	889	77	40	416	168	136	-	-	6.00	2.60	1.20	1.00	3.1	0.5	1.21	11.6	25	
MOYENNE	532	54	1620	144	986	95	40	442	167	156	-	-	4.83	2.78	1.33	1.14	3.1	0.5	1.30	11.6	24	

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V5 (OPERATION À 3.5 m/h - RÉGIME STABLE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Volume d'eau			Affluent		OBSERVATIONS
	biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH	
ETAPE V5 (Opération À 3.5m/h - régime stable)						
V5-01*	21.98	1.39	6%	31.5	7.4	DECOLMATAGE DIFFICILE,RINCAGE RALLONGE DE 2 MIN.
V5-02*	5.31	1.45	27%	30.6	7.1	CYCLE TRES COURT(LAVAGE PRECEDANT DIFFICILE)
V5-03	12.17	1.47	12%	32.1	7.0	
V5-04	10.32	1.50	15%	32.6	6.9	
V5-05	10.15	1.45	14%	32.2	6.7	ARRET ELECT. POMPE EAU BRUTE(1 HRE)
V5-06	9.43	1.44	15%	31.4	6.7	
V5-07	9.33	1.44	15%	34.0	6.5	
V5-08	8.95	1.44	16%	32.3	6.8	OPERATION DE L'USINE STABLE
V5-09	9.51	1.45	15%	33.0	6.5	
V5-10	8.92	1.44	16%	32.4	6.7	
V5-11	10.21	1.41	14%	32.6	6.6	MANQUE D'EAU DE 9:40 - 9:50, PUIS PAR INTERMITTENCE DE 11:50 - 14:45
V5-12	9.40	1.46	16%	32.6	6.5	
V5-13	9.26	1.44	16%	32.1	6.7	
V5-14	9.26	1.46	16%	31.5	6.7	
V5-15	10.12	1.47	15%	31.5	6.6	
V5-16	11.28	1.45	13%	31.7	6.8	
V5-17	10.32	1.46	14%	30.8	-	ELECTRODE pH DEFECTUEUSE, FUITE D'EAU BLANCHE FERMEE.
V5-18	10.58	1.45	14%	30.5	6.3	
V5-19	9.94	1.46	15%	31.3	6.1	
V5-20	11.82	1.45	12%	32.9	6.3	
V5-21	11.73	1.49	13%	31.4	6.8	
V5-22	11.79	1.43	12%	32.0	6.6	
V5-23	13.59	1.45	11%	31.4	6.6	
V5-24	14.98	1.43	10%	30.4	6.8	PERTE DE CHARGE MAX. AUGMENTEE A 150 cm.
V5-25*	15.09	1.43	9%	30.7	6.8	PAPIER "HAUTE BRILLANCE" A PARTIR DE 20:00 LE 22 JUIL. FUITE DE GLAISE.
V5-26	17.35	1.43	8%	32.0	6.6	PAPIER "HAUTE BRILLANCE", FUITE DE GLAISE CORRIGEE.
V5-27	16.25	1.44	9%	33.2	6.4	PAPIER JAUNE
V5-28	15.02	1.46	10%	32.1	6.6	CYCLE DE TOXICITE.
V5-29	13.98	1.29	9%	30.2	6.7	
V5-30	14.75	1.43	10%	30.9	6.7	MELANGE DES BOUES DE LAVAGE A L'AIR
V5-31	15.72	1.45	9%	30.6	6.6	MELANGES POUR LE CRIQ
V5-32	14.24	1.43	10%	31.2	6.4	
V5-33a*	13.76			30.0	6.6	PROLONGATION DU CYCLE POUR PERTE DE CHARGE MAX. VOIR V5-33*
V5-34a*	13.16			30.7	6.6	PROLONGATION DU CYCLE POUR PERTE DE CHARGE MAX. VOIR V5-34*
V5-33b*	32.62	1.68	5%	30.2	6.6	EFFLUENT TOUJOURS CLAIR. LAVAGE EFFECTUE SELON RECOMMANDATION. DECOLMATAGE PROLONGE DE 2MIN. EAU A 67L/MIN PROLONGE DE 6MIN.
V5-34b*	29.88	1.83	6%	30.9	6.6	PERTE DE CHARGE MAX.355 CM PUIS CHUTE A 305 CM. APPARITION DE MES DANS L'EFFLUENT.

MIN 8.92 1.29 8% 30.2 6.1

MAX 17.35 1.50 16% 34.0 7.0

MEDIANN 10.58 1.45 14% 32.0 6.6

MOYENNE 11.74 1.44 13% 31.8 6.6

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V5 (OPERATION À 3.5 m/h - RÉGIME STABLE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Date début cycle	Heure début (HH:MM)	Date fin cycle	Heure fin (HH:MM)	Durée du cycle (min)
ETAPE V5 (Opération À 3.5m/h - régime stable)					
V5-01*	06/07	08:40	07/07	16:20	1900
V5-02*	07/07	17:25	08/07	01:00	455
V5-03	08/07	02:10	08/07	19:10	1020
V5-04	08/07	20:00	09/07	10:55	895
V5-05	09/07	11:45	10/07	02:15	870
V5-06	10/07	03:10	10/07	16:45	815
V5-07	10/07	17:40	11/07	06:55	795
V5-08	11/07	07:45	11/07	20:55	790
V5-09	11/07	21:45	12/07	11:25	820
V5-10	12/07	12:30	13/07	01:35	785
V5-11	13/07	02:30	13/07	17:00	870
V5-12	13/07	17:50	14/07	07:30	820
V5-13	14/07	08:20	14/07	21:50	810
V5-14	14/07	22:40	15/07	13:10	810
V5-15	15/07	13:55	16/07	04:40	885
V5-16	16/07	05:30	16/07	21:45	975
V5-17	16/07	22:35	17/07	13:35	900
V5-18	17/07	14:25	18/07	05:40	915
V5-19	18/07	06:30	18/07	20:35	845
V5-20	18/07	21:25	19/07	14:30	1025
V5-21	19/07	15:20	20/07	08:20	1020
V5-22	20/07	09:10	21/07	02:15	1025
V5-23	21/07	03:05	21/07	22:50	1185
V5-24	21/07	23:40	22/07	21:15	1295
V5-25*	22/07	22:05	23/07	19:20	1275
V5-26	23/07	20:10	24/07	20:40	1470
V5-27	24/07	21:30	25/07	21:15	1425
V5-28	25/07	22:05	26/07	19:55	1310
V5-29	26/07	20:45	27/07	16:30	1185
V5-30	27/07	17:20	28/07	14:10	1250
V5-31	28/07	15:00	29/07	13:55	1375
V5-32	29/07	14:45	30/07	10:35	1190
V5-33a*	30/07	11:25	31/07	07:15	1190
V5-34a*	01/08	11:55	02/08	06:35	1115
V5-33b*	30/07	11:25	01/08	10:50	2845
V5-34b*	01/08	11:55	03/08	07:00	2525

MIN 785

MAX 1470

MEDIANN 915

MOYENNE 1013

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE,

ETAPE V5 (OPERATION À 3.5 m/h - RÉGIME STABLE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m².d)						Affluent (mg/L)						Effluent (mg/L)						Enlèvement (%)					
			DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES				
			tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.		
ETAPE V6 (Opération à haute concentration)																										
V6-01	2.20	22.50	4.42		13.38	9.24	2.29	251		760	525	130		29		275	204	30		88		64	61	77		
V6-02	2.28	26.25	4.56		12.62	9.50	1.46	250		692	521	80		30		366	179	38		88		47	66	53		
V6-03	2.38	28.00	4.97		15.23	9.75	2.21	261		800	512	116		57		320	184	51		78		60	64	56		
V6-04	2.31	31.62	5.01		13.31	9.06	2.18	271		720	490	118		64		360	184	60		76		50	62	49		
V6-05	2.35	30.75	5.15		13.35	8.46	2.18	274		710	450	116		73		360	200	69		73		49	56	41		
V6-06*	2.40	39.50	4.49		13.94	8.72	1.84	234		726	454	96		79		403	202	91		66		44	56	5		
MIN	2.20	22.50	4.42	-	12.62	8.46	1.46	250	-	692	450	80	-	29	-	275	179	30	-	73	-	47	56	41		
MAX	2.38	31.62	5.15	-	15.23	9.75	2.29	274	-	800	525	130	-	73	-	366	204	69	-	88	-	64	66	77		
MEDIANN	2.31	28.00	4.97	-	13.35	9.24	2.18	261	-	720	512	116	-	57	-	360	184	51	-	78	-	50	62	53		
MOYENNE	2.30	27.82	4.82	-	13.58	9.20	2.06	261	-	736	500	112	-	51	-	336	190	50	-	81	-	54	62	55		

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V6 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Eaux sales du lavage (mg/L)				Surnageant (mg/L)						Oxygène dissous		N-NH4		O-PO4		N-NH4 enl.	O-PO4 enl.	d P max	Vol. d'air	m³ air
	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	affluent	effluent	entrée	sortie	entrée	sortie	DBO5 enl.	DBO5 enl.	pour lav.	procédé	kg DBO
	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(%)	(m eau)	(m/h)	enlevée
ETAPE V6 (Opération à haute concentration)																					
V6-01					1438					145									1.50	12.0	24
V6-02					1659	102		618	260	224			13.00	2.30	2.90	1.20	4.9	0.8	1.50	11.9	24
V6-03					1374	141		578	217	208									1.46	12.0	25
V6-04					1231	124		544	272	136									1.23	12.0	25
V6-05					1448	159		576	272	140									1.26	12.1	26
V6-06*					1538														1.27	12.1	33
MIN	-	-	-	-	1231	102	-	544	217	136	-	-	13.00	2.30	2.90	1.20	4.9	0.8	1.23	11.9	24
MAX	-	-	-	-	1659	159	-	618	272	224	-	-	13.00	2.30	2.90	1.20	4.9	0.8	1.50	12.1	26
MEDIANN	-	-	-	-	1438	133	-	577	266	145	-	-	13.00	2.30	2.90	1.20	4.9	0.8	1.46	12.0	25
MOYENNE	-	-	-	-	1430	132	-	579	255	171	-	-	13.00	2.30	2.90	1.20	4.9	0.8	1.39	12.0	25

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V6 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Volume d'eau			Affluent		OBSERVATIONS
	biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH	
ETAPE V6 (Opération à haute concentration)						
V6-01	9.90	1.45	15%	30.7	6.5	LEGERE MOUSSE A LA SURFACE EN PROCEDE. BEAUCOUP DE MOUSSE AU LAVAGE ET DANS LE RESERVOIR DE LAVAGE.
V6-02	11.97	1.46	12%	29.9	6.5	LEGERE MOUSSE A LA SURFACE EN PROCEDE. BEAUCOUP DE MOUSSE AU LAVAGE ET DANS LE RESERVOIR DE LAVAGE.
V6-03	13.33	1.38	10%	29.9	6.3	PERTE DE CHARGE MAX.146 CM PUIS CHUTE A 128 CM.:LAVAGE. LEGERE MOUSSE A LA SURFACE EN PROCEDE. BEAUCOUP DE MOUSSE AU LAVAGE
V6-04	14.61	1.41	10%	31.0	6.3	MOUSSE NORMALE EN PRODUCTION ET AU LAVAGE. PERTE DE CHARGE MAX. 123 CM PUIS CHUTE A 118CM: LAVAGE
						LAVAGE REGULIER SAUF DECOLMATAGE: 2MIN @ 6 M.CU/H; 2MIN @ 14 M.CU/H SUIVI D'UN MINI LAVAGE.
V6-05	14.45	1.45	10%	32.1	6.3	PERTE DE CHARGE EST MONTE A 126cm PUIS A COMMENCE A BAISSER.
V6-06*	18.96	1.41	7%	32.6	6.3	PERTE DE CHARGE MAX. A 127cm PUIS BAISSSE A 120cm.:LAVAGE. DEBORDEMENT DE MOUSSE AU LAVAGE.

MIN 9.90 1.38 10% 29.9 6.3

MAX 14.61 1.46 15% 32.1 6.5

MEDIANN 13.33 1.45 10% 30.7 6.3

MOYENNE 12.85 1.43 11% 30.7 6.4

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE, MIN, MAX et MEDIANNE

ETAPE V6 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Date début cycle	Heure début (HH:MM)	Date fin cycle	Heure fin (HH:MM)	Durée du cycle (min)
ETAPE V6 (Opération à haute concentration)					
V6-01	03/08	14:00	04/08	12:30	1350
V6-02	04/08	13:45	05/08	16:00	1575
V6-03	06/08	16:55	07/08	20:55	1680
V6-04	06/08	21:45	08/08	05:22	1897
V6-05	08/08	06:35	09/08	13:20	1845
V6-06*	09/08	14:10	11/08	05:40	2370

MIN 1350

MAX 1897

MEDIANN 1680

MOYENNE 1669

* Valeurs non-représentatives exclues de MOYENNE,

ETAPE V6 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m²d)						Affluent (mg/L)						Effluent (mg/L)						Enlèvement (%)					
			DBO5		DCO		MES	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO	MES	DBO5	DCO	MES				
			tot.	sol.	tot.	sol.	tot.																tot.	sol.	tot.	sol.
ETAPE V7 (Opération à haute concentration et haute température)																										
V7-01	2.24	42.42	4.68		13.98	9.32	1.27	261		780	520	71		68		384	230	49		74		51	56	31		
V7-02	2.27	32.42	6.05		14.31	9.70	1.83	333		788	534	101		97		432	240	60		71		45	55	41		
V7-03	2.37	24.00	7.70		18.69	13.58	1.61	406		986	716	85		162		608	354	80		60		38	51	6		
V7-04	2.43	37.67	8.36		18.39	13.45	2.35	430		946	692	121		187		624	391	70		57		34	43	42		
V7-05	2.31	37.58	11.12		24.06	17.30	1.87	602		1302	936	101		210		700	447	65		65		46	52	36		
V7-06	2.12	37.75	9.07		19.30	15.87	1.29	535		1138	936	76		154		781	447	67		71		31	52	12		
V7-07	2.05	29.33	5.18		14.76	9.84	2.16	316		900	600	132		78		440	240	72		75		51	60	45		
V7-08	2.09	31.17	5.77		14.38	9.36	2.73	345		860	560	163		73		373	216	46		79		57	61	72		
MIN	2.05	24.00	4.68	—	13.98	9.32	1.27	261	—	780	520	71	—	68	—	373	216	46	—	57	—	31	43	6		
MAX	2.43	42.42	11.12	—	24.06	17.30	2.73	602	—	1302	936	163	—	210	—	781	447	80	—	79	—	57	61	72		
MEDIANN	2.26	35.00	6.87	—	16.58	11.65	1.85	376	—	923	646	101	—	126	—	524	297	66	—	71	—	46	54	38		
MOYENNE	2.24	34.04	7.24	—	17.23	12.30	1.89	404	—	963	687	106	—	129	—	543	321	64	—	69	—	44	54	36		

ETAPE V7 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION ET HAUTE TEMPÉRATURE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Eaux sales du lavage (mg/L)					Surmargeant (mg/L)					Oxygène dissous		N-NH4		O-PO4		N-NH4 enl.	O-PO4 enl.	d P max	Vol. d'air	m³ air
	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	affluent	effluent	entrée	sortie	entrée	sortie	DBO5 enl.	DBO5 enl.	pour lav.	procédé	kg DBO
	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(%)	(m eau)	(m/h)	enlevée
ETAPE V7 (Opération à haute concentration et haute température)																					
V7-01					2022														1.34	12.1	28
V7-02					1466														1.21	12.1	23
V7-03					673														0.40	12.1	21
V7-04					1858														1.18	12.1	20
V7-05					2118														1.17	12.1	13
V7-06					1778					173									1.20	12.1	15
V7-07					1336														1.24	14.8	30
V7-08					1121														1.20	14.9	26
MIN	—	—	—	—	673	—	—	—	—	173	—	—	—	—	—	—	—	—	0.40	12.1	13
MAX	—	—	—	—	2118	—	—	—	—	173	—	—	—	—	—	—	—	—	1.34	14.9	30
MEDIANN	—	—	—	—	1622	—	—	—	—	173	—	—	—	—	—	—	—	—	1.20	12.1	22
MOYENNE	—	—	—	—	1547	—	—	—	—	173	—	—	—	—	—	—	—	—	1.12	12.8	22

