



Environnement  
Canada

Environment  
Canada

Service de la  
protection de  
l'environnement

Environmental  
Protection  
Service

0

# Évaluation du procédé d'électrocoagulation «Lectro Clear Z» pour l'épuration des eaux résiduaires de salaisons – conserveries



Environment  
Canada

Environnement  
Canada

0027411C S

DEVELOPPEMENT DES TECHNIQUES (CANADA.  
DIRECTION GENERALE DE LA LUTTE CONTRE  
LA POLLUTION DES EAUX)  
EPS 4-WP

TD  
182  
R46  
4-WP-82-1F

Technologie  
Rapport EPS 4-WP-82-1F

Direction générale de la lutte contre la pollution des eaux  
Juillet 1982

## **LES RAPPORTS DU SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT**

Les rapports d'analyse économique et technique font le point sur l'état des connaissances, présentent des études bibliographiques et des inventaires industriels et comportent des recommandations afférentes, dans la mesure où celles-ci n'impliquent aucune recherche expérimentale. La préparation des rapports peut être confiée soit au personnel du Service de la protection de l'environnement, soit à des entreprises ou organismes dont il sollicite les services.

Le Service publie nombre d'autres rapports dans les collections suivantes : Règlements, codes et méthodes d'analyse, Politique et planification, Développement des techniques, Surveillance, Exposés et mémoires soumis à des enquêtes publiques, Évaluation des incidences sur l'environnement et Guides de formation.

Pour tout renseignement, prière de s'adresser au Service de la protection de l'environnement, ministère de l'Environnement, Hull (Québec), Canada, K1A 1C8.

## **ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE REPORT SERIES**

Economic and Technical Review Reports relate to state-of-the-art reviews, library surveys, industrial inventories, and their associated recommendations where no experimental work is involved. These reports will either be undertaken by an outside agency or by the staff of the Environmental Protection Service.

Other categories in the EPS series include such group as : Regulations, Codes and Protocols; Policy and Planning; Technology Development; Surveillance; Training Manuals; Briefs and Submissions to Public Inquiries; and Environmental Impact and Assessment.

Inquiries pertaining to Environmental Protection Service Reports should be directed to the Environmental Protection Service, Department of the Environment, Hull, Québec, Canada, K1A 1C8.

0027411 C 5  
7017685B M  
H<sub>2</sub> 196822

# ÉVALUATION DU PROCÉDÉ D'ÉLECTROCOAGULATION "LECTRO CLEAR Z" POUR L'ÉPURATION DES EAUX RÉSIDUAIRES DE SALAISONS-CONSERVERIES

Western Industrial Laboratories Limited  
Edmonton (Alberta)

Direction générale de la pollution des eaux  
Service de la protection de l'environnement  
Environnement Canada

Rapport EPS 4-WP-82-1F



TD  
182  
R46  
No. 82-1F

DREI

Publication distribuée  
par le Service de la protection de l'environnement  
Ministère de l'Environnement  
Hull  
K1A 1C8

Édition française  
*de Evaluation of the "Lectro Clear Z" Electrocoagulation Process  
for Meat Packing Wastewater Treatment*  
préparée par le Module d'édition française  
d'Environnement Canada

N° de catalogue: EN43-3/80-5F  
ISBN: 0-662-91681-6

©  
Ministre des Approvisionnements et Services  
1982

### AVIS DE RÉVISION

Le présent rapport a été revu par la Direction générale de la pollution des eaux, du Service de la protection de l'environnement, et accepté pour publication. Cette acceptation ne signifie pas nécessairement que son contenu reflète les opinions et les politiques du Service de la protection de l'environnement. La mention de marques déposées ou de produits commerciaux ne signifie pas que l'on recommande ou que l'on sanctionne leur utilisation.

## RÉSUMÉ

Lethbridge, en Alberta, a dû faire face à de graves problèmes d'épuration des eaux usées à cause de ses nombreuses usines de produits alimentaires. Ses règlements prévoient des peines sévères pour les usines qui rejettent des effluents dont la DBO et la teneur en matières en suspension (MSS) et en graisses dépassent les limites établies. Toutefois, les usines qui s'équipent d'installations d'épuration peuvent se faire rembourser une partie des amendes payées antérieurement; c'est ce qui a amené la conserverie de viande de la Swift Canadian Company Limited à se doter d'une unité "Lectro Clear Z" (LCZ). Comme cette unité n'aura presque pas besoin d'addition de flocculant chimique, on prévoit réaliser un certain revenu supplémentaire grâce à la récupération de sous-produits des eaux usées.

L'unité a été installée au début de l'été 1979, mais à cause de divers problèmes, dus principalement au système électrique, elle n'a pu atteindre son régime de fonctionnement régulier avant février 1980. Le présent rapport contient de plus amples renseignements découlant de l'étude de huit semaines conduite en mars et avril 1980.

L'étude a montré que l'unité LCZ pourrait réduire de 55 à 65 p. 100 la DBO et la teneur en MSS actuelles de l'effluent du bassin collecteur. L'unité, en plus d'assurer un traitement acceptable, permet de récupérer certains sous-produits des matières flottantes.

Les études de rentabilité ont été conduites avec l'aide des ingénieurs de Toronto et du personnel de Lethbridge de la compagnie.

## ABSTRACT

Serious sewage treatment problems have been encountered by the City of Lethbridge, Alberta, because of the large number of food processing plants located there. The city's sewage service by-law provides heavy penalties for plants discharging effluents surpassing the limits set for BOD, suspended solids, and grease. Plants that install wastewater treatment facilities can, however, obtain rebates on previously paid penalties. With this incentive, the Swift Canadian Company Limited meat packing plant selected a Lectro Clear Z (LCZ) unit to improve the quality of wastewater being discharged to the city's system. Because this unit would require practically no chemical flocculant addition, it was anticipated that some added revenue could be gained by recovery of by-products from the wastewater.