ETAPE V7 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION ET HAUTE TEMPÉRATURE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Volume d'eau			Affluent		OBSERVATIONS
	biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH	
ETAPE V7 (Opération à haute concentration et haute température)						
V7-01	19.00	1.43	8%	37.6	6.4	AUGMENTE EAU BLANCHE DE .55L/MIN A .88L/MIN APRES 12 HRS DANS LE CYCLEPERTE DE CHARGE MAX. A 134cm PUIS BAISSA A 125cm.:LAVAGE. DEBORDEMENT DE MOUSSE AU LAVAGE.
V7-02	14.72	1.58	11%	36.3	6.4	PILE DEFECTUEUSE DANS RANGER. RECALIBRATION DES APPAREILS. PERTE DE CHARGE MAX A 121cm PUIS BAISSA.
V7-03	11.38	1.40	12%	42.9	6.4	AUGMENTATION D'EAU BLANCHE DE .8L A 1.5L/MIN. TEMP. MONTE A 46 C PENDANT 5 HEURES. LAVAGE FAIT APRES 24 HEURES D'OPERATION.
V7-04	18.31	1.37	7%	40.9	6.5	MODIFICATION DU CHAUFFAGE DONNE UNE TEMP. TRES STABLE. PERTE DE CHARGE DIMINUE APRES 118cm.
V7-05	17.36	1.54	9%	41.5	6.5	MANQUE D'EAU BRUTE PENDANT 100 min. PERTE DE CHARGE DIMINUE APRES 117cm. MOUSSE PENDANT LAVAGE. FAIRE PASSER DE L'EAU DANS OXAZUR.
V7-06	16.01	1.38	9%	40.9	6.5	MOUSSE AU LAVAGE.
V7-07	12.03	1.50	12%	40.7	6.5	AUGMENTATION DU DEBIT D'AIR DE PROCEDE. PEU DE MOUSSE AU LAVAGE.
V7-08	13.03	1.37	11%	41.0	6.4	PERTE DE CHARGE MONTE A 120cm PUIS COMMENCE A BAISSER. PEU DE MOUSSE AU LAVAGE.
MIN	11.38	1.37	7%	36.3	6.4	
MAX	19.00	1.58	12%	42.9	6.5	
MEDIANN	15.36	1.42	10%	40.9	6.5	
MOYENNE	15.23	1.45	10%	40.2	6.5	

ETAPE V7 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION ET HAUTE TEMPÉRATURE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Date début cycle	Heure début (HH:MM)	Date fin cycle	Heure fin (HH:MM)	Durée du cycle (min)
ETAPE V7 (Opération à haute concentration et haute température)					
V7-01	11/08	06:35	13/08	01:00	2545
V7-02	13/08	01:50	14/08	10:15	1945
V7-03	14/08	11:05	15/08	11:05	1440
V7-04	15/08	12:00	17/08	01:40	2260
V7-05	17/08	02:25	18/08	16:00	2255
V7-06	18/08	16:45	20/08	06:30	2265
V7-07	20/08	07:40	21/08	13:00	1760
V7-08	21/08	13:45	22/08	20:55	1870
MIN					1440
MAX					2545
MEDIANN					2100
MOYENNE					2043

ETAPE V7 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION ET HAUTE TEMPÉRATURE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m²d)						Affluent (mg/L)						Effluent (mg/L)						Enlèvement (%)					
			DBO5		DCO		MES		DBO5		DCO		MES		DBO5		DCO		MES		DBO5		DCO		MES	
			tot.	sol.	tot.	sol.	tot.		tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	déc.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	
ETAPE V8 (Opération à haute concentration, haute charge appliquée et haute température)																										
V8-01	3.01	24.83	7.71		21.19	13.48	1.97	320		880	560	82		110		533	272	87		66		39	51	-6		
V8-02	2.80	22.83	6.45		18.37	12.99	1.66	288		820	580	74		78		493	280	63		73		40	52	15		
V8-03	2.93	19.42	6.28		20.63	12.19	2.20	268		880	520	94		96		507	240	81		64		42	54	14		
V8-04	2.62	20.92	7.52		16.77	12.58	1.74	359		800	600	83		96		453	240	66		73		43	60	20		
V8-05	2.63	20.75	6.50		17.97	11.97	2.34	309		854	569	111		80		434	228	76		74		49	60	32		
V8-06	2.52	22.33	6.81		18.59	12.14	1.96	338		922	602	97		82		439	236	69		76		52	61	29		
MIN	2.52	19.42	6.28	—	16.77	11.97	1.66	268	—	800	520	74	—	78	—	434	228	63	—	64	—	39	51	-6		
MAX	3.01	24.83	7.71	—	21.19	13.48	2.34	359	—	922	602	111	—	110	—	533	280	87	—	76	—	52	61	32		
MEDIANN	2.72	21.63	6.66	—	18.48	12.38	1.97	315	—	867	575	89	—	89	—	473	240	73	—	73	—	43	57	18		
MOYENNE	2.75	21.85	6.88	—	18.92	12.56	1.98	314	—	859	572	90	—	90	—	477	249	74	—	71	—	44	56	17		

ETAPE V8 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION, HAUTE CHARGE ET HAUTE TEMPÉRATURE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Eaux sales du lavage (mg/L)					Surnageant (mg/L)					Oxygène dissous		N-NH4		O-PO4		N-NH4 enl.	O-PO4 enl.	d P max	Vol. d'air	m² air
	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	affluent	effluent	entrée	sortie	entrée	sortie	DBO5 enl.	DBO5 enl.	pour lav.	procédé	kg DBO
	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(%)	(m eau)	(m/h)	enlevée
ETAPE V8 (Opération à haute concentration, haute charge appliquée et haute température)																					
V8-01					1307														1.20	15.0	24
V8-02					1287														1.21	15.0	26
V8-03					1243								4.00			1.80			1.26	19.8	39
V8-04					1455														1.22	19.8	29
V8-05					1304														1.25	20.0	33
V8-06					1664														1.20	20.0	31
MIN	---	---	---	---	1243	---	---	---	---	---	---	---	---	4.00	---	1.80	---	---	1.20	15.0	24
MAX	---	---	---	---	1664	---	---	---	---	---	---	---	---	4.00	---	1.80	---	---	1.26	20.0	39
MEDIANN	---	---	---	---	1306	---	---	---	---	---	---	---	---	4.00	---	1.80	---	---	1.22	19.8	30
MOYENNE	---	---	---	---	1377	---	---	---	---	---	---	---	---	4.00	---	1.80	---	---	1.22	18.3	30

ETAPE V8 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION, HAUTE CHARGE ET HAUTE TEMPÉRATURE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Volume d'eau			Affluent		OBSERVATIONS
	biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH	
ETAPE V8 (Opération à haute concentration, haute charge appliquée et haute température)						
V8-01	14.95	1.38	9%	41.5	6.3	MOUSSE AU LAVAGE.
V8-02	12.79	1.40	11%	41.4	6.5	MOUSSE AU LAVAGE.
V8-03	11.38	1.40	12%	42.0	6.4	FILTRE EN ATTENTE PENDANT 40 MIN. AVANT DE LAVER. PEU DE MOUSSE AU LAVAGE.
V8-04	10.96	1.41	13%	40.9	6.7	MOUSSE NORMALE AU LAVAGE.
V8-05	10.91	1.43	13%	41.5	6.5	
V8-06	11.26	1.44	13%	40.8	6.5	
MIN	10.91	1.38	9%	40.8	6.3	
MAX	14.95	1.44	13%	42.0	6.7	
MEDIANN	11.32	1.41	13%	41.5	6.5	
MOYENNE	12.04	1.41	12%	41.3	6.5	

ETAPE V8 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION, HAUTE CHARGE ET HAUTE TEMPÉRATURE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Date début cycle	Heure début (HH:MM)	Date fin cycle	Heure fin (HH:MM)	Durée du cycle (min)
ETAPE V8 (Opération à haute concentration, haute charge appliquée e					
V8-01	22/08	20:45	23/08	21:35	1490
V8-02	23/08	22:25	24/08	21:15	1370
V8-03	24/08	22:05	25/08	17:30	1165
V8-04	25/08	18:50	26/08	15:45	1255
V8-05	26/08	16:35	27/08	13:20	1245
V8-06	28/08	14:05	29/08	12:25	1340
MIN					1165
MAX					1490
MEDIANN					1298
MOYENNE					1311

ETAPE V8 (OPERATION À HAUTE CONCENTRATION, HAUTE CHARGE ET HAUTE TEMPÉRATURE)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Taux de filt. (m/h)	Durée (h)	Charge appliquée (kg/m³d)						Affluent (mg/L)						Effluent (mg/L)						Enlèvement (%)					
			DBO5		DCO		MES	DBO5 tot.	sol.	DCO tot.	sol.	MES tot.	déc.	DBO5 tot.	sol.	DCO tot.	sol.	MES tot.	déc.	DBO5 tot.	sol.	MES tot.				
			tot.	sol.	tot.	sol.	tot.																			
ETAPE V9 (Opération avec ajout d'eau biofiltrée de la CUQ)																										
V9-01	3.16	29.00	5.59		15.77	10.29	1.92	221		624	407	76		65		325	163	63		71		48	60	17		
V9-02	3.21	22.67	6.65		17.41	10.86	1.80	259		678	423	70		64		325	187	49		75		52	56	30		
V9-03	3.20	21.67	6.43		17.36	11.67	1.79	251		678	456	70		72		374	195	48	8	71		45	57	31		
MIN	3.16	21.67	5.59	—	15.77	10.29	1.79	221	—	624	407	70	—	64	—	325	163	48	8.00	71	—	45	56	17		
MAX	3.21	29.00	6.65	—	17.41	11.67	1.92	259	—	678	456	76	—	72	—	374	195	63	8.00	75	—	52	60	31		
MEDIANN	3.20	22.67	6.43	—	17.36	10.86	1.80	251	—	678	423	70	—	65	—	325	187	49	8.00	71	—	48	57	30		
MOYENNE	3.19	24.44	6.22	—	16.85	10.94	1.84	244	—	660	429	72	—	67	—	341	182	53	8.00	72	—	48	58	26		

ETAPE V9 (OPERATION AVEC AJOUT D'EAU BIOFILTRÉE DE LA CUQ)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Eaux sales du lavage (mg/L)					Surageant (mg/L)					Oxygène dissous		N-NH4		O-PO4		N-NH4 enl.	O-PO4 enl.	d P max	Vol. d'air	m³ air
	DBO5		DCO		MES	DBO5		DCO		MES	affluent	effluent	entrée	sortie	entrée	sortie	DBO5 enl.	DBO5 enl.	pour lav.	procédé	kg DBO
	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	tot.	sol.	tot.	sol.	tot.	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(%)	(m eau)	(m/h)	enlevée
ETAPE V9 (Opération avec ajout d'eau biofiltrée de la CUQ)																					
V9-01					1210														1.17	15.0	30
V9-02					1485														1.20	15.0	24
V9-03					1404														1.22	15.0	26
MIN	---	---	---	---	1210	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.17	15.0	24
MAX	---	---	---	---	1485	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.22	15.0	30
MEDIANN	---	---	---	---	1404	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.20	15.0	26
MOYENNE	---	---	---	---	1366	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.20	15.0	27

ETAPE V9 (OPERATION AVEC AJOUT D'EAU BIOFILTRÉE DE LA CUQ)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Volume d'eau			Affluent		OBSERVATIONS
	biof. (m³)	lav. (m³)	lav/bio (%)	T (°C)	pH	
ETAPE V9 (Opération avec ajout d'eau biofiltrée de la CUQ)						
V9-01	18.33	1.44	8%	31.0	6.7	CYCLE INTERROMPU APRES 29 HEURES D'OPERATION.
V9-02	14.55	1.36	9%	31.5	6.5	UN PEU DE MOUSSE AU LAVAGE.
V9-03	13.87	1.37	10%	31.9	6.4	UN PEU DE MOUSSE AU LAVAGE.
MIN	13.87	1.36	8%	31.0	6.4	
MAX	18.33	1.44	10%	31.9	6.7	
MEDIANN	14.55	1.37	9%	31.5	6.5	
MOYENNE	15.58	1.39	9%	31.5	6.5	

ETAPE V9 (OPERATION AVEC AJOUT D'EAU BIOFILTRÉE DE LA CUQ)

RENDEMENT - PILOTE BIOFOR - DAISHOWA

# Cycle	Date début cycle	Heure début (HH:MM)	Date fin cycle	Heure fin (HH:MM)	Durée du cycle (min)
ETAPE V9 (Opération avec ajout d'eau biofiltrée de la CUQ)					
V9-01	28/08	13:45	29/08	19:45	1740
V9-02	29/08	20:35	30/08	19:15	1360
V9-03	30/08	20:00	31/08	17:40	1300
MIN					1300
MAX					1740
MEDIANN					1360
MOYENNE					1467

ETAPE V9 (OPERATION AVEC AJOUT D'EAU BIOFILTRÉE DE LA CUQ)

ANNEXE D
MESURES DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

SYNTHÈSE D'ENLÈVEMENT(%) DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

PARAMÈTRES	% d'enlèvement à travers la biofiltration							
	Cycle v1-09	Cycle V1-12	Cycle V1-14	Cycle V2-11	Cycle V2-13	Cycle V3-09	Cycle V5-28	Cycle V6-05
<u>Acides gras</u>								
Palmitoléique	34	37	36	-100	-206	36	38	-7
Palmitique	89	94	89	6	78	71	43	41
Linoléique	92	92	79	83	>88	96	>92	76
Linoléinique	—	—	—	—	—	—	—	—
Oléique	96	95	85	>93	82	93	93	89
Stéarique	80	87	83	>86	79	86	65	78
9,10-Dichlorostéarique	—	>67	—	—	—	—	—	—
<u>Acides résiniques</u>								
Pimarique	>92	>90	>93	59	86	79	>84	>83
Sandaracopimarique	>94	>94	>96	73	91	>93	>88	>89
Isopimarique	90	94	>98	30	69	88	91	91
Palustrique + Lévo-pimarique	94	96	>99	85	89	96	94	84
Déhydroabiétique	96	98	97	90	94	99	94	94
Abiétique	92	95	92	83	86	96	88	87
Néoabiétique	>95	>95	>95	>83	67	>84	>79	60
14-Chlorodéhydroabiétique	—	—	—	—	—	—	—	—
12-Chlorodéhydroabiétique	—	>95	>95	55	>70	—	—	—
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	92 - 94	94 - 96	93 - 94	70 - 73	83 - 85	92 - 94	89 - 90	80 - 83

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE LA MESURE DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

PARAMÈTRES	(µg/L)																								
	Cycle V1-09		Cycle V1-12			Cycle V1-14				Cycle V2-11			Cycle V2-13				Cycle V3-09		Cycle V5-28				Cycle V6-05		
	A	E	A	E	L	A	E	L	LS	A	E	L	A	E	L	LS	A	E	A	E	L	LS	A	E	LS
Acides gras																									
Palmitoléique	44	29	30	19	1600	83	53	2500	1900	49	98	2200	38	110	2100	370	33	21	68	42	1400	440	140	150	430
Palmitique	380	40	410	25	910	830	69	1400	1300	500	470	1500	440	97	1400	400	310	89	110	63	1000	370	220	130	350
Linoléique	400	32	180	15	140	220	46	250	240	200	35	<20	160	<20	170	43	520	21	190	<15	180	94	140	33	42
Linoléénique	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<15	<15	—	—	—	—	<15	<15	<15
Oléique	410	16	240	13	190	280	42	230	220	270	<20	910	370	65	710	310	470	33	250	18	700	250	380	40	370
Stéarique	170	34	150	20	190	210	36	210	180	140	<20	220	100	21	240	100	190	26	86	30	170	77	120	26	96
9,10-Dichlorostéarique	<10	<10	30	<10	12	<10	<10	<10	<10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Total acides gras (µg/L)	1404	151	1040	92	3042	1423	246	4590	3840	1159	603	4830	1106	293	4620	1223	1523	190	704	153	3450	1231	980	379	1288
% acides gras / total	25%	42%	20%	42%	64%	21%	62%	72%	81%	24%	45%	72%	23%	39%	70%	59%	24%	51%	21%	47%	60%	64%	29%	63%	37%
Acides résiniques																									
Pimarique	130	<10	99	<10	55	140	<10	59	40	97	40	120	110	15	110	46	140	29	96	<15	120	32	89	<15	63
Sandaracopimarique	180	<10	170	<10	68	230	<10	<10	40	170	46	92	150	14	76	24	220	<15	130	<15	94	30	140	<15	81
Isopimarique	440	43	410	25	580	570	<10	610	360	400	280	<20	360	110	760	390	530	84	340	30	890	250	520	49	640
Palustrique + Léopimarique	660	40	730	28	180	740	<10	210	<10	460	68	880	560	62	180	86	780	32	370	24	120	29	180	29	120
Déhydroabiétique	1800	67	1700	39	630	2300	80	780	370	1800	180	640	1700	110	690	230	2200	25	1100	61	670	210	1000	61	1000
Abiétique	790	61	710	33	140	910	74	150	120	590	100	78	710	100	130	59	820	38	520	60	350	110	460	59	220
Néobiétique	190	<10	220	<10	41	210	<10	<10	<10	120	<20	<20	150	50	23	<20	96	<15	73	<15	66	17	62	25	65
14-Chlorodéhydroabiétique	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
12-Chlorodéhydroabiétique	<10	<10	200	<10	<10	210	<10	<10	<10	78	35	61	67	<20	<20	<20	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Total acides résiniques (µg/L)	4190	211	4239	125	1694	5310	154	1789	930	3715	749	1871	3807	461	1969	835	4786	166	2629	175	2310	678	2451	223	2189
% acides résiniques / total	75%	58%	80%	58%	36%	79%	39%	28%	19%	76%	55%	28%	77%	61%	30%	41%	76%	49%	78%	53%	40%	36%	71%	37%	63%
Total	5594	382	5279	217	4736	6733	400	6379	4770	4874	1352	6701	4913	754	6589	2058	6309	376	3333	328	5780	1909	3431	602	3477

A - Affluent

E - Effluent

L - Eaux sales de lavage

LS - Surnageant des eaux sales de lavage

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS D'ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES D'APRÈS BILAN DE MASSE (µg) SUR LE BIOFILTRE

PARAMÈTRES	Cycle V1-12					Cycle V1-14					Cycle V2-11					Cycle V2-13					Cycle V5-28				
	A (µg)	E (µg)	L (µg)	A-(E+L) (µg)	éliminé %	A (µg)	E (µg)	L (µg)	A-(E+L) (µg)	éliminé %	A (µg)	E (µg)	L (µg)	A-(E+L) (µg)	éliminé %	A (µg)	E (µg)	L (µg)	A-(E+L) (µg)	éliminé %	A (µg)	E (µg)	L (µg)	A-(E+L) (µg)	éliminé %
Acides gras																									
Palmitoléique	354	224	2304	-2174	-614%	1054	673	3525	-3144	-298%	647	1294	3146	-3793	-586%	454	1386	3087	-4019	-886%	1021	631	2044	-1653	-162%
Palmitique	4838	295	1310	3233	67%	8001	876	1974	5151	64%	6600	6204	2145	-1749	-27%	5544	1222	2058	2264	41%	1652	946	1460	-754	-46%
Linoléique	2124	177	202	1745	82%	2794	584	353	1857	66%	2640	462	0	2178	83%	2016	0	250	1766	88%	2854	0	263	2591	91%
Linoléique	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%
Oléique	2832	153	274	2405	85%	3556	533	324	2698	76%	3564	0	1301	2263	63%	4662	819	1044	2799	60%	3755	270	1022	2463	66%
Stéarique	1770	236	274	1260	71%	2667	457	296	1914	72%	1848	0	315	1533	83%	1260	265	353	643	51%	1292	451	248	593	46%
9,10-Dichlorostéarique	354	0	17	337	95%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%
Total acides gras (µg)	12272	1086	4380	6806	55%	18072	3124	6472	8476	47%	15299	7960	6907	432	3%	13936	3692	6791	3452	25%	10574	2298	5037	3239	31%
% acides gras / total	20%	42%	64%	13%		21%	62%	72%	12%		24%	45%	72%	1%		23%	39%	70%	8%		21%	47%	60%	9%	
Acides résiniques																									
Pimarique	1168	0	79	1089	93%	1778	0	83	1695	95%	1280	528	172	581	45%	1386	189	162	1035	75%	1442	0	175	1267	88%
Sandaracopimarique	2006	0	98	1908	95%	2921	0	0	2921	100%	2244	607	132	1505	67%	1890	176	112	1602	85%	1953	0	137	1815	93%
Isopimarique	4838	295	835	3708	77%	7239	0	860	6379	88%	5280	3696	0	1584	30%	4536	1386	1117	2033	45%	5107	451	1299	3357	66%
Palustrique + Léropimarique	8614	330	259	8024	93%	9398	0	296	9102	97%	6072	898	1258	3916	64%	7056	781	265	6010	85%	5557	360	175	5022	90%
Déhydroabiétique	20060	460	907	18693	93%	29210	1016	1072	27122	93%	23760	2376	915	20469	86%	21420	1386	1014	19020	89%	16522	916	978	14628	89%
Ablétique	8378	389	202	7787	93%	11557	940	212	10406	90%	7788	1320	112	6356	82%	8946	1260	191	7495	84%	7810	901	511	6398	82%
Néobiétique	2596	0	59	2537	98%	2667	0	0	2667	100%	1584	0	0	1584	100%	1890	630	34	1226	65%	1096	0	96	1000	91%
14-Chlorodéhydroabiétique	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%
12-Chlorodéhydroabiétique	2360	0	0	2360	100%	2667	0	0	2667	100%	1030	462	87	480	47%	844	0	0	844	100%	0	0	0	0	0%
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%
Total acides résiniques (µg)	50020	1475	2439	46106	92%	67437	1956	2522	62959	93%	49038	9887	2676	36476	74%	47968	5809	2894	39265	82%	39488	2629	3373	33486	85%
% acides résiniques / total	80%	58%	36%	87%		79%	39%	28%	88%		76%	55%	28%	99%		77%	61%	30%	92%		79%	53%	40%	91%	
Total	62292	2561	6820	52912	85%	85509	5080	8994	71435	84%	64337	17846	9582	36908	57%	61904	9500	9686	42718	69%	50062	4927	8410	36726	73%

MESURE DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

PARAMÈTRES	Affluent biofiltre (µg/L)	Effluent biofiltre (µg/L)	Enlèvement à travers la biofiltration		Eaux sales lav. (µg/L)	Surnageant des boues (µg/L)
			(µg/L)	%		
CYCLE V1-09 (DU 31 MAI 7:00 AU 1 JUIN '92 9:45)						
<u>Acides gras</u>						
Palmitoléique	44	29	15	34	—	—
Palmitique	380	40	340	89	—	—
Linoléique	400	32	368	92	—	—
Linolénique	<10	<10	<10	—	—	—
Oléique	410	16	394	96	—	—
Stéarique	170	34	136	80	—	—
9,10-Dichlorostéarique	<10	<10	<10	—	—	—
<u>Acides résiniques</u>						
Pimarique	130	<10	120-130	>92	—	—
Sandaracopimarique	180	<10	170-180	>94	—	—
Isopimarique	440	43	397	90	—	—
Palustrique + Lévipimarique	660	40	620	94	—	—
Déhydroabiétique	1800	67	1733	96	—	—
Abiétique	790	61	729	92	—	—
Néoabiétique	190	<10	180-190	>95	—	—
14-Chlorodéhydroabiétique	<10	<10	<10	—	—	—
12-Chlorodéhydroabiétique	<10	<10	<10	—	—	—
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	<10	<10	<10	—	—	—
Total	5594 - 5644	362 - 442	5202 - 5282	92 - 94	—	—
<u>TOXICITÉ (%vol)</u>						
Truite CL50-96hr	14.1	> 100			—	—
Daphnia Magna CL50-48hr	70.7	> 100			—	—
Microtox CE50 5,15 et 30 min	—	> 100			—	—
<u>OPÉRATION BIOFILTRE</u>						
Taux de filtration = 2 m/h						
Rendement enlèvement:						
DBO5tot = 83%						
DCOtot = 56%						
MES = 72%						

MESURE DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

PARAMÈTRES	Affluent biofiltre (µg/L)	Effluent biofiltre (µg/L)	Enlèvement à travers la biofiltration		Eaux sales lav. (µg/L)	Surnageant des boues (µg/L)
			(µg/L)	%		
CYCLE V1-12 (DU 3 JUIN 4:45 AU 4 JUIN '92 10:15)						
Acides gras						
Palmitoléique	30	19	11	37	1600	—
Palmitique	410	25	385	94	910	—
Linoléique	180	15	165	92	140	—
Linoléénique	<10	<10	<10	—	<10	—
Oléique	240	13	227	95	190	—
Stéarique	150	20	130	87	190	—
9,10-Dichlorostéarique	30	<10	20-30	>67	12	—
Acides résiniques						
Pimarique	99	<10	89-99	>90	55	—
Sandaracopimarique	170	<10	160-170	>94	68	—
Isopimarique	410	25	385	94	580	—
Palustrique + Lévipimarique	730	28	702	96	180	—
Déhydroabiétique	1700	39	1661	98	630	—
Abiétique	710	33	677	95	140	—
Néobiétique	220	<10	210-220	>95	41	—
14-Chlorodéhydroabiétique	<10	<10	<10	—	<10	—
12-Chlorodéhydroabiétique	200	<10	190-200	>95	<10	—
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	<10	<10	<10	—	<10	—
Total	5279 - 5309	217 - 297	5012 - 5092	94 - 96	4736 - 4776	—
TOXICITÉ						
Truite CL50-96hr	18.4	> 100			—	—
Daphnia Magna CL50-48hr	30.8	Non-valide			35.2	—
Microtox CE50 5,15,30 min	—	> 100			—	—
OPÉRATION BIOFILTRE						
Taux de filtration = 2 m/h						
Rendement enlèvement:						
DBO5tot = 85%						
DCOtot = 65%						
MES = 75%						

MESURE DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

PARAMÈTRES	Affluent biofiltre (µg/L)	Effluent biofiltre (µg/L)	Enlèvement à travers la biofiltration		Eaux sales lav. (µg/L)	Surnageant des boues (µg/L)
			(µg/L)	%		
CYCLE V1-14 (DU 5 JUIN 16:00 AU 6 JUIN '92 23:45)						
<u>Acides gras</u>						
Palmitoléique	83	53	30	36	2500	1900
Palmitique	630	69	561	89	1400	1300
Linoléique	220	46	174	79	250	240
Linolénique	<10	<10	<10	—	<10	<10
Oléique	280	42	238	85	230	220
Stéarique	210	36	174	83	210	180
9,10-Dichlorostéarique	<10	<10	<10	—	<10	<10
<u>Acides résiniques</u>						
Pimarique	140	<10	130-140	>93	59	40
Sandaracopimarique	230	<10	220-230	>96	<10	40
Isopimarique	570	<10	560-570	>98	610	360
Palustrique + Lévopimarique	740	<10	730-740	>99	210	<10
Déhydroabiétique	2300	80	2220	97	760	370
Abiétique	910	74	836	92	150	120
Néoabiétique	210	<10	200-210	>95	<10	<10
14-Chlorodéhydroabiétique	<10	<10	<10	—	<10	<10
12-Chlorodéhydroabiétique	210	<10	200-210	>95	<10	<10
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	<10	<10	<10	—	<10	<10
Total	6733 - 6773	400 - 500	6273 - 6373	93 - 94	6379 - 6449	4770 - 4840
<u>TOXICITÉ</u>						
Truite CL50-96hr	25	> 100			—	> 100
Daphnia Magna CL50-48hr	15	> 100			> 100	—
Microtox CE50-30 min	—	> 100			—	—
<u>OPÉRATION BIOFILTRE</u>						
Taux de filtration = 2 m/h						
Rendement enlèvement:						
DBO5tot = 87%						
DCOtot = 65%						
MES = 61%						

MESURE DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

PARAMÈTRES	Affluent biofiltre	Effluent biofiltre	Enlèvement à travers la biofiltration		Eaux sales lav.	Surnageant des boues
	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	%	(µg/L)	(µg/L)
CYCLE V2-11 (DU 12 JUIN 19:10 AU 13 JUIN '92 11:40)						
<u>Acides gras</u>						
Palmitoléique	49	98	-49	-100	2200	—
Palmitique	500	470	30	6	1500	—
Linoléique	200	35	165	83	<20	—
Linoléinique	<20	<20	<20	—	<20	—
Oléique	270	<20	250-270	>93	910	—
Stéarique	140	<20	120-140	>86	220	—
9,10-Dichlorostéarique	<20	<20	<20	—	<20	—
<u>Acides résiniques</u>						
Pimarique	97	40	57	59	120	—
Sandaracopimarique	170	46	124	73	92	—
Isopimarique	400	280	120	30	<20	—
Palustrique + Lévipimarique	460	68	392	85	880	—
Déhydroabiétique	1800	180	1620	90	640	—
Abiétique	590	100	490	83	78	—
Néoabiétique	120	<20	100-120	>83	<20	—
14-Chlorodéhydroabiétique	<20	<20	<20	—	<20	—
12-Chlorodéhydroabiétique	78	35	43	55	61	—
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	<20	<20	<20	—	<20	—
Total	4874 - 4954	1352 - 1492	3462 - 3602	70 - 73	6701 - 6841	—
TOXICITÉ						
Truite CL50-96hr	21.9,24.5	>100,>100			—	—
Daphnia Magna CL50-48hr	27	>100			—	—
Microtox CE50-30 min	—	>100			—	—
OPÉRATION BIOFILTRE						
Taux de filtration = 4 m/h						
Rendement enlèvement:						
DBO5tot = 76%						
DCOtot = 44%						
MES = 35%						

MESURE DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

PARAMÈTRES	Affluent biofiltre	Effluent biofiltre	Enlèvement à travers la biofiltration		Eaux sales lav.	Surnageant des boues
	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	%	(µg/L)	(µg/L)
CYCLE V2-13 (DU 14 JUIN 05:15 AU 14 JUIN '92 21:00)						
<u>Acides gras</u>						
Palmitoléique	36	110	-74	-206	2100	370
Palmitique	440	97	343	78	1400	400
Linoléique	160	<20	140-160	>88	170	43
Linolénique	<20	<20	<20	—	<20	<20
Oléique	370	65	305	82	710	310
Stéarique	100	21	79	79	240	100
9,10-Dichlorostéarique	<20	<20	<20	—	<20	<20
<u>Acides résiniques</u>						
Pimarique	110	15	95	86	110	46
Sandaracopimarique	150	14	136	91	76	24
Isopimarique	360	110	250	69	760	390
Palustrique + Lévopimarique	560	62	498	89	180	86
Déhydroabiétique	1700	110	1590	94	690	230
Abiétique	710	100	610	86	130	59
Néoabiétique	150	50	100	67	23	<20
14-Chlorodéhydroabiétique	<20	<20	<20	—	<20	<20
12-Chlorodéhydroabiétique	67	<20	47-67	>70	<20	<20
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	<20	<20	<20	—	<20	<20
Total	4913 - 4993	754 - 874	4119 - 4239	83 - 85	6589 - 6689	2058 - 2178
<u>TOXICITÉ</u>						
Truite CL50-96hr	20	>100,>100			—	>100
Daphnia Magna CL50-48hr	33	>100			—	—
Microtox CE50-30 min	—	>100			—	—
<u>OPÉRATION BIOFILTRE</u>						
Taux de filtration = 4 m/h						
Rendement enlèvement:						
DBO5tot = 72%						
DCOtot = 47%						
MES = 34%						

MESURE DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

PARAMÈTRES	Affluent biofiltre (µg/L)	Effluent biofiltre (µg/L)	Enlèvement à travers la biofiltration		Eaux sales lav. (µg/L)	Surnageant des boues (µg/L)
			(µg/L)	%		
CYCLE V3-09 (DU 23 JUIN 07:00 AU 23 JUIN '92 15:25)						
<u>Acides gras</u>						
Palmitoléique	33	21	12	36	—	—
Palmitique	310	89	221	71	—	—
Linoléique	520	21	499	96	—	—
Linolénique	<15	<15	<15	—	—	—
Oléique	470	33	437	93	—	—
Stéarique	190	26	164	86	—	—
9,10-Dichlorostéarique	<15	<15	<15	—	—	—
<u>Acides résiniques</u>						
Pimarique	140	29	111	79	—	—
Sandaracopimarique	220	<15	205-220	>93	—	—
Isopimarique	530	64	466	88	—	—
Palustrique + Lévopimarique	780	32	748	96	—	—
Déhydroabiétique	2200	25	2175	99	—	—
Abiétique	820	36	784	96	—	—
Néoabiétique	96	<15	81-96	>84	—	—
14-Chlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	—	—
12-Chlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	—	—
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	—	—
Total	6309 - 6384	376 - 481	5903 - 6008	92 - 94	—	—
<u>TOXICITÉ</u>						
Truite CL50-96hr	8	>100			—	—
Daphnia Magna CL50-48hr	38	>100			—	—
Microtox CE50-30 min	—	>100			—	—
<u>OPÉRATION BIOFILTRE</u>						
Taux de filtration = — m/h						
Rendement enlèvement:						
DBO5tot = —%						
DCOtot = —%						
MES = —%						

MESURE DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

PARAMÈTRES	Affluent biofiltre (µg/L)	Effluent biofiltre (µg/L)	Enlèvement à travers la biofiltration		Eaux sales lav. (µg/L)	Surnageant des boues (µg/L)
			(µg/L)	%		
CYCLE V5-28 (DU 25 JUILLET 22:05 AU 26 JUILLET '92 19:55)						
<u>Acides gras</u>						
Palmitoléique	68	42	26	38	1400	440
Palmitique	110	63	47	43	1000	370
Linoléique	190	<15	175-190	>92	180	94
Linolénique + Oléique	250	18	232	93	700	250
Stéarique	86	30	56	65	170	77
9,10-Dichlorostéarique	<15	<15	<15	—	<15	<15
<u>Acides résiniques</u>						
Pimarique	96	<15	81-96	>84	120	32
Sandaracopimarique	130	<15	115-130	>88	94	30
Isopimarique	340	30	310	91	890	250
Palustrique + Lévipimarique	370	24	346	94	120	29
Déhydroabiétique	1100	61	1039	94	670	210
Abiétique	520	60	460	88	350	110
Néoabiétique	73	<15	58-73	>79	66	17
14-Chlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	<15	<15
12-Chlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	<15	<15
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	<15	<15
Total	3333 - 3393	328 - 448	2945 - 3065	89 - 90	5760 - 5820	1909 - 1969
<u>TOXICITÉ</u>						
Truite CL50-96hr	25.6	>100			—	>100
Daphnia Magna CL50-48hr	>100	>100			—	—
Microtox CE50-30 min	—	>100			—	—
Note: Algue (Selenastrum capricornutum) CI50-96hr >100						
Ceriodaphnia dubia: Aiguë CL50-96hr >100, Chronique CL50 7j >100, CI25=64.5 , CI50>100						
<u>OPÉRATION BIOFILTRE</u>						
Taux de filtration = 3.44 m/h						
Rendement enlèvement:						
DBO5tot = 85%						
DCOtot = 61%						
MES = 76%						