The Lectro Clear Z unit was installed in the early summer of 1979. However, due to a variety of problems, primarily associated with the electrical system, a consistent level of operation was not attained until February 1980. Detailed information concerning an eight-week evaluation conducted in March and April 1980 is provided in this report.

As a result of the test run it was determined that the LCZ unit could achieve BOD and suspended solids reductions of about 55 to 65 percent on the total "existing" catch basin effluent. In addition to achieving an acceptable level of treatment, it was confirmed that by-product recovery from the LCZ skimmings was possible.

With the assistance of the Toronto engineering staff and the Lethbridge plant staff of Swift Canadian Company, an economic evaluation of the system was made.

## TABLE DES MATIÈRES

AVIS DE RÉVISION

RÉSUMÉ/ABSTRACT

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

1	INTRODUCTION	1
2	DESCRIPTION DU PROCÉDÉ LECTRO CLEAR Z	3
2.1	Généralités	3
2.2	Système "Lectro Clear Z"	3
3	INSTALLATION À L'USINE DE LA SWIFT CANADIAN COMPANY LIMITED	7
3.1	Description de l'usine	7
3.2	Système de traitement initial	7
3.3	Avantages prévus du système LCZ	8
3.4	Installation et mise en service du procédé LCZ	8
4	PROGRAMME D'ÉVALUATION	11
4.1	Échantillonnage et analyse des eaux résiduelles	11
4.2	Résultats analytiques	12
4.3	Fonctionnement	18
4.4	Hydrogène sulfuré	19
4.5	Récupération des produits d'écumage	19
4.6	Considérations économiques	20
5	EXAMEN DES RÉSULTATS	23
6	CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS	24
6.1	Système électrique	24
6.2	Conductivité des eaux résiduelles	24
6.3	Ajustement du pH	25
6.4	Installations chimiques	25
6.5	Température de l'eau d'admission du LCZ	25
6.6	Écumage des matières flottantes du LCZ	26
6.7	Formation d'hydrogène sulfuré	26
6.8	Accessibilité et mesures de sécurité	26
6.9	Turbulence dans la section de coagulation	27
6.10	Contrôle du procédé en laboratoire	27
6.11	Prétraitements	28

VI

ANNEXE I	- RÈGLEMENT SANITAIRE POUR L'ÉVACUATION DES EAUX À LETHBRIDGE	32
ANNEXE II	- DONNÉES DE LA VILLE DE LETHBRIDGE CONCERNANT L'EFFLUENT DE LA SWIFT CANADIAN COMPANY LIMITED, 1977-80	33
ANNEXE III	- MÉTHODES ANALYTIQUES ET RÉSULTATS	37
ANNEXE IV	- CALCULS DES COÛTS D'EXPLOITATION ET DE LA RENTABILITÉ DU CAPITAL INVESTI	62

## LISTE DES FIGURES

1	DIAGRAMME DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION LECTRO CLEAR Z À LA SWIFT CANADIAN COMPANY LIMITED DE LETHBRIDGE (ALBERTA)	9
2	CONCENTRATIONS DE DBO DANS L'EAU D'ADMISSION ET DANS L'EFFLUENT DU LCZ	14
3	CONCENTRATIONS DE MATIÈRES EN SUSPENSION DANS L'EAU D'ADMISSION ET DANS L'EFFLUENT DU LCZ	15
4	CONCENTRATIONS DE CORPS GRAS DANS L'EAU D'ADMISSION ET DANS L'EFFLUENT DU LCZ	16

## LISTE DES TABLEAUX

1	RENDEMENT DU PROCÉDÉ LECTRO CLEAR Z POUR L'ÉPURATION DES EAUX RÉSIDUAIRES D'UNE SALAISON-CONSERVERIE	13
2	COMPARAISON DES RÉSULTATS ANALYTIQUES DU PROGRAMME D'ÉVALUATION ET DES DONNÉES DE LA VILLE DE LETHBRIDGE	14
3	COMPARAISON DES COÛTS D'EXPLOITATION D'UNE UNITÉ LCZ ET DES REVENUS DE LA RÉCUPÉRATION DE PRODUITS SECONDAIRES	22
4	SOMMAIRE DES CALCULS DU TAUX DE RENTABILITÉ DE L'INVESTISSEMENT	22
5	CALCULS DE RENTABILITÉ DU CAPITAL INVESTI - CAS DE BASE	74
6	CALCULS DE RENTABILITÉ DU CAPITAL INVESTI - EN CONSIDÉRANT LE NON-PAIEMENT DE LA SURTAXE COMME REVENU	76
7	CALCULS DE RENTABILITÉ DU CAPITAL INVESTI - "PAA"	79

## SOMMAIRE

### Conclusions

1. L'unité "Lectro Clear Z" a permis de réduire de 50 à 70 p. 100 la DBO et les concentrations de matières en suspension dans les eaux résiduaires de salaisons.
2. L'unité LCZ modifie relativement peu la teneur en DBO et en DCO solubles des eaux usées.
3. L'utilisation d'une unité LCZ est concluante si la salaison est bien tenue, et si l'unité fait l'objet d'une inspection et d'un entretien réguliers.
4. Les matières flottantes provenant de l'unité LCZ contenaient plus d'humidité (90-92 p. 100) que prévu, mais elles étaient assez rentables pour les convertir en sous-produits commercialisables. Le taux d'humidité élevé des matières flottantes était attribuable en partie aux opérations d'écumage et à diverses déficiences électriques, particulièrement des problèmes d'électrodes.
5. Même si l'unité LCZ se révélait capable de produire un effluent conforme aux règlements sanitaires de la municipalité de Lethbridge, de fréquentes déficiences dans le système électrique rendaient l'unité assez peu fiable.
6. Les problèmes dans le système électrique de l'unité LCZ étaient partiellement attribuables aux variations de conductivité des eaux résiduaires, dues à des différences au niveau des concentrations sanguines, ainsi qu'à des fluctuations de la teneur en minéraux de l'eau approvisionnant la ville. La dernière difficulté était semble-t-il causée par un mauvais contact aux électrodes, ainsi que par l'impuissance du redresseur à répondre à de fortes variations de tension.

### Propositions

1. Dans toute utilisation future, il faudra veiller tout particulièrement aux caractéristiques, à l'installation et aux paramètres de fonctionnement des composants électriques des unités LCZ.
2. Comme le fonctionnement de l'unité LCZ dépend étroitement du pH, il est proposé qu'un entretien régulier soit prévu pour l'inspection et le nettoyage des électrodes de façon à minimiser les risques de pannes dues à l'encrassement des sondes.
3. L'effet sur le procédé LCZ des variations de conductivité des eaux résiduaires traitées devrait faire l'objet de recherches, et on devrait prévoir la possibilité de surveiller la conductivité et de la maintenir dans des limites acceptables si nécessaire.
4. Il est proposé que des recherches soient entreprises sur les effets qu'exerce la température des eaux résiduaires sur le procédé LCZ.

X

5. Comme le taux d'humidité des matières flottantes récupérées a des conséquences considérables sur la rentabilité de la récupération des graisses, la période requise pour l'écumage des matières flottantes devrait être étudiée en vue de déterminer quel mode de fonctionnement donne un taux minimal en humidité.
6. L'hydrogène sulfuré doit être surveillé dans toutes les installations LCZ, et la ventilation doit faire l'objet de soins attentifs.
7. Au moment de leur fabrication, on devrait prévoir pour les unités LCZ des accès pour l'échantillonnage des eaux de l'alimentation, de l'effluent et des matières flottantes.
8. Même si l'étude n'a pas traité particulièrement de ce point, il semble qu'une forme de sédimentation et d'égalisation précédant le procédé LCZ soit essentielle pour faciliter le dépôt de solides spécifiques (flocs lourds), et pour aplanir les variations quotidiennes de débit.

## REMERCIEMENTS

Ce projet d'expérimentation a été financé conjointement par la Swift Canadian Company Limited et le programme DPAT (Expérimentation de technologie de dépollution) d'Environnement Canada.

MM. Lyle Norrie, Lorne Smith et Ron Gardner de la Swift Canadian ont apporté leur collaboration lors des étapes de présentation, d'installation, et d'étude du projet.

MM. Wayne Bissett, Jim Haskill et M<sup>lle</sup> Vicky Jones d'Environnement Canada ont contribué à l'élaboration du rapport et à sa rédaction.



## 1 INTRODUCTION

La ville de Lethbridge est située dans le sud de l'Alberta, à environ 95 km au nord de la frontière américaine, à une altitude de 885 m sur le plateau à l'est de la rivière Oldman. La ville est tributaire de cette rivière au débit limité, tant pour son approvisionnement en eau que pour l'évacuation des eaux usées.

La combinaison de zones relativement plates de sols fertiles, d'une saison de croissance assez longue, d'un temps chaud et ensoleillé vers le milieu de l'été, et d'un approvisionnement suffisant en eau grâce à des systèmes d'irrigation, a favorisé l'essor d'une grande région agricole, caractérisée par la production d'un grand nombre de légumes. Les cultures maraîchères ont été à l'origine d'un secteur assez volumineux de conditionnement et de conserverie et de grandes surfaces de culture de betteraves à sucre ont donné naissance à une importante industrie de raffinage du sucre. De grandes zones à l'extérieur des districts irrigués produisent des céréales, comme le blé, l'avoine, l'orge et le seigle; de plus, on trouve de grandes superficies consacrées aux graines oléagineuses. Enfin, il y a de grands élevages de bovins, nourris avec les abondantes céréales fourragères ainsi qu'avec les produits secondaires des usines de produits alimentaires.

Une grande variété d'installations alimentaires sont concentrées à Lethbridge comme, par exemple, les usines de mise en conserve et de conditionnement des légumes, une usine d'oléagineux et de margarine, une minoterie pour la farine et les plantes fourragères, une installation de conditionnement de la volaille, des salaisons-conserveries de viandes, une distillerie et une brasserie. Certaines de ces usines sont exploitées à grande échelle, et ensemble elles produisent environ un tiers de la quantité totale des eaux usées de la ville. Cette situation a entraîné de graves problèmes de traitement des eaux usées pour cette ville relativement petite, d'une population d'environ 52 000 habitants.

Les effluents issus des usines alimentaires renferment habituellement de fortes concentrations de DBO (demande biochimique en oxygène), de matières en suspension, et même parfois de graisses. De plus, ces effluents sont très irréguliers, aussi bien en qualité qu'en quantité, avec de grandes fluctuations d'une saison à l'autre, d'un jour à l'autre et souvent même d'heure en heure. Ces débits erratiques, à fortes charges, ont causé de sérieux problèmes d'exploitation pour la station d'épuration des eaux usées de Lethbridge. À toutes ces difficultés viennent s'ajouter les limites très strictes fixées par le ministère de l'Environnement de l'Alberta pour les effluents des stations d'épuration se déversant dans la rivière Oldman, laquelle a un très faible débit à la fin de l'été, et est couverte de glace durant l'hiver.