MESURE DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

PARAMÈTRES	Affluent biofiltre (µg/L)	Effluent biofiltre (µg/L)	Enlèvement à travers la biofiltration		Eaux sales lav. (µg/L)	Surnageant des boues (µg/L)
			(µg/L)	%		
CYCLE V6-05 (DU 8 AOÛT 6:35 AU 9 AOÛT 13:20 '92)						
<u>Acides gras</u>						
Palmitoléique	140	150	-10	-7	—	430
Palmitique	220	130	90	41	—	350
Linoléique	140	33	107	76	—	42
Linoléénique	<15	<15	<15	—	—	<15
Oléique	360	40	320	89	—	370
Stéarique	120	26	94	78	—	96
9,10-Dichlorostéarique	<15	<15	<15	—	—	<15
<u>Acides résiniques</u>						
Pimarique	89	<15	74 - 89	>83	—	63
Sandaracopimarique	140	<15	125 - 140	>89	—	81
Isopimarique	520	49	471	91	—	640
Palustrique + Lévo-pimarique	180	29	151	84	—	120
Déhydroabiétique	1000	61	939	94	—	1000
Abiétique	460	59	401	87	—	220
Néoabiétique	62	25	37	60	—	65
14-Chlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	—	<15
12-Chlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	—	<15
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	—	<15
Total	3431 - 3506	602 - 707	2799 - 2904	80 - 83	—	3477 - 3552
<u>TOXICITÉ</u>						
Truite CL50-96hr	—	>100				
Daphnia Magna CL50-48hr	—	—				
Microtox CE50-30 min	—	—				
<u>OPÉRATION BIOFILTRE</u>						
Taux de filtration = 2.35 m/h						
Rendement enlèvement:						
DBO5tot = 73%						
DCOtot = 49%						
MES = 41%						

MESURE DES ACIDES GRAS ET RÉSINIQUES

PARAMÈTRES	Affluent biofiltre (µg/L)	Effluent biofiltre (µg/L)	Enlèvement à travers la biofiltration		Eaux sales lav. (µg/L)	Surnageant des boues (µg/L)
			(µg/L)	%		
CYCLE V7-08 (DU 21 AOÛT 14:00 AU 22 AOÛT 20:45 '92)						
<u>Acides gras</u>						
Palmitoléique	270	130	140	52	—	1400
Palmitique	370	210	160	43	—	2100
Linoléique	140	62	78	56	—	310
Linolénique	<15	<15	<15	—	—	<15
Oléique	490	65	425	87	—	370
Stéarique	190	28	162	85	—	210
9,10-Dichlorostéarique	<15	<15	<15	—	—	<15
<u>Acides résiniques</u>						
Pimarique	130	<15	115 - 130	>88	—	130
Sandaracopimarique	230	<15	215 - 230	>93	—	190
Isopimarique	830	66	764	92	—	1100
Palustrique + Lévopimarique	320	56	264	83	—	270
Déhydroabiétique	1600	77	1523	95	—	1200
Abiétique	530	57	473	89	—	76
Néoabiétique	140	<15	125 - 140	>89	—	120
14-Chlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	—	<15
12-Chlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	—	<15
12,14-Dichlorodéhydroabiétique	<15	<15	<15	—	—	<15
Total	5240 - 5315	751 - 871	4444 - 4564	84 - 86	—	7476 - 7551
<u>TOXICITÉ</u>						
Truite CL50-96hr	—	>100				
Daphnia Magna CL50-48hr	—	—				
Microtox CE50-30 min	—	—				
<u>OPÉRATION BIOFILTRE</u>						
Taux de filtration = 2.09 m/h						
Rendement enlèvement:						
DBO5tot = 79%						
DCOtot = 57%						
MES = 72%						

ANNEXE E
RÉSULTATS DES ANALYSES DE TOXICITÉ

Compilation des résultats des analyses de toxicité

[illegible]

Compilation des résultats d'analyse de toxicité vs opération du biofiltre

No CYCLE	TRUITE CL50 (96 h) (% volume)	DAPHNIA MAGNA CL50 (48 h) (% volume)	MICROTOX CE50 (% volume)			Caractéristiques				Rendement d'enlèvement		
			5 min	15 min	30 min	Taux filt. (m/h)	DBO5 tot (mg/L)	DCO tot (mg/L)	MES tot (mg/L)	DBO5 tot (%)	DCO tot (%)	MES tot (%)
Cycle V1-09	Début: 31-05 à 07:00 Fin: 01-06 à 09:45					2.00				83	56	72
Affluent	14.1	70.7	---	---	---		218	632	86			
Effluent	>100	>100	>100	>100	>100		38	279	24			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		---	---	953			
Surnageant	---	---	---	---	---		---	---	---			
Cycle V1-12	Début: 03-06 à 04:45 Fin: 04-06 à 10:15					2.00				85	65	75
Affluent	18.4	30.8	---	---	---		151	628	119			
Effluent	>100	Non valide	>100	>100	>100		22	220	30			
Eaux sales de lavage	---	Non valide	---	---	---		296	1714	1017			
Surnageant	---	---	---	---	---		---	---	---			
Cycle V1-14	Début: 05-06 à 16:00 Fin: 06-06 à 23:45					2.00				87	65	61
Affluent	24.5	15.4	---	---	---		198	621	67			
Effluent	>100	>100	>100	>100	>100		25	217	26			
Eaux sales de lavage	---	>100	---	---	---		371	1527	911			
Surnageant	>100	---	---	---	---		111	467	170			
Cycle V2-09	Début: 11-06 à 16:20 Fin: 12-06 à 04:50					4.00				69	47	49
Affluent	14.1	25.0	---	7.5	Non disp.		226	584	74			
Effluent	>100	>100	Non disp.	Non disp.	79.4		70	310	38			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		---	---	770			
Surnageant	---	---	---	---	---		---	---	---			
Cycle V2-11	Début: 12-06 à 19:10 Fin: 13-06 à 11:40					4.00				76	44	35
Affluent	21.9 et 24.5(dupl.)	27.7	---	---	---		205	618	65			
Effluent	>100 et >100(dupl.)	>100	>100	>100	>100		50	344	42			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		276	1565	835			
Surnageant	---	---	---	---	---		---	---	---			
Cycle V2-13	Début: 14-06 à 05:15 Fin: 14-06 à 21:00					4.00				72	47	34
Affluent	19.7	33.2	---	---	---		173	576	64			
Effluent	>100 et >100(dupl.)	>100	>100	>100	>100		48	303	42			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		279	1231	762			
Surnageant	>100	---	---	---	---		97	501	141			
Cycle V3-09	Début: 23-06 à 07:00 Fin: 23-06 à 15:25					3.50				---	---	---
Affluent	8.3	37.8	---	---	---		---	---	---			
Effluent	>100	>100	>100	>100	>100		---	---	---			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		---	---	---			
Surnageant	>100	---	---	---	---		---	---	---			
Cycle V5-28	Début: 25-07 à 22:05 Fin: 26-07 à 19:55					3.44				85	61	76
Affluent	25.6	>100	---	---	---		201	560	93			
Effluent	>100	>100	>100	>100	>100		31	220	22			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		532	1620	1265			
Surnageant	>100	---	---	---	---		186	520	266			
Cycle V6-05	Début: 11-08 à 06:35 Fin: 13-08 à 01:00					2.35				73	49	41
Affluent	---	---	---	---	---		274	710	116			
Effluent	---	---	---	---	---		73	360	69			
Eaux sales de lavage	---	---	---	---	---		---	---	1448			
Surnageant	---	---	---	---	---		159	576	140			

RÉSULTATS DES ANALYSES DE TOXICITÉ SUPPLÉMENTAIRES (CYCLE V5-28)

Test de toxicité avec *Ceriodaphnia dubia*

RÉSULTATS - CROISSANCE DES CÉRIODAPHNIES

Échantillon	C.I. 25 (v/v%)	I.C. (v/v%)	C.I. 50 (v/v%)	I.C. (v/v%)	CSEO (v/v%)	CME0 (v/v%)	CSE (v/v%)
Effluent	64.5	46.7 - 90.8	>100	N.C.	100	N.C.	>100

RÉSULTATS - SURVIE DES CÉRIODAPHNIES

Échantillon	Chronique CL50 7d (v/v%)	I.C. (v/v%)	Aiguë CL50 96 h (v/v%)	I.C. (v/v%)	CSEO (v/v%)	CME0 (v/v%)	CSE (v/v%)
Effluent	N.L.	N.C.	N.L.	N.C.	100	N.C.	>100

Test de toxicité avec l'algue *Selenastrum capricornutum*

Échantillon	C.I. 25 96h (v/v%)	I.C. (v/v%)
Effluent	64.5	46.7 - 90.8

C.I.: Concentration inhibitrice

CME0: Concentration minimale avec effet observé

CSE: Concentration seuil d'effet

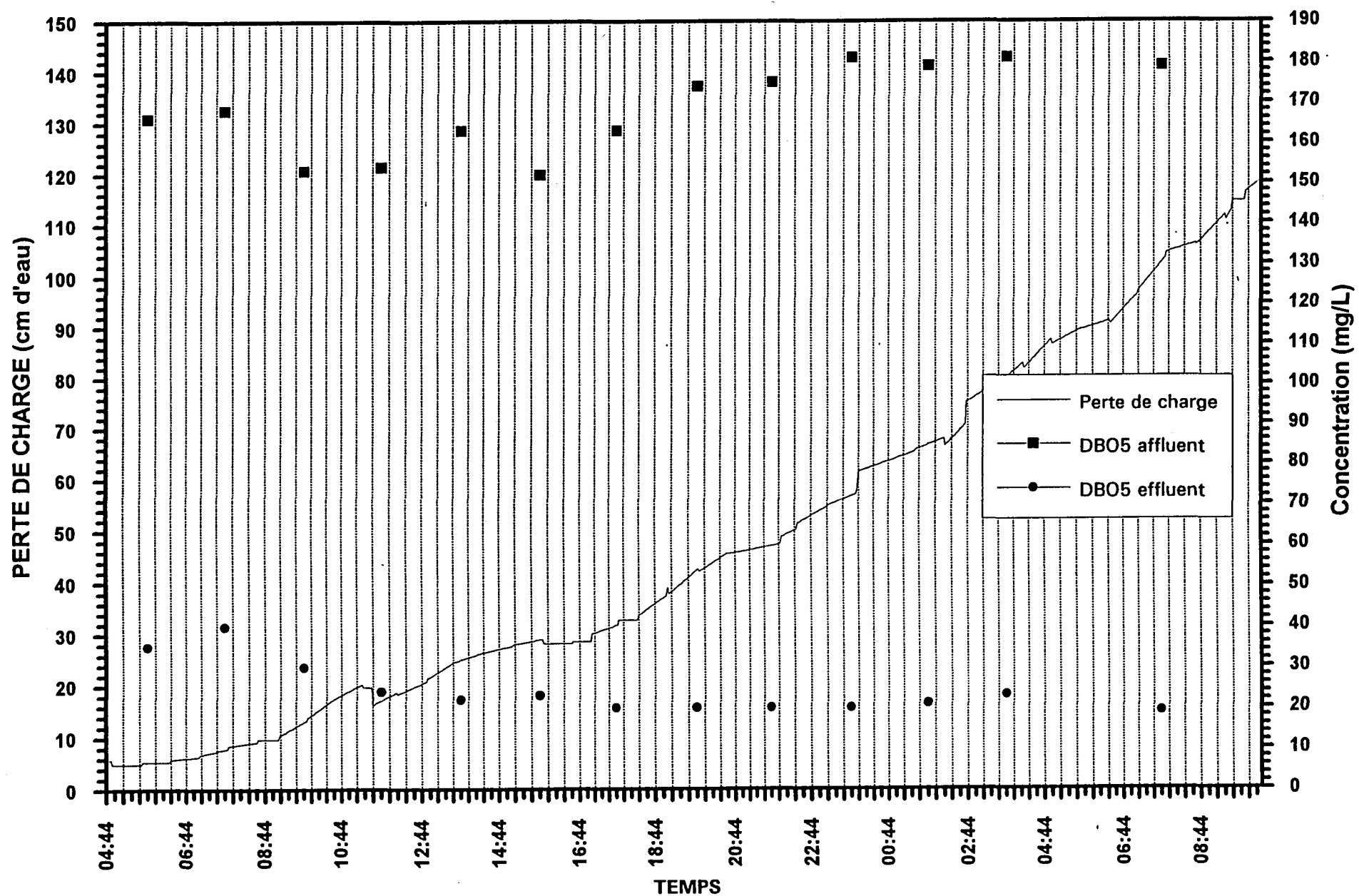
CSEO: Concentration sans effet observé

I.C.: Intervalle de confiance

N.L.: Non létal pour 50% des organismes testés à une concentration d'effluent de 100% à la fin du test

N.C.: Non calculable

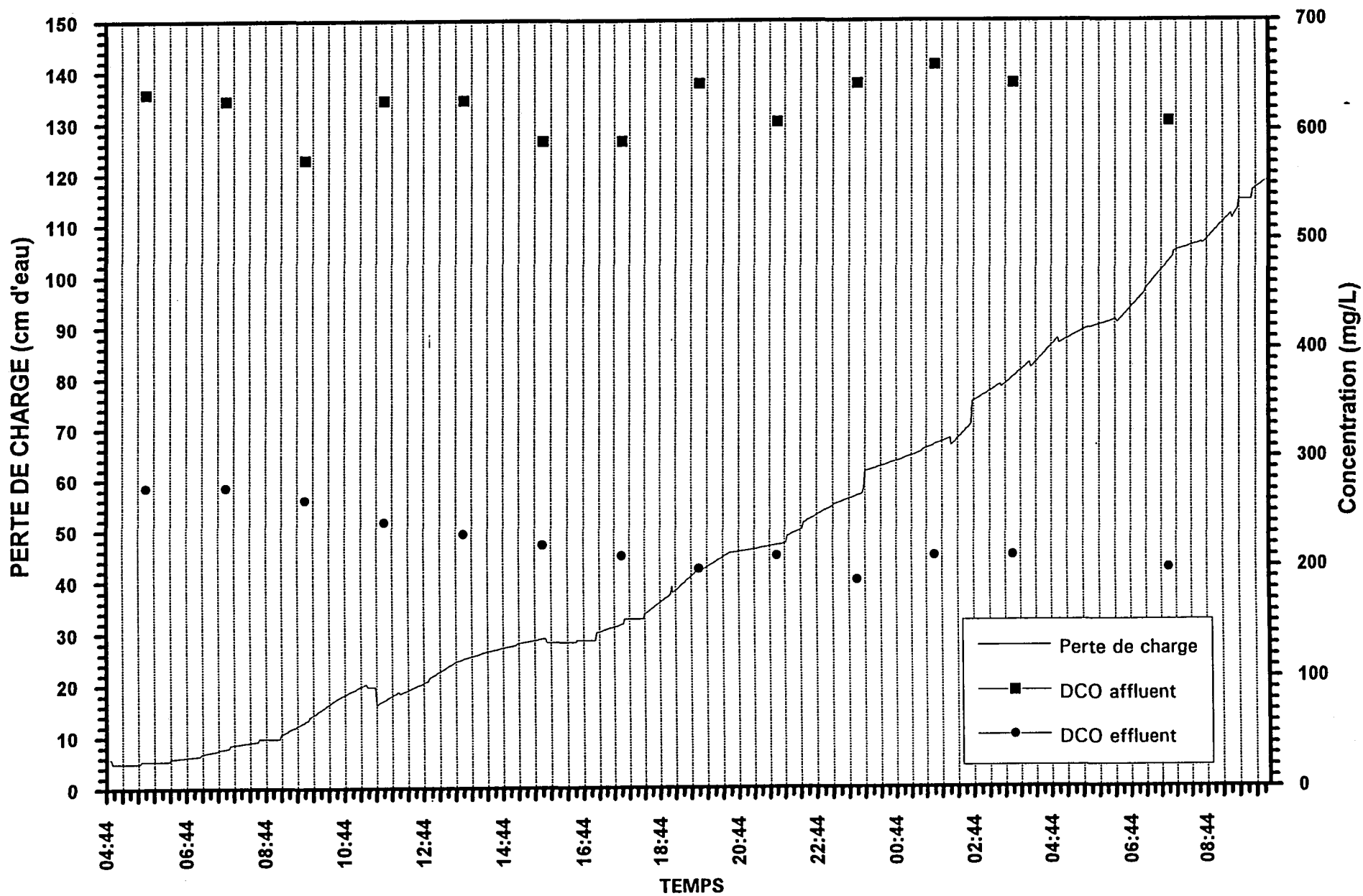
ANNEXE F
SUIVI DE L'ENLÈVEMENT DE LA DBO₅ TOTALE ET DE LA DCO TOTALE
ET DE LA PERTE DE CHARGE EN FONCTION DU TEMPS