Depuis 1970, des modifications ont été apportées aux installations d'épuration de Lethbridge, y compris la construction d'unités à boues activées à la station du nord pour permettre un traitement secondaire à cet endroit. Dès le départ, des problèmes dus aux graisses ont été pratiquement résolus grâce à la mise en oeuvre d'un prétraitement aux usines alimentaires mêmes. Cependant, un effluent de qualité médiocre a résulté d'un système de traitement secondaire à cause de la combinaison de divers autres facteurs, comme la nature des déchets et les fortes fluctuations de débit, ce qui a entraîné un accroissement des charges de matières dépassant les limites fixées par le gouvernement de l'Alberta.

Deux moyens ont été utilisés pour corriger cette situation, le premier, étant l'imposition d'un règlement sur les eaux résiduaires qui stipule que chaque usine doit verser un montant proportionnel au volume des eaux usées qu'elle déverse dans le système municipal, conformément aux limites fixées pour la DBO, les matières en suspension et les charges de graisses de ces eaux. Des surtaxes sont imposées aux usines en fonction du niveau de dépassement de ces limites.

Les premières limites, fixées en 1975, ont été baissées en 1977 et 1979 comme suit:

	1 <sup>er</sup> oct. 75	1 <sup>er</sup> oct. 77	1 <sup>er</sup> oct. 79
Matières en suspension (mg/l)	800	600	300
DBO (mg/l)	800	600	300
Graisses (mg/l)	300	200	100

L'évaluation de chaque station est fondée sur un ensemble complexe de formules. L'annexe I examine le règlement et donne des exemples d'application.

Le second volet du programme de traitement des eaux résiduaires est récent. La municipalité de Lethbridge projette la construction d'une station coopérative de prétraitement des eaux résiduaires industrielles près de l'endroit où est située l'actuelle station d'épuration principale. Les eaux résiduaires de sept usines participant au programme de coopération seront amenées à la station de prétraitement d'une capacité de 9100 m<sup>3</sup>/d au moyen d'un réseau d'égouts collecteurs spéciaux. Les eaux résiduaires industrielles combinées seront d'abord traitées pour satisfaire les limites de charge définies dans le règlement, et envoyées ensuite vers la station d'épuration municipale.

Deux des plus grandes usines de Lethbridge, la Swift Canadian et la Palliser Distilleries, ne se sont pas jointes au programme. La Swift Canadian (conserverie) a décidé plutôt d'installer son propre système d'épuration. La municipalité propose de rembourser aux établissements qui optent pour cette solution une partie des surtaxes qui leur ont été imposées. Le système choisi, une unité Lectro Clear Z (LCZ), permet également à la compagnie de récupérer des produits secondaires commercialisables extraits de ses eaux résiduaires qui seraient épurées au point d'être conformes aux strictes limites du nouveau règlement sur les eaux résiduaires industrielles.

## 2 DESCRIPTION DU PROCÉDÉ LECTRO CLEAR Z

### 2.1 Généralités

À part le traitement biologique complet, il existe une grande gamme d'autres systèmes d'épuration des eaux usées. Ils utilisent tous un procédé semblable qui permet d'améliorer la floculation des matières fines en suspension dans les eaux usées, de telle façon qu'elles puissent être éliminées du système. Comme certains floes sont plus lourds que l'eau, on les laisse se déposer au fond du bassin de réaction, d'où ils sont éliminés sous forme de boues de fond. D'autres floes, plus légers, flottent et forment une nappe que l'on entraîne dans des goulottes par écumage. Le phénomène qui se produit naturellement favorise la séparation des substances organiques, comme les graisses, les huiles et les produits de même nature, des éléments minéraux comme les silts, le sable et le gravier fin. Cependant, même si cette séparation est généralement loin d'être complète, on a habituellement toujours essayé de faire flotter la plus grande quantité possible de substances floculeuses. Dans le cas d'usines comme les conserveries de viandes, ce processus permet généralement une meilleure récupération des corps gras, destinés à une fonte ultérieure en vue de leur commercialisation.

Les procédés de floculation-flottation-sédimentation se divisent logiquement en deux étapes:

- a) formation de floes
- b) activation de la sédimentation ou de la flottation du floe.

Les floes se forment souvent naturellement dans beaucoup d'eaux usées. De nombreux systèmes ont été expérimentés pour activer la sédimentation ou la flottation du floe. Dans le cas de la sédimentation, on ajoute parfois des substances pesantes, par exemple, des argiles, comme la bentonite, pour obtenir un floe plus lourd. Dans le but de favoriser la flottation, on crée un courant ascendant de bulles d'air pour maintenir un floe léger à la surface. Le premier procédé dont l'utilisation est encore probablement la plus courante s'appelle flottation par air dissous (FAD). Avec ce procédé, l'air est dissout en totalité ou en partie dans les eaux usées en comprimant de l'air au-dessus de l'eau. Lorsque la pression est relâchée, l'air dans la solution est libéré et des bulles remontent à la surface, entraînant avec elles le floe. Le procédé FAD nécessite habituellement l'addition d'un produit chimique pour obtenir un rendement acceptable.

La formation de floe par FAD est souvent lente et présente de nombreuses imperfections; on a essayé à maintes reprises d'apporter des modifications pour améliorer le procédé. Celles-ci vont de l'ajustement du pH à l'addition d'un produit chimique et à l'application de l'électrolyse, en passant par diverses combinaisons de ces moyens. L'addition de produits chimiques, l'une des méthodes les plus anciennes est peut-être encore la plus efficace. Elle a l'inconvénient d'être relativement coûteuse en raison de l'utilisation permanente de produits chimiques, et comme leurs prix augmentent toujours cet inconvénient n'ira qu'en s'aggravant. Parmi les autres inconvénients, il y a le risque de contamination des produits secondaires, particulièrement des matières flottantes, par des quantités nocives de produits chimiques, ainsi que la production d'importantes quantités de substances à éliminer. Les techniques électrolytiques et d'ajustement du pH sont plus récentes, mais certains aspects sont encore au stade expérimental. Le procédé LCZ est une combinaison de ces méthodes.

### 2.2 Système "Lectro Clear Z"

Le système "Lectro Clear Z" procède du principe de la formation d'un floe par ajustement du pH des eaux usées et addition d'une très faible quantité de produits

chimiques, accompagnés de la dissociation d'une fraction de l'eau du système par électrolyse pour former de l'hydrogène et de l'oxygène. Le pH des eaux usées est ajusté au potentiel Zêta zéro, valeur à laquelle la charge superficielle moyenne sur les particules est à peu près nulle. Dans le cas des eaux résiduaires des conserveries, cette valeur est obtenue à un pH de 4,0 à 4,5. Une fois les charges superficielles neutralisées, les minuscules particules en suspension ont tendance à s'agglomérer pour former un floc.

L'hydrogène et l'oxygène formés aux électrodes progressent vers la surface du liquide sous forme de bulles qui se fixent aux fragments du floc, entraînant ceux-ci vers le haut en ramassant au passage d'autres fragments de floc. Ces particules peuvent ainsi former une nappe à la surface, soutenue par les bulles de gaz. La nappe est écumée par un dispositif classique d'écumage, le produit étant envoyé par une goulotte jusqu'à un réservoir de stockage.

Les unités du système "Lectro Clear Z" sont fabriquées sur mesure pour les installations qu'elles doivent équiper, du fait que les effluents traités, les produits chimiques disponibles et les besoins en énergie électrique peuvent être très différents. Les paramètres nominaux requis sont établis par des essais à l'échelle réelle.

Le manuel de fonctionnement de l'unité installée à la Swift Canadian à Lethbridge donne la description suivante\*:

"Les déchets bruts sont pompés à partir du bassin existant jusqu'à la cuve d'électrocoagulation; le flot d'eaux résiduaires est exposé aux bulles gazeuses produites par électrolyse qui se combinent avec le floc embryonnaire. Le polymère est introduit par le tronçon de tuyau précédant la cuve et le clarificateur. À mesure que le polymère se mélange avec la solution, il y a production d'un floc plus imposant et flottant mieux. Comme la densité du courant est maximale la production de bulles l'est aussi dans la zone située en amont de la chicane du bassin, où une grande partie de l'ensemble du floc s'élèvera. Les eaux résiduaires passent à travers le clarificateur, puis elles sont envoyées dans l'égout municipal.

Les conduites de drainage de la cuve d'électrocoagulation et des sections du clarificateur servent à vider, au besoin, les boues qui se sont déposées au fond. Les solutions d'acide sulfurique, de produits caustiques et de polymères sont amenées séparément jusqu'au circuit des eaux résiduaires au moyen de pompes volumétriques à débit réglable, de telle façon qu'il soit possible de faire varier la quantité de produits chimiques ajoutée en fonction des concentrations de polluants et du débit des eaux résiduaires. Une fonction supplémentaire permet d'augmenter la souplesse du système en variant la concentration de la solution ou du coulis de produits chimiques. La pompe à polymères est reliée à deux réservoirs de produits chimiques - un réservoir principal d'une capacité de 1000 gallons (4546 litres), et un réservoir latéral de 250 gallons (1140 litres). Les produits chimiques sont mélangés dans le grand réservoir, puis envoyés par gravité dans le réservoir plus petit par l'intermédiaire de tuyaux et de robinets. La pompe vide d'abord le réservoir de 1000 gallons, et pendant que les prochaines solutions sont préparées dans le grand réservoir, le réservoir latéral permet de poursuivre l'opération.

Le réservoir de 1000 gallons est équipé d'un mélangeur. Une fois en solution, le polymère ne requiert pas d'autre mélange.

Le système électrique du procédé LCZ fait aussi appel à des microbulles d'hydrogène et d'oxygène produites sous tension faible par un courant continu

---

\* "Operating Manual for Lectro Clear Z Wastewater Treatment System - Swift Canadian Company Limited, Lethbridge, Alberta", diffusé par Sutherland-Schultz Limited, 859 Courtland Avenue East, Kitchener (Ontario), 17 juillet 1979.

relativement élevé. Les électrodes en alliage spécial sont alimentées en courant continu par deux redresseurs se trouvant l'un dans la cuve d'électrocoagulation et l'autre dans le clarificateur. Comme les dépôts sur la cathode (électrode négative) se comportent comme un isolant électrique, un inverseur sert à alterner la polarité de chaque électrode; il y a alors disparition de ces dépôts cathodiques pendant que l'électrode sert d'anode. En outre, comme le métal constituant les électrodes est partiellement érodé lorsque celles-ci servent d'anode, l'inversion de polarité permet d'avoir des électrodes qui ont la même durabilité. Ces opérations requièrent une inversion de polarité par jour."

L'unité LCZ installée à Lethbridge était prévue pour un débit maximal de 600 000 gal imp. par jour (2730 m<sup>3</sup>/d). Le débit normal d'exploitation se situe entre 300 000 et 400 000 gal imp. par jour (1400 - 1800 m<sup>3</sup>/d).