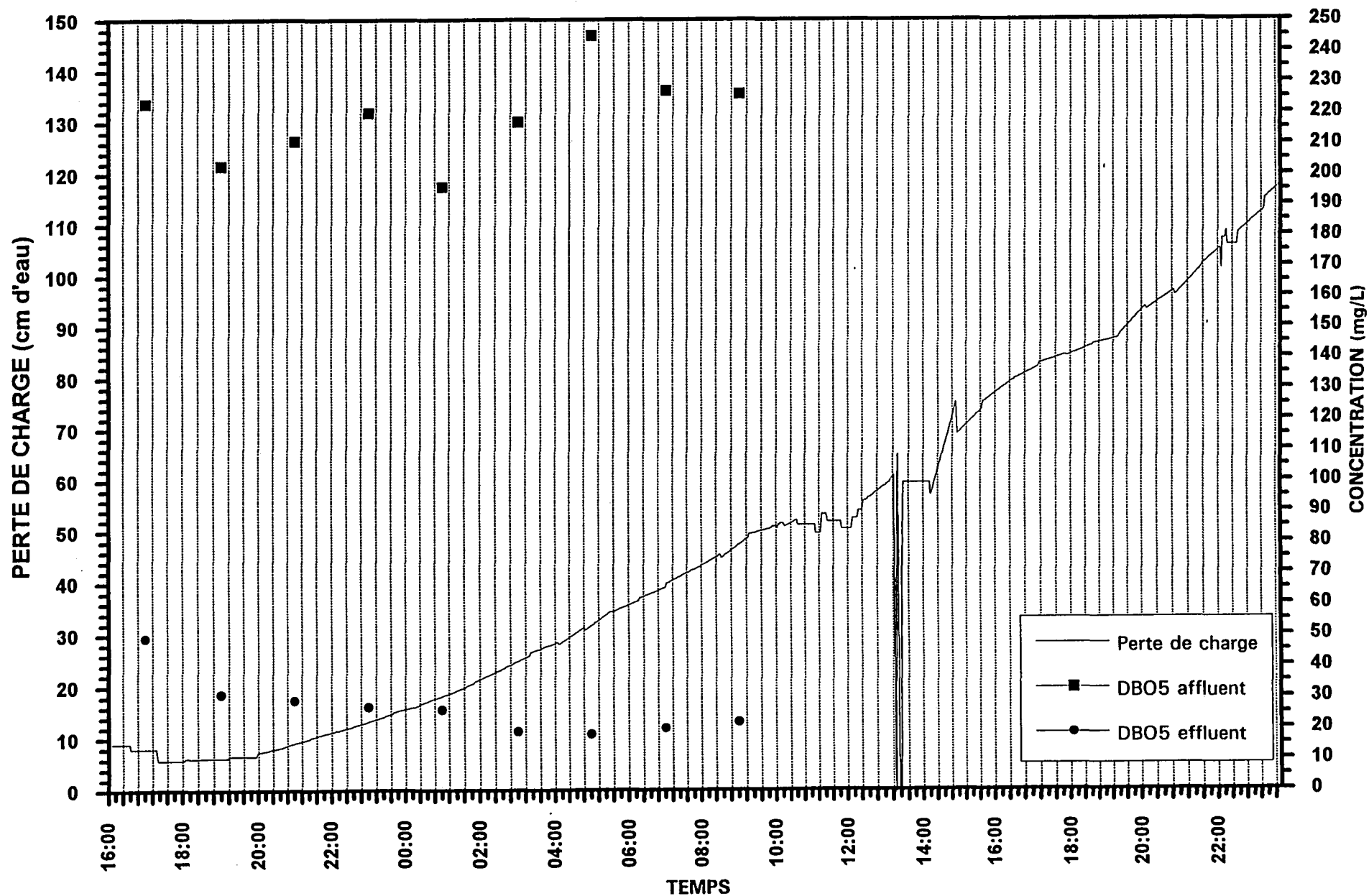


ESSAIS PILOTE BIOFOR®

SUIVI DE LA DCO tot
ET DE LA PERTE DE CHARGE DANS LE FILTRE

CYCLE V1-12
DÉBUT 03-06 À 4:45
FIN 04-06 À 10:15

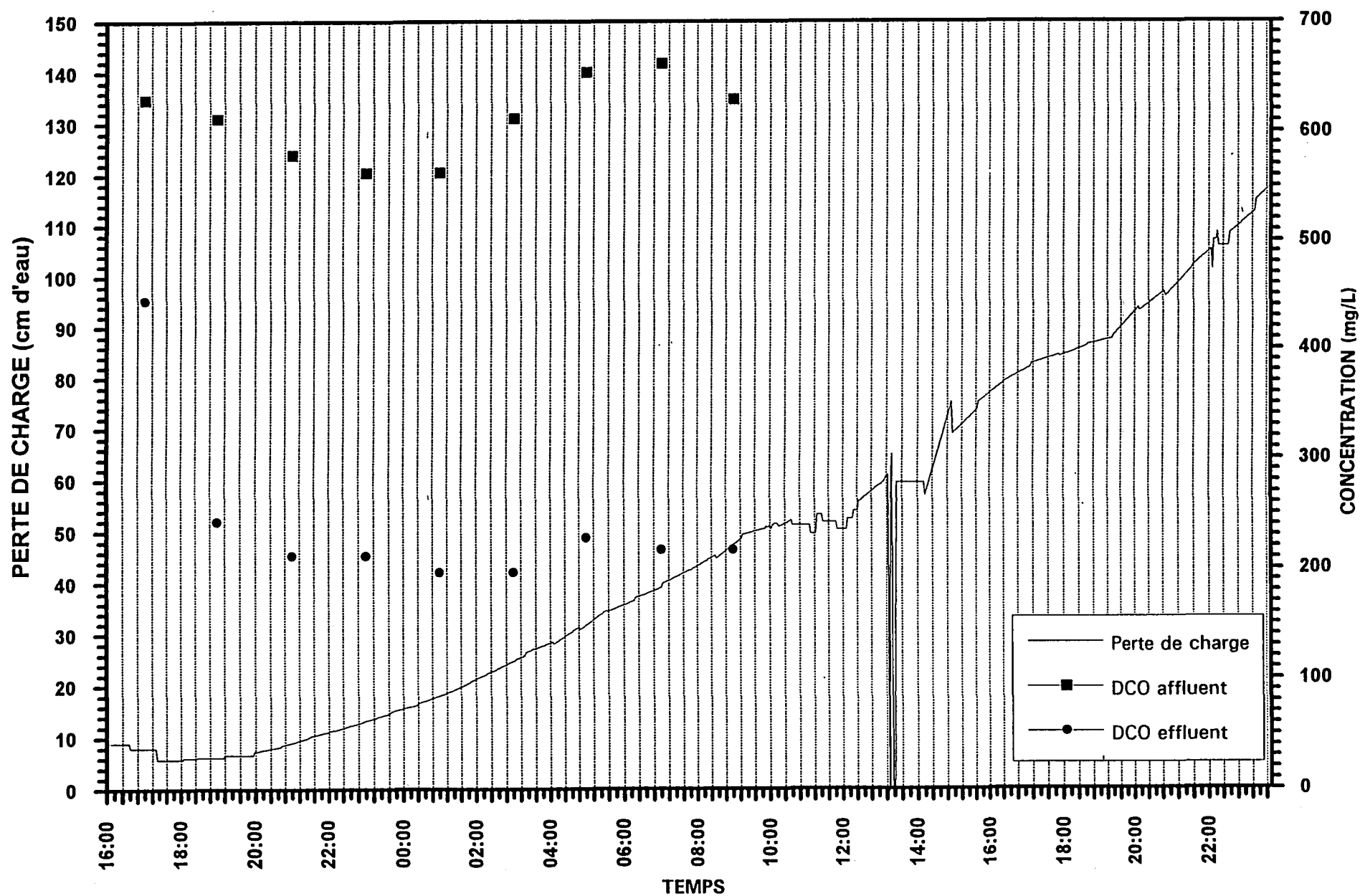


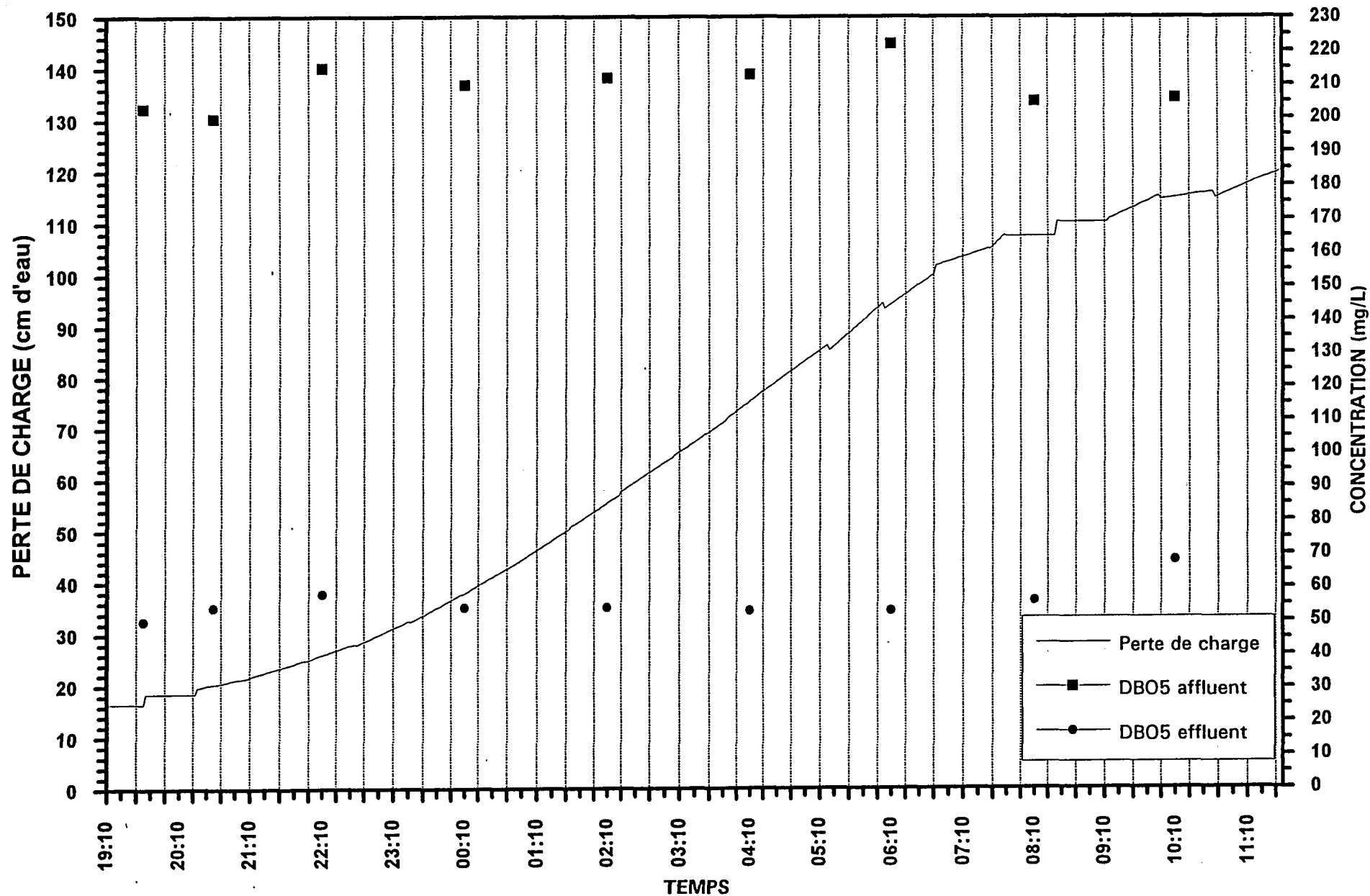


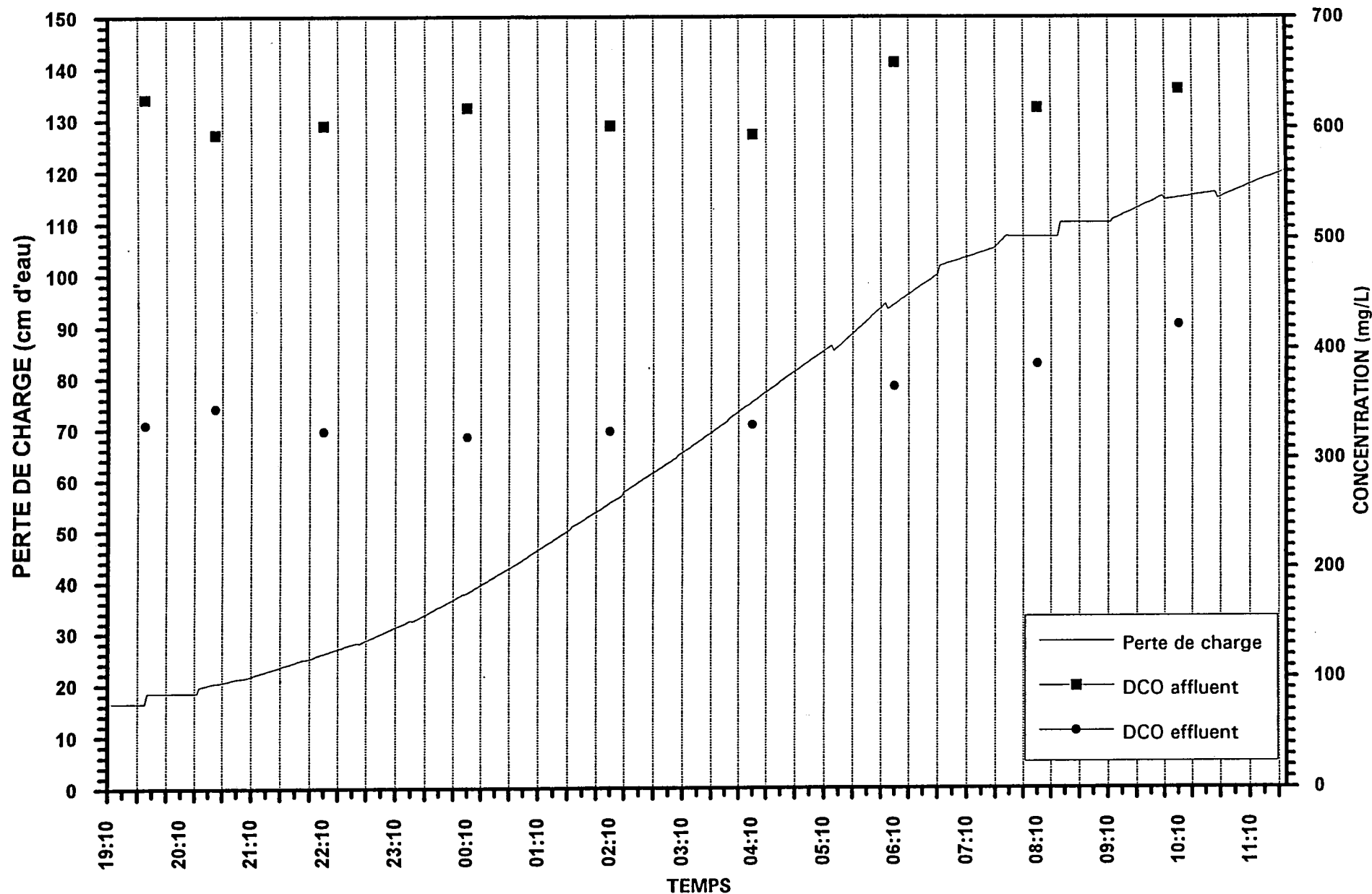
ESSAIS PILOTE BIOFOR®

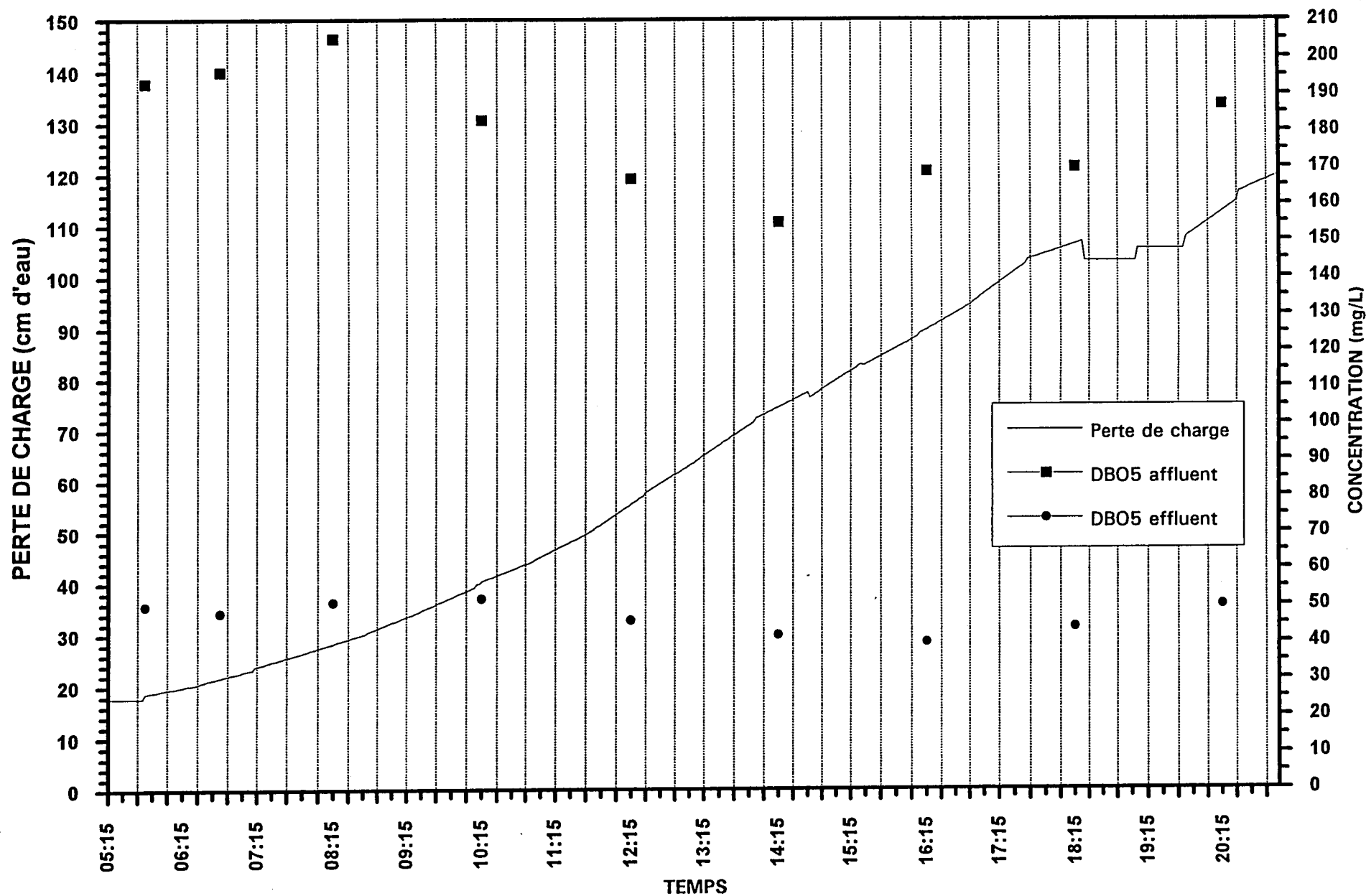
SUIVI DE LA DCO tot
ET DE LA PERTE DE CHARGE DANS LE FILTRE