Contrairement à plusieurs procédés de floculation-flottation, le système LCZ n'exige pas l'utilisation d'importantes quantités de produits chimiques pour activer la formation de floc. De l'acide sulfurique et de l'hydroxyde de sodium sont utilisés pour ajuster le pH, et on ajoute une petite quantité d'un polymère anionique (environ 3 mg/l). Les matières flottantes sont donc pratiquement exemptes de produits chimiques, comme les sels métalliques qui se retrouvent dans les floes de beaucoup de systèmes comparables. Cet avantage était primordial quand il a fallu choisir le procédé LCZ pour l'usine de la Swift Canadian, parce qu'on voulait récupérer des matières flottantes, notamment les graisses, du suif non comestible et des cretons "industriels" pour la vente. Antérieurement ces matières étaient rejetées, et leur récupération allait donc représenter une source supplémentaire de revenus pour la compagnie.



### 3 INSTALLATION À L'USINE DE LA SWIFT CANADIAN COMPANY LIMITED

#### 3.1 Description de l'usine

L'usine de la Swift Canadian à Lethbridge a été mise en service en mars 1971, et elle était destinée exclusivement à la production de viande de bovins. La capacité nominale de l'usine est de 600 têtes par jour (l'équipe de huit heures), mais des maximums de 650 à 670 têtes ont déjà été atteints. Depuis l'ouverture de l'usine, seules des modifications mineures ont été apportées à la section principale; deux cuiseurs et un réservoir de soufflage ont été ajoutés à la section de récupération des graisses. Actuellement, six cuiseurs sont en service dans la section de récupération des produits non comestibles, et un dans celle des produits comestibles.

La production se limite essentiellement au boeuf frais, même si en 1979 et 1980 des installations de conditionnement ont été ajoutées pour la commercialisation de la coupe de gros des viandes de première catégorie.

L'annexe II donne les chiffres de consommation d'eau par l'usine, relevés au compteur de la municipalité de Lethbridge. Pendant la période d'évaluation (mars et avril 1980), cette consommation variait de 2,27 à 3,40 m<sup>3</sup> par tête de bétail, chiffres correspondant à la quantité d'eau utilisée pendant 1 jour d'activité (8 h à minuit), ce qui représente environ 79 p. 100 de la consommation totale d'eau de l'usine.

#### 3.2 Système de traitement initial

Avant l'installation de l'unité "Lectro Clear Z", le système d'épuration des eaux résiduaires était constitué d'un grand puisard et d'une grille à barreaux. Les eaux étaient évacuées directement du puisard dans l'égout municipal. Le puisard ralentissait le débit des eaux résiduaires, les matières flottantes, y compris les graisses, remontant alors à la surface où elles étaient ramassées par écumage et transférées vers la section de récupération. Les matières restantes se déposaient sous forme de boues, qu'un racloir amenait jusqu'à un bassin de retenues. Les boues étaient pompées régulièrement dans des camions et conduites jusqu'à une décharge. La quantité de boues ainsi transportée était variable, avec en moyenne deux chargements par jour, soit environ 23 m<sup>3</sup>. La majeure partie des matières fines qui restaient en suspension étaient évacuées dans l'effluent de l'usine, en provoquant fréquemment de fortes charges de DBO et de matières en suspension.

Entre le premier trimestre de 1977 et le troisième trimestre de 1979, les concentrations moyennes de l'effluent de l'usine étaient de 674 mg/l de DBO et de 429 mg/l de matières en suspension. Ces chiffres étaient légèrement supérieurs et inférieurs à la limite de 600 mg/l fixée par la municipalité en 1977 et 1978, mais largement au-dessus de la limite de 300 mg/l en vigueur actuellement. L'unité LCZ fut mise partiellement en service vers le milieu de 1979, et elle fonctionnait à pleine capacité en mars 1980. Depuis cette époque, l'effluent, analysé par la municipalité, semblait nettement amélioré (annexe II).

Entre mars et avril 1980, les concentrations de l'effluent du puisard variaient d'un maximum de 1520 mg/l à un minimum de 550 mg/l pour la DBO, et d'un maximum de 1274 mg/l à un minimum de 408 mg/l pour les matières en suspension. Ces chiffres auraient été ceux de l'effluent de l'usine directement évacué dans le système d'égouts de la municipalité si l'unité LCZ n'avait pas été en place. La très grande variation quotidienne des concentrations de DBO et de matières en suspension dans l'effluent initial du puisard était une caractéristique intéressante qui représente probablement les fluctuations journalières de production et d'entretien de l'usine.

Pendant les essais de mars et avril 1980, des échantillons de matières flottantes du puisard existant furent prélevés trois fois par semaine au moment du pompage vers la section de récupération, et leur humidité fut mesurée (annexe III). Il y avait de fortes variations du taux d'humidité, mais on suppose qu'un pourcentage moyen d'environ 50 p. 100 est représentatif. Les échantillons ne furent pas analysés pour leur teneur en graisses, mais leur apparence après chauffage pour éliminer l'humidité montre qu'ils renfermaient de fortes quantités de graisses.

Comme dans le cas de l'effluent liquide provenant du puisard existant, on peut supposer qu'il n'y a pas eu de grands changements en ce qui concerne les matières flottantes depuis l'installation de l'unité "Lectro Clear Z".