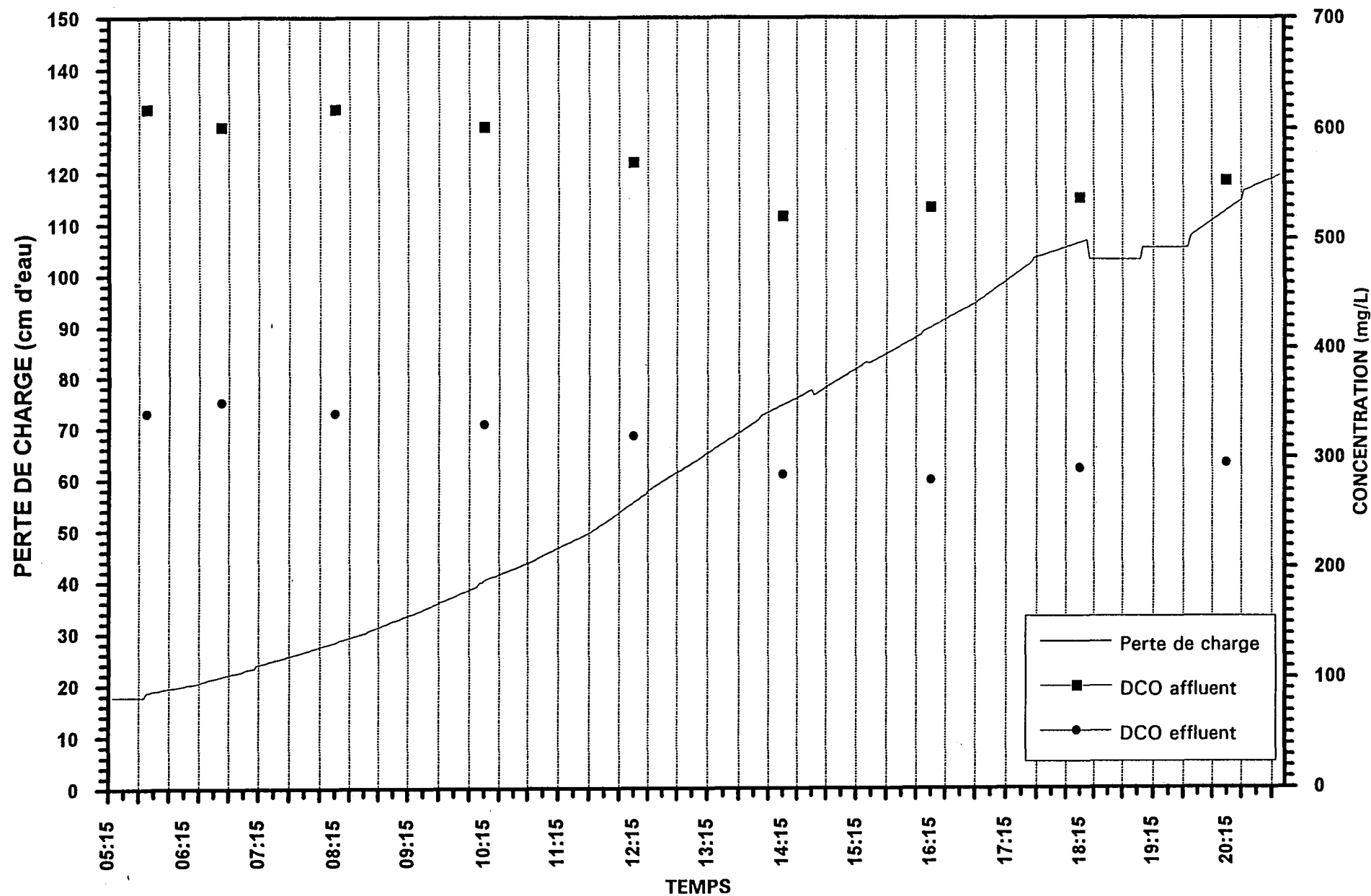
CYCLE V1-14
DÉBUT 05-05 À 16:00
FIN 06-06 À 23:45

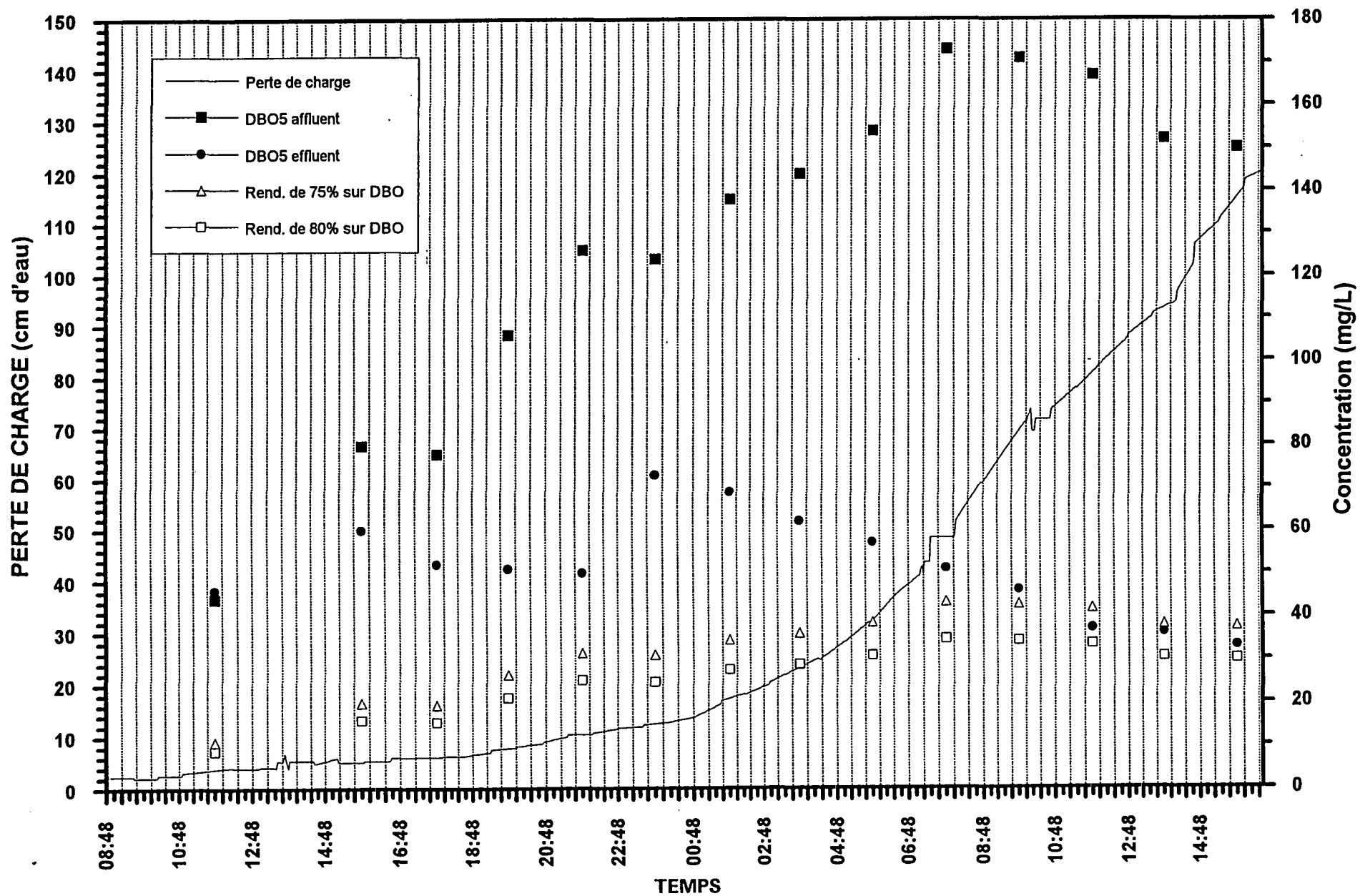








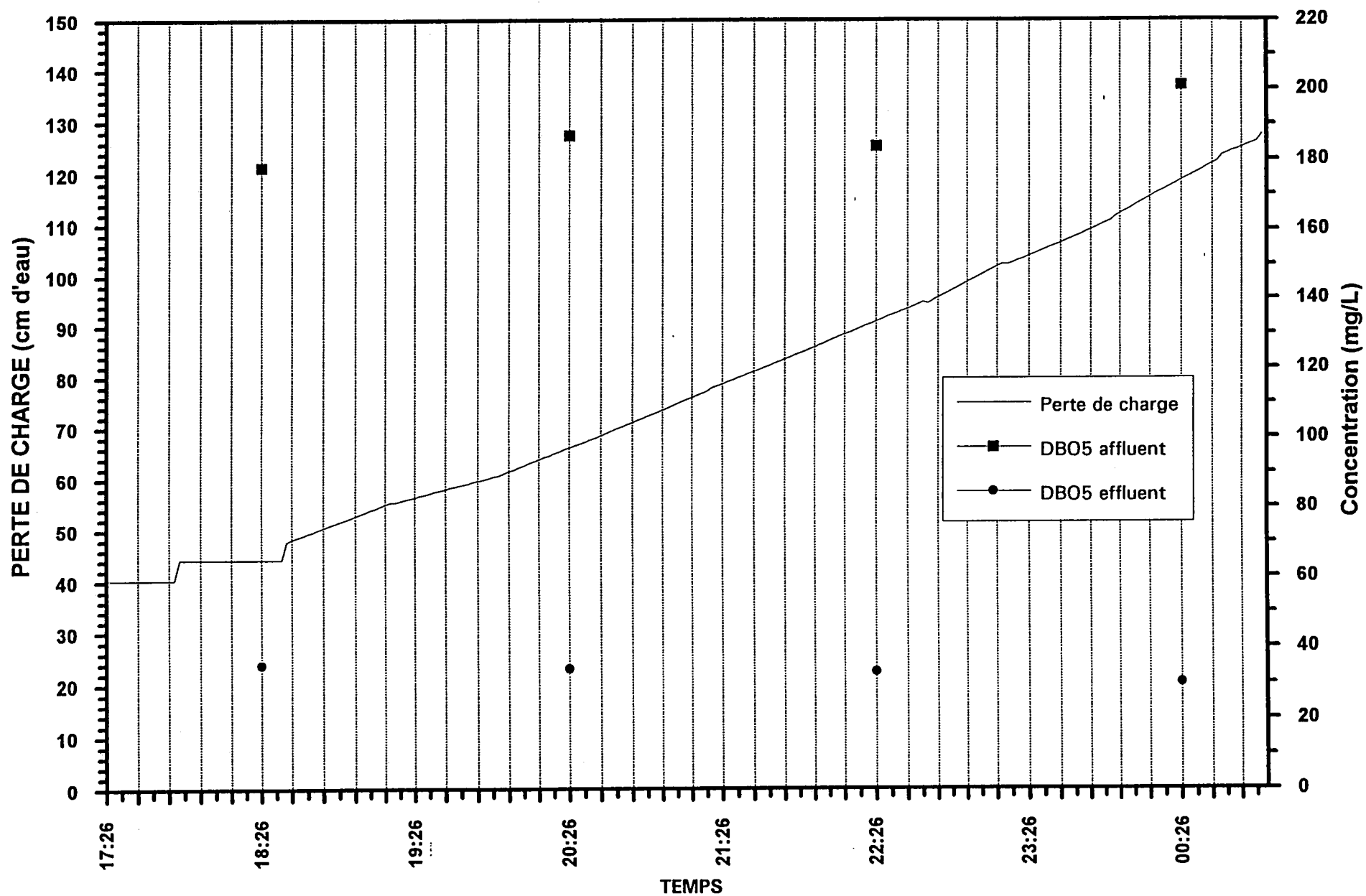




ESSAIS PILOTE BIOFOR®

SUIVI DE LA DBO5 tot
ET DE LA PERTE DE CHARGE DANS LE FILTRE

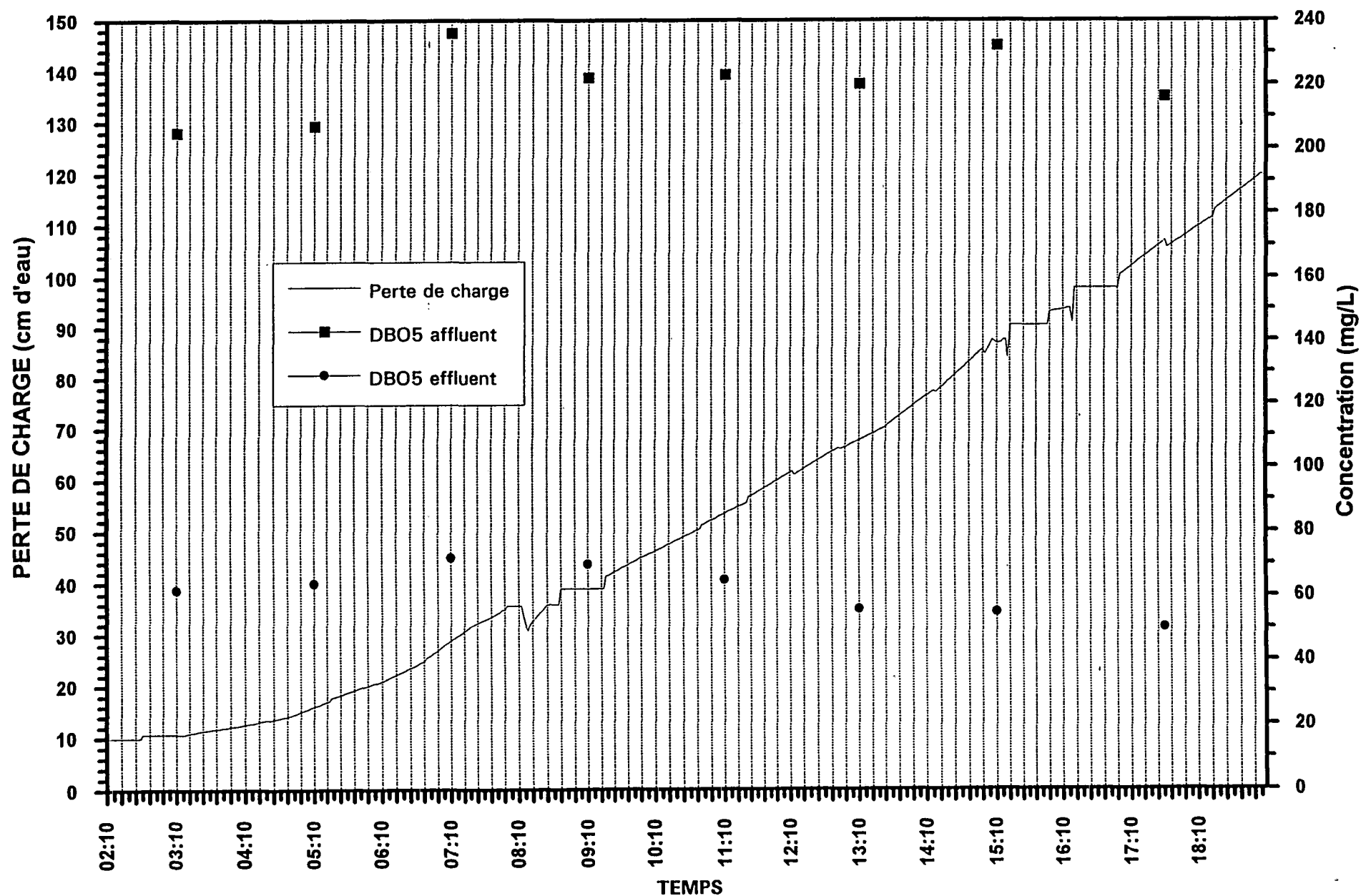
CYCLE V5-02
DÉBUT 07-07 À 17:25
FIN 08-07 À 01:00