Pendant les essais de mars et avril, des échantillons de boues de fond du puisard furent prélevés quotidiennement et analysés pour déterminer leur humidité. L'annexe III donne les résultats de ces analyses. Comme le montre le tableau à l'annexe III p. 63, le taux d'humidité de ces boues était généralement assez uniforme, avec en moyenne un peu plus de 90 p. 100 en poids. On peut supposer qu'avant l'installation de l'unité LCZ, la quantité de ces boues et leur consistance étaient à peu près les mêmes.

### **3.3 Avantages prévus du système LCZ**

L'installation de l'unité "Lectro Clear Z" laissait entrevoir deux principaux avantages:

- a) diminution des frais d'utilisation de l'égout municipal;
- b) récupération de produits secondaires supplémentaires.

Il s'agissait de deux avantages financiers importants pour la Swift Canadian Company Limited, et la municipalité serait du même coup débarrassée de certains de ses problèmes d'épuration. On s'attendait à ce que les concentrations de DBO et de matières en suspension dans les eaux résiduaires de l'usine tombent au niveau réglementaire fixé par la municipalité de Lethbridge pour les effluents industriels. En installant une unité de traitement pour se conformer au règlement municipal, la compagnie pourrait se voir rembourser une partie des surtaxes versées précédemment par elle (déposées en banque pour trois années). Un autre gain viendrait s'ajouter si la diminution de la charge de déchets est égale à 65 p. 100 des charges moyennes à longue échéance de l'usine.

Le second grand avantage attendu de l'installation du système LCZ était la possibilité de récupérer une quantité supplémentaire de produits secondaires. Contrairement à beaucoup de procédés de floculation-flottation, le système LCZ peut donner un effluent de qualité satisfaisante sans utilisation de sels métalliques comme agents de floculation. À part l'acide sulfurique et l'hydroxyde de sodium pour l'ajustement du pH, seule une petite quantité de polymères anioniques est ajoutée (environ 3 mg/l). Les matières flottantes sont donc pratiquement exemptes de produits chimiques, et peuvent être transformées en suif non comestible et en cretons "industriels", ce qui constitue une source supplémentaire de revenus et permet d'éviter le problème de l'élimination d'un déchet solide.

### **3.4 Installation et mise en service du procédé LCZ**

Comme l'unité LCZ fut installée en aval du puisard existant, le système initial d'épuration des eaux résiduaires ne nécessita que peu de modifications. L'effluent du puisard devint l'alimentation de l'unité LCZ, le puisard jouant le rôle de réservoir d'égalisation de l'écoulement et de sédimentation des matières grossières. Une conduite fut installée pour relier à un bassin de retenue la goulotte qui achemine les produits d'écumage vers la section d'électrocoagulation de l'unité LCZ. Les produits d'écumage