ESSAIS PILOTE BIOFOR®

SUIVI DE LA DBO5 tot
ET DE LA PERTE DE CHARGE DANS LE FILTRE

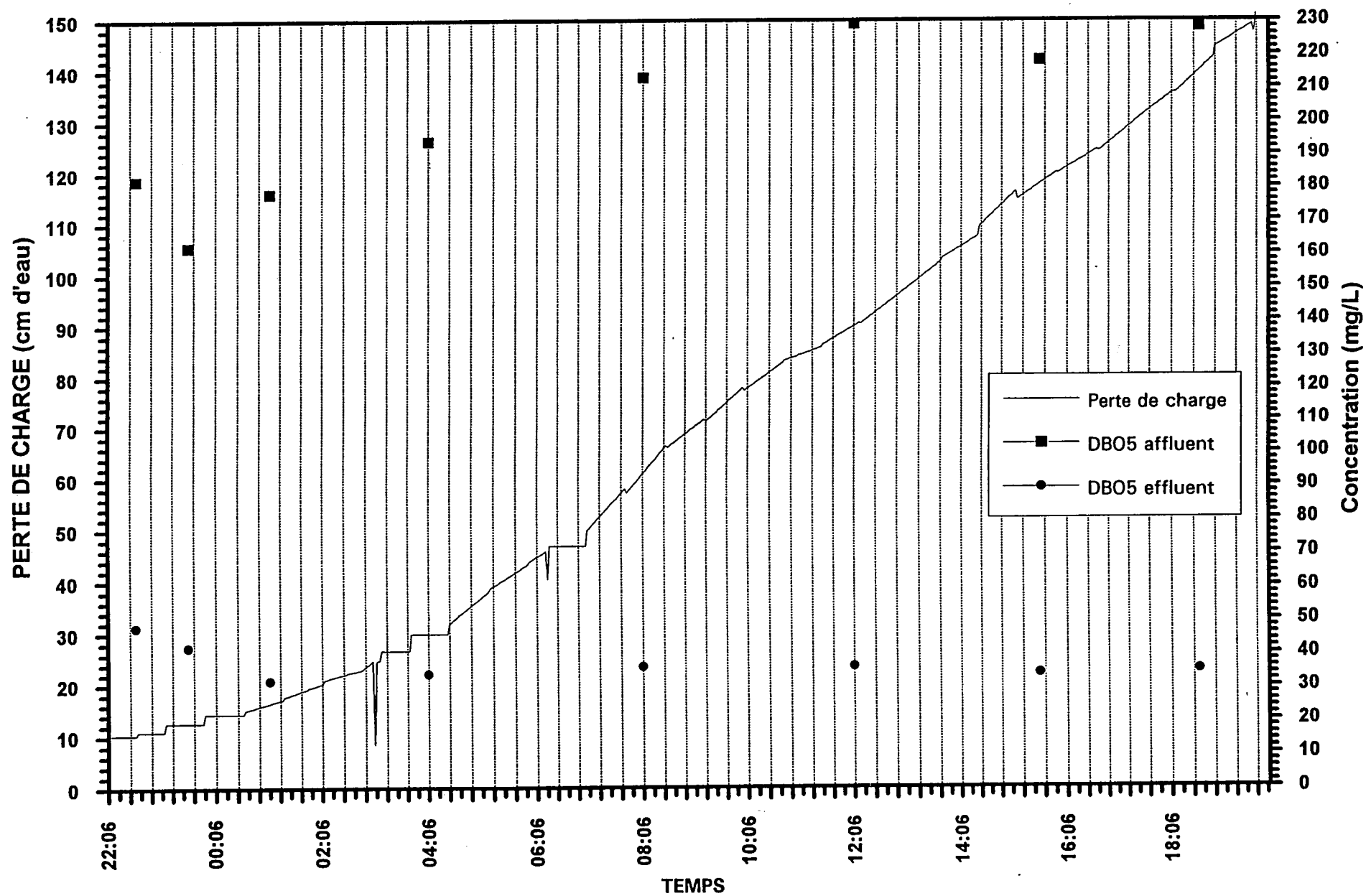
CYCLE V5-03
DÉBUT 08-07 À 2:10
FIN 08-07 À 19:10



ESSAIS PILOTE BIOFOR®

SUIVI DE LA DBO5 tot
ET DE LA PERTE DE CHARGE DANS LE FILTRE

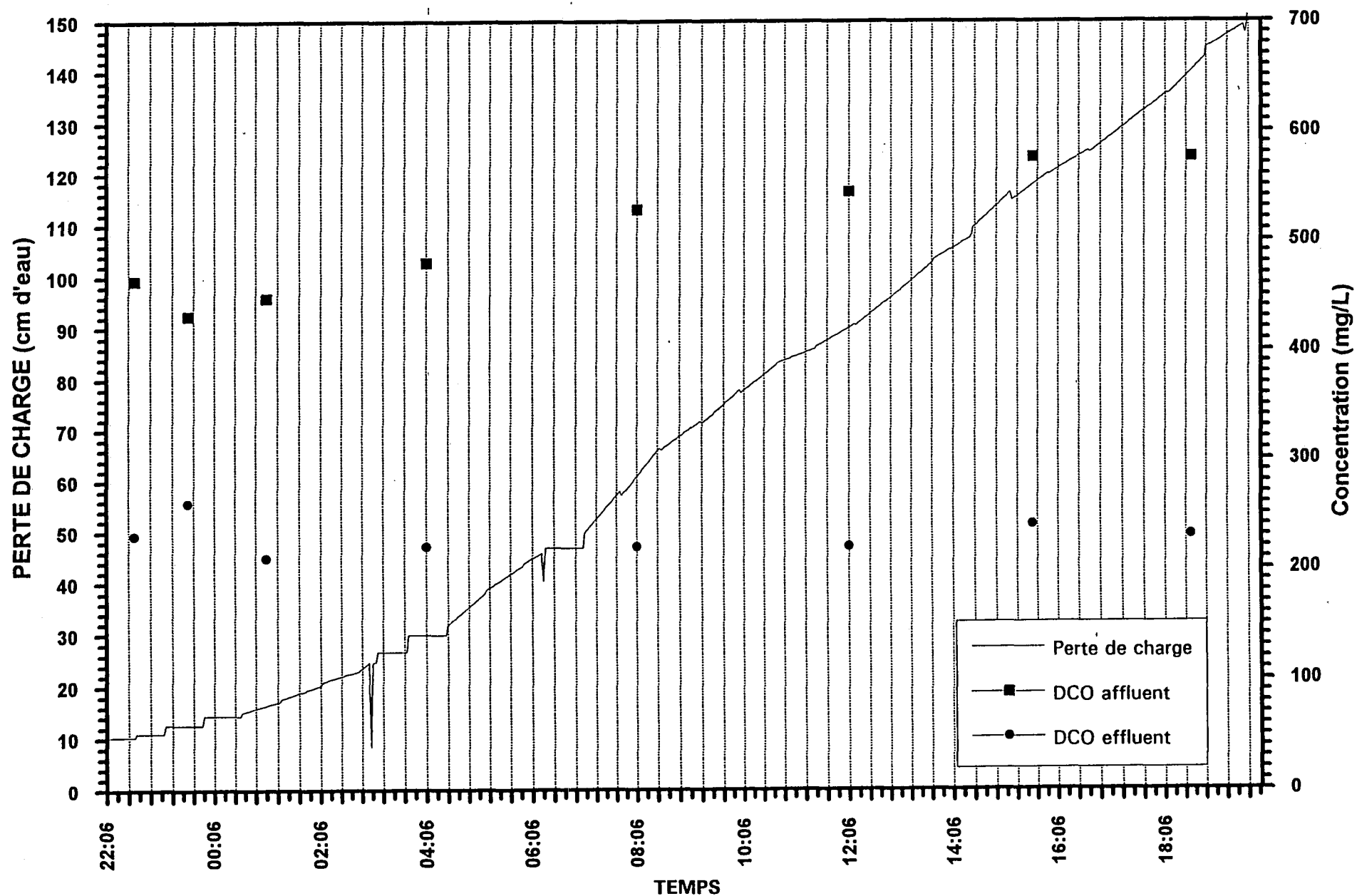
CYCLE V5-28
DÉBUT 25-07 À 22:05
FIN 26-07 À 19:55



ESSAIS PILOTE BIOFOR®

SUIVI DE LA DCO tot
ET DE LA PERTE DE CHARGE DANS LE FILTRE

CYCLE V5-28
DÉBUT 25-07 À 22:05
FIN 26-07 À 19:55



ANNEXE G
ESSAIS SUR LES BOUES

Équations pour la production de boues

*MES dans L = A * X + B * MEstot fixées*

où X = DBO5 tot fixée, DCO tot fixée ou DCO sol fixée

	A	B	Coeff. corrélation R*
Selon DBO5 tot fixée	0.485	0.84	0.84
Selon DCO tot fixée	0.327	0.42	0.84
Selon DCO sol fixée	0.400	0.83	0.81
Selon équation Degrémont	0.540	0.80	0.80

* Corrélation obtenue en utilisant les données du cycle V5-03 à V5-32 en excluant le cycle V5-25 où il y a eu un problème d'opération.

Résultats des essais de flocculation, de sédimentation et de flottation

# cycle	LS					LSt							LBt
	DCOt (mg/L)	DCO sol (mg/L)	DBO5t (mg/L)	MES (mg/L)	MES (mg/L)	alun (ppm)	polymère** (ppm)	DCOt (mg/L)	DCOsol (mg/L)	DBOt (mg/L)	MES (mg/L)	MES (mg/L)	
V6-01	---	---	---	145	14000	20	---	---	---	---	118	---	*
V6-01	---	---	---	145	14000	40	---	---	---	---	118	---	
V6-02	618	260	102	224	5861	60	---	---	---	---	112	---	
V6-01	---	---	---	145	14000	80	---	---	---	---	58	---	
V6-01	---	---	---	145	14000	110	---	---	---	---	23	---	
V6-01	---	---	---	145	14000	140	---	---	---	---	19	---	
V6-01	---	---	---	145	14000	40	0.5	---	---	---	68	---	
V6-05	576	272	159	140	8263	40	0.5	390	248	83	82	8070	
V6-02	618	260	102	224	5861	40	1.0	342	212	63	70	---	
V6-04	544	272	124	136	10179	40	1.0	---	---	---	53	---	
V6-01	---	---	---	145	14000	40	5.0	---	---	---	46	---	
V6-04	544	272	124	136	10179	50	0.5	---	---	---	62	---	
V6-04	544	272	124	136	10179	60	0.5	300	200	52	64	8525	
V6-02	618	260	102	224	5861	60	1.0	244	105	41	48	---	
V6-03	578	217	141	208	6416	60	1.0	256	152	46	58	10532	
V6-01	---	---	---	145	14000	80	0.5	---	---	---	33	---	
V6-01	---	---	---	145	14000	80	0.5	---	---	---	49	---	

# cycle	LF					LFt							LFBt
	DCOt (mg/L)	DCO sol (mg/L)	DBO5t (mg/L)	MES (mg/L)	MES (mg/L)	alun (ppm)	polymère** (ppm)	DCOt (mg/L)	DCOsol (mg/L)	DBOt (mg/L)	MES (mg/L)	MES (mg/L)	
V6-05	496	272	118	130	20667	40	0.5	380	264	94	64	22967	*
V6-02	537	244	89	162	18963	40	1.0	342	244	60	78	22055	*
V6-04	464	264	95	121	22800	60	0.5	270	192	51	39	19750	*
V6-02	537	244	89	162	18963	60	1.0	295	212	49	55	21736	*
V6-03	465	192	96	128	17967	60	1.0	240	160	47	48	17235	*

* Essais faits en sédimentation et en flottation

** Polymère: Diachem 2790 VHM

Par sédimentation:

LS: Surnageant des eaux sales de lavage

LB: Boues des eaux sales de lavage

LSt: Surnageant des eaux sales de lavage traitées

LBt: Boues des eaux sales de lavage traitées

Par flottation:

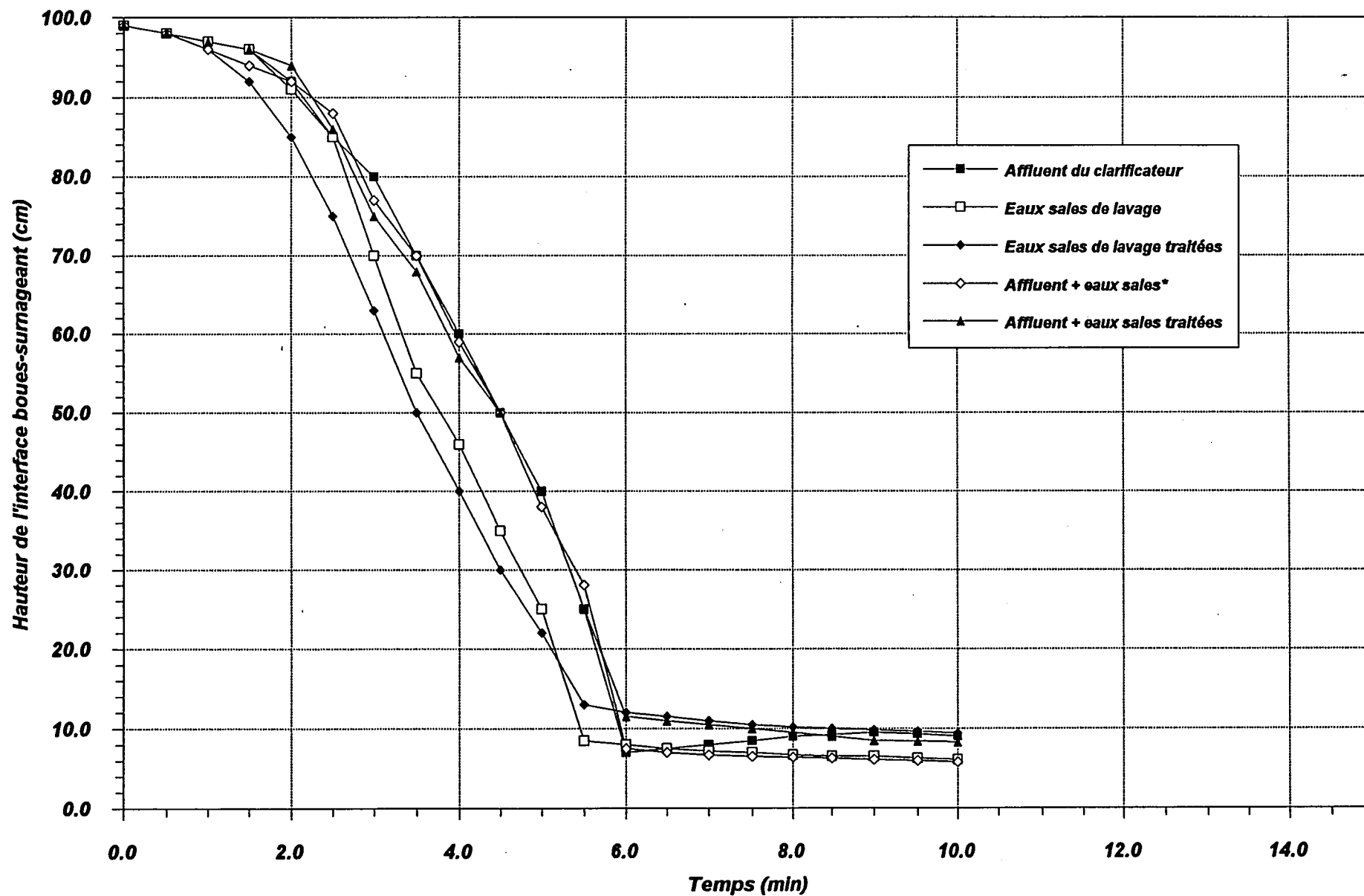
LF: Sournageant des eaux sales de lavage

LFB: Boues des eaux sales de lavage

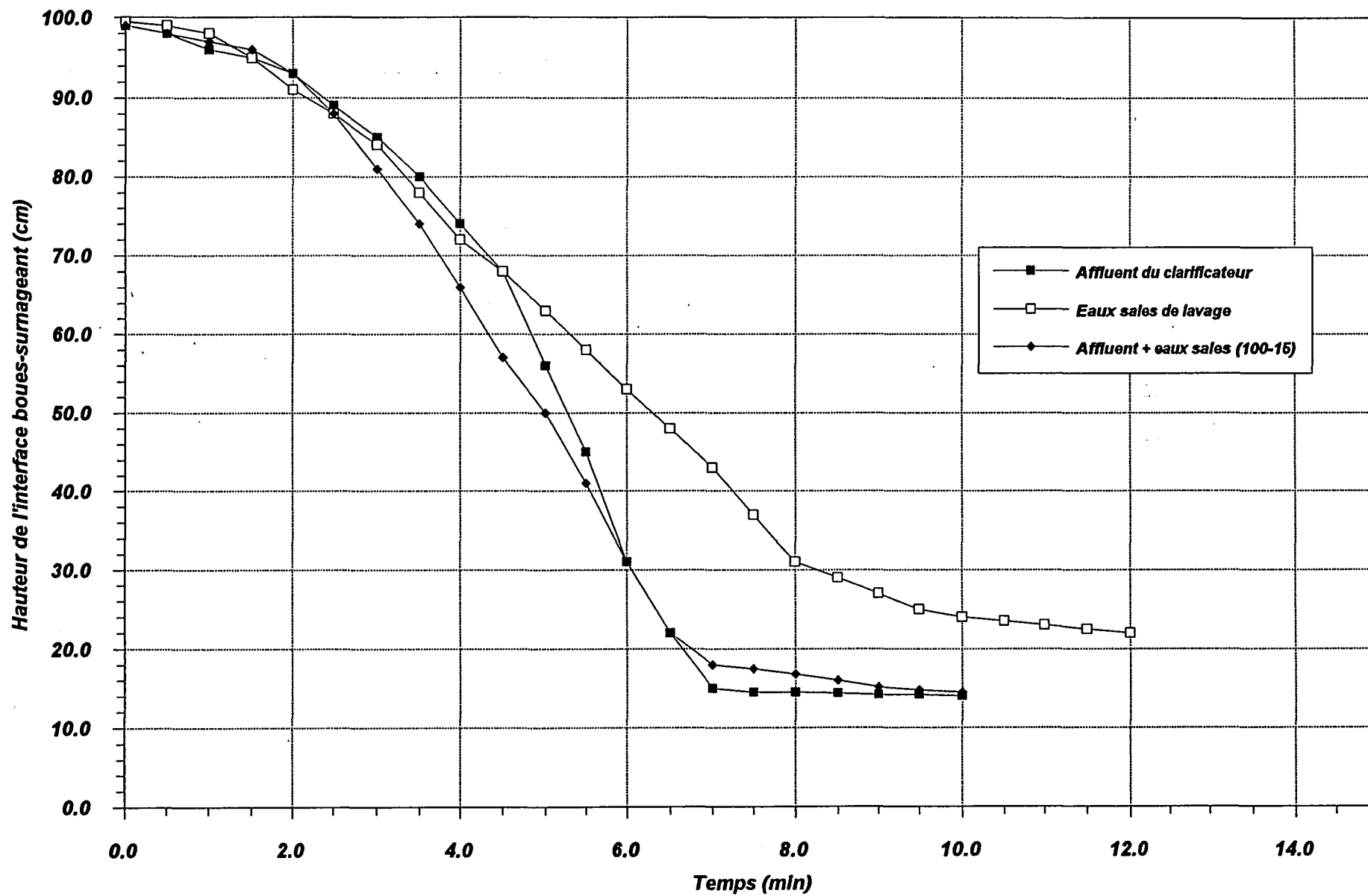
LFt: Sournageant des eaux sales de lavage traitées

LFBt: Boues des eaux sales de lavage traitées

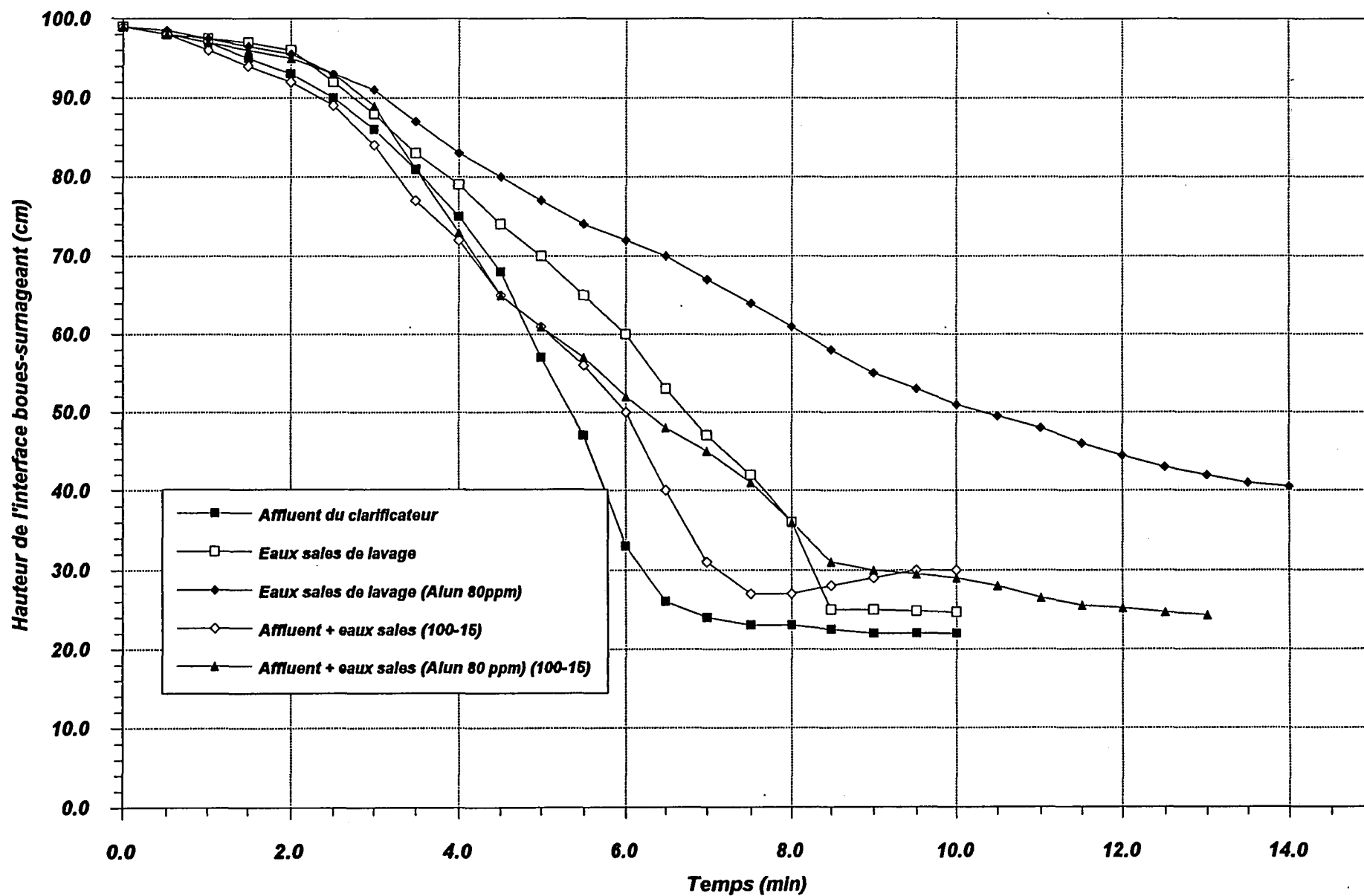
**COURBES DE KYNCH DES EAUX SALES DE LAVAGE, DE L'AFFLUENT
DU CLARIFICATEUR, EAUX SALES AVEC AFFLUENT
CYCLE V5-31**



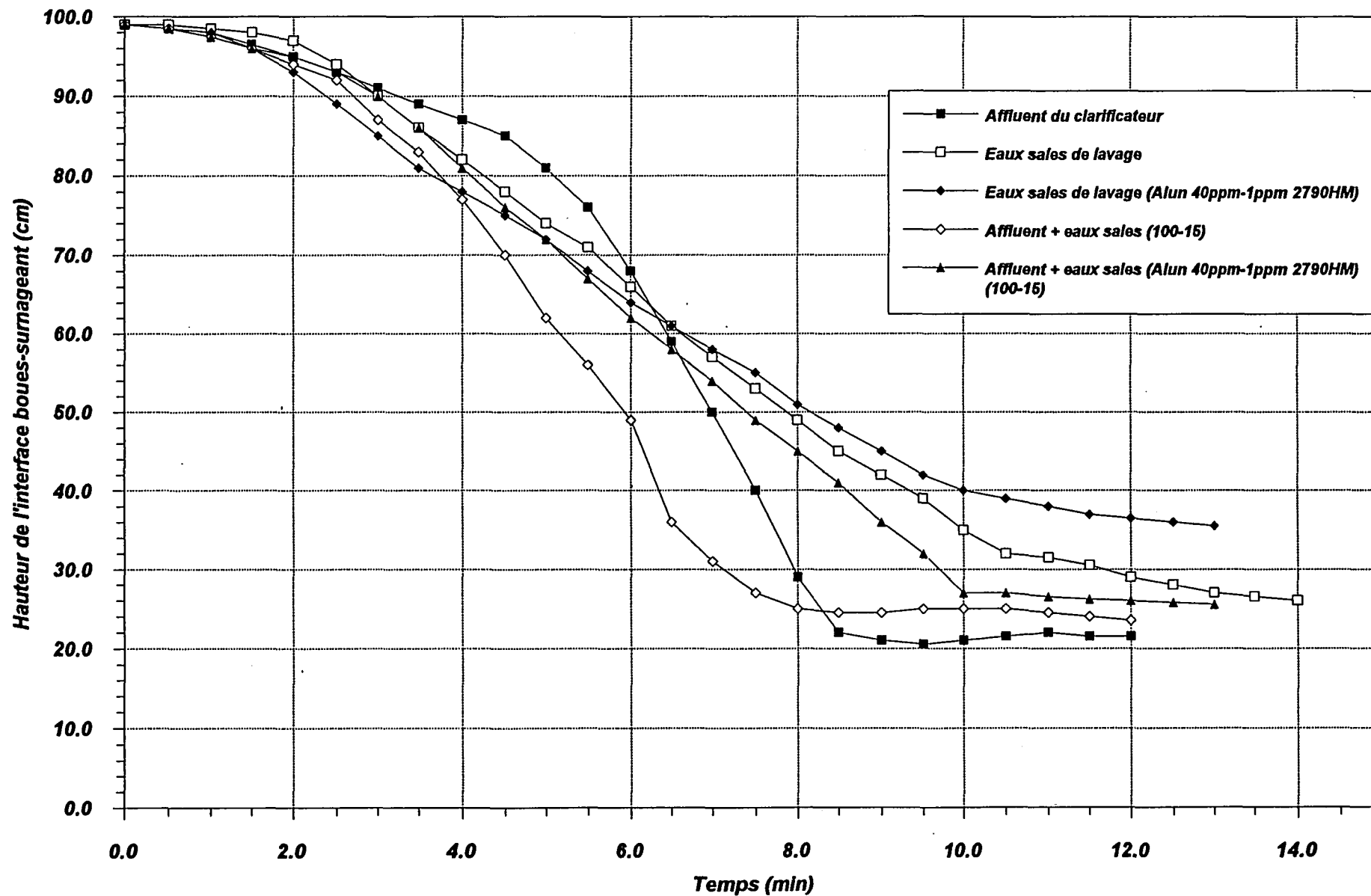
**COURBES DE KYNCH DES EAUX SALES DE LAVAGE, DE L'AFFLUENT
DU CLARIFICATEUR, EAUX SALES AVEC AFFLUENT
CYCLE V5-34**



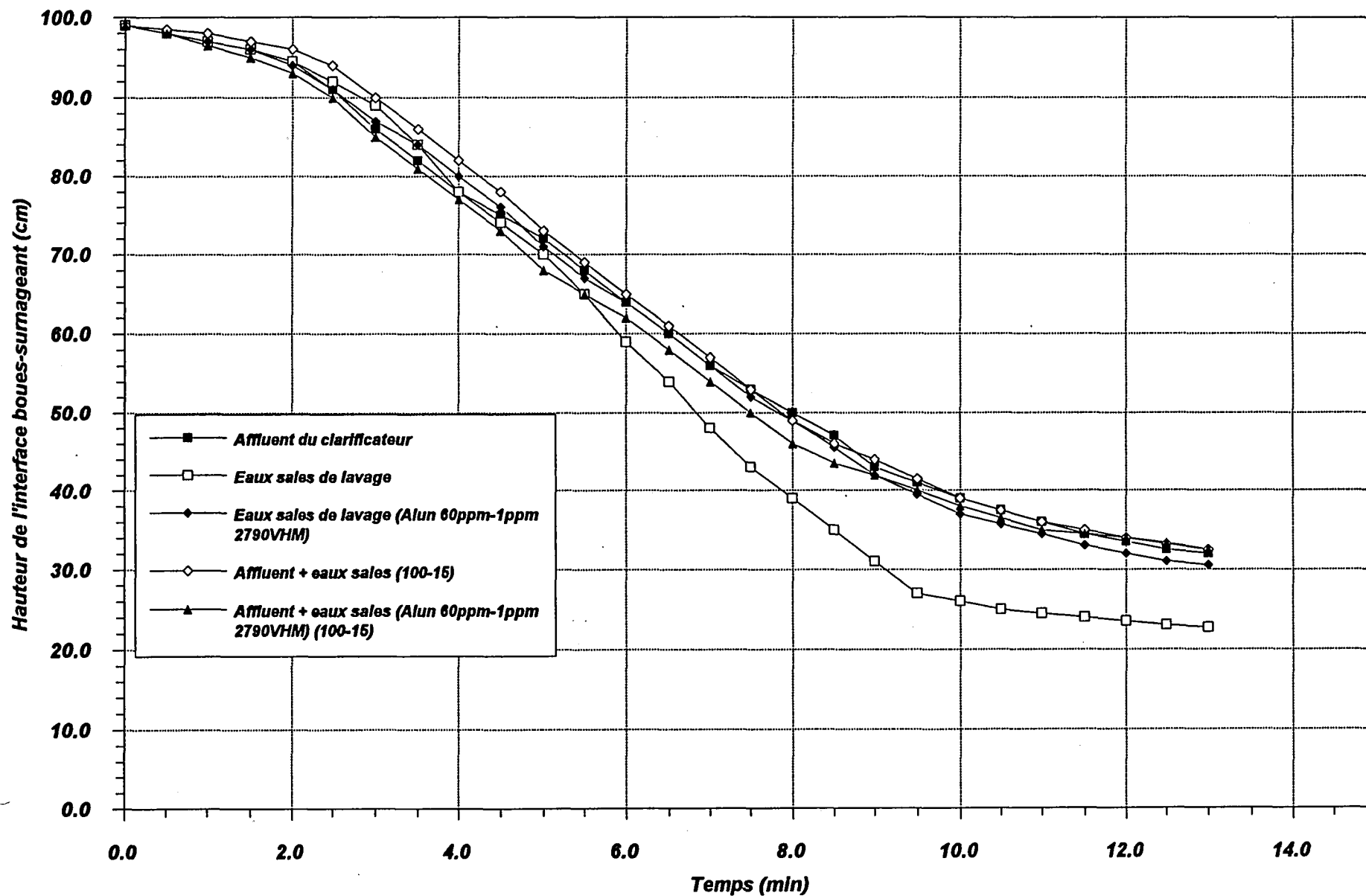
**COURBES DE KYNCH DES EAUX SALES DE LAVAGE, DE L'AFFLUENT
DU CLARIFICATEUR, EAUX SALES AVEC AFFLUENT
CYCLE V6-01**



**COURBES DE KYNCH DES EAUX SALES DE LAVAGE, DE L'AFFLUENT
DU CLARIFICATEUR, EAUX SALES AVEC AFFLUENT
CYCLE V6-02**



**COURBES DE KYNCH DES EAUX SALES DE LAVAGE, DE L'AFFLUENT
DU CLARIFICATEUR, EAUX SALES AVEC AFFLUENT
CYCLE V6-03**



ANNEXE H
RÉFÉRENCES / CULTURES FIXÉES EN INDUSTRIES PAPETIÈRES

RÉFÉRENCES EXISTANTES

BIOFILTRATION DEGRÉMONT

PÂTES ET PAPIERS

Projet	Pays	Type de fibre	Production T/an	Pré-traitement	Type de filtre	Surface des filtres	Débit m³/h
Subiaco	Italie	Pâte neuve Pap. autocopiant	8 000	Décanteur	Biofor	4 x 9,6 m²	250
Delligser	Allemagne	Vieux papiers Cartonnerie	20 000	Décanteur & lit bactérien	Biodrof	3 x 7,1 m²	125
Julius Glatz	Allemagne	Pâte neuve Pap. spéciaux	25 000	Flottateur	Biofor	6 x 32 m²	850
PWA-Dekor	Allemagne	Papiers et panneaux décoratifs	-	Décanteur (Accelator)	Biofor	5 x 21 m²	700
Haindl	Allemagne	Pap.journal Pap.mince couché Pâte PTM blanchie au H ₂ O ₂	-	Décanteur primaire Boues activées	Biofor	5 x 22 m²	800
Mochenwangen	Allemagne	Pap.mince imprimerie Pap. usages spéc. Edition à catalogue	-	Déc. primaire Turbocirculator Lit bactérien Décanteur Densadeg	Biofor	4 x 17,6 m²	300
Porcari	Italie	Pap. emballage Pap. fins	-	Déc. primaire Turbocirculator Boues act. à l'air	Biofor	10 x 32,7 m²	2 500
Peter Temming	Allemagne	Pap. recyclés	-	Déc. primaire Boues act. à l'air	Biofor	4 x 17,6 m²	250
Guérimand- Voiron	France	Pap. fins	100 000	Déc. primaire Turbocirculator	Biofor	4 x 22,8 m²	340
PWA- Stockstadt	Allemagne	Pâte neuve Pap. couché à faible grammage	1 440	Déc. primaire	Biofor à 2 stades	5 x 40,9 m² (chaque stade)	1 000