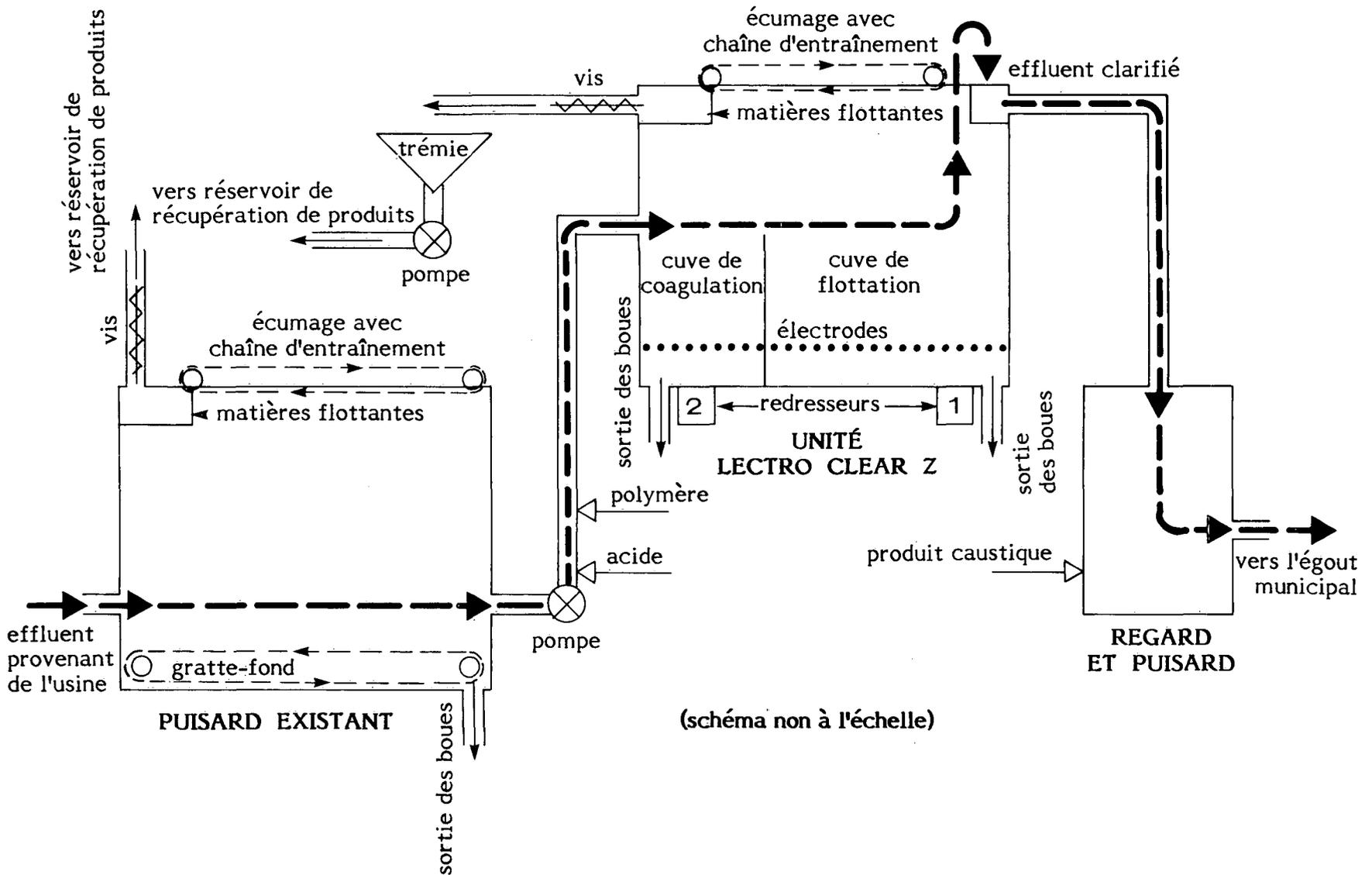


FIGURE 1 DIAGRAMME DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION LECTRO CLEAR Z À LA SWIFT CANADIAN COMPANY LIMITED DE LETHBRIDGE (ALBERTA)

s'accumulent dans ce bassin d'où ils sont pompés à intervalles réguliers vers la section de récupération de l'usine. Ils sont ensuite cuits avec la matière flottante provenant du puisard de départ pour donner du suif non comestible et des cretons "industriels". La figure 1 illustre les principales composantes du système. L'unité LCZ dans son ensemble et les installations chimiques et électriques connexes, sont logées dans un seul bâtiment communiquant avec l'arrière de l'usine.

Les paramètres de fonctionnement de l'unité LCZ (c'est-à-dire le pH, les doses de produits chimiques et les densités de courant électrique) furent déterminés d'après les essais pilotes initiaux, effectués à l'usine, et ils ne furent pas sensiblement modifiés lors de l'étude conduite en mars et avril 1980.

L'unité LCZ fut mise en service en juillet 1979. Il y eut presque immédiatement des problèmes dans le système électrique dus au mauvais fonctionnement du redresseur n° 1 qui alimente en courant les électrodes de la section de clarification-sédimentation de l'unité. Un panneau VPC (Voltage Phase Control) de commande triphasé fut remplacé par des agents de Sutherland-Schultz et de Dorren Electric de Lethbridge, et l'unité remise en service. En août, des représentants de la Clinton Supply Company furent appelés pour vérifier le redresseur n° 2 qui alimente en courant les électrodes de la section d'électro-coagulation. On constata qu'un bobinage secondaire avait sauté, probablement à cause de vapeur dans le tube de refroidissement qui le faisait chauffer et le désagrégeait. Un autre panneau de commande triphasé de la tension (VPC) dans cette partie de l'unité dut être remplacé deux fois.

En septembre, un RSC (redresseur au silicium commandé) dans les circuits primaires du redresseur de la cuve de flottation (n° 1) sauta et dut être remplacé lui aussi. Cela permit de remettre en service le redresseur n° 1, mais de façon assez irrégulière. Au début de novembre le redresseur n° 1 fit de nouveau défaut car le RSC avait encore sauté. Des agents de Sutherland-Schultz et de Clinton Supply vérifièrent avec les électriciens de l'usine de Lethbridge le redresseur n° 1. On réussit finalement à remettre en service l'unité. Cependant, presque immédiatement après, l'un des transformateurs sauta et le redresseur n° 1 fut à nouveau arrêté. Vers la fin de novembre, le redresseur n° 1 fut déconnecté, mis en caisse et expédié à Chicago pour être réparé. Il fut renvoyé à Lethbridge en janvier et réinstallé au début du mois.

Lors de la réinstallation du redresseur, on procéda à une vérification complète du système de stabilisation de la tension de l'ensemble de l'usine, car on le soupçonnait de plus en plus d'être la cause des pannes répétées de l'unité. On constata que la tension variait de 420 V à 520 V. Cette dernière valeur excédait la limite supérieure de 506 V (460 V + 10 p. 100) fixée pour la tension d'entrée de l'unité LCZ, et approchait de sa limite inférieure de fonctionnement de 414 V (460 V - 10 p. 100).

Des mesures furent prises pour s'assurer que la tension de l'installation varie dans une fourchette de valeurs acceptable pour le procédé LCZ. Comme il n'y eut aucune autre panne du redresseur n° 1 depuis sa réinstallation en janvier 1980, il semble qu'on ait réussi à bien régler la tension dans l'usine et à accroître ainsi la fiabilité de l'unité LCZ. Une vérification de la tension dans l'usine en juillet 1980 révéla une fourchette de fonctionnement de 488 V à 490 V.

## 4 PROGRAMME D'ÉVALUATION

### 4.1 Échantillonnage et analyse des eaux résiduaires

L'unité LCZ fut installée au début de 1979. Mais, le programme d'évaluation fut retardé plusieurs fois en raison des problèmes électriques. Les dispositions finales pour le programmes furent arrêtées lors d'une réunion tenue à l'usine de Lethbridge le 25 février 1980, l'échantillonnage débutant à cette date. Il fut décidé à cette réunion que la semaine du 25 au 29 février serve de période d'essai, de telle façon que le véritable programme d'évaluation puisse débuter le 3 mars et se prolonger jusqu'au 25 avril, couvrant ainsi huit semaines de fonctionnement.

L'échantillonnage dans le programme d'évaluation consistait à prélever des échantillons composites des eaux d'admission et de l'effluent pendant les heures normales d'activité de l'usine, soit de 8 h à 16 h, ainsi que pendant la période de nettoyage, de 17 h à minuit. Il devint très vite évident que de 8 h à 16 h l'unité LCZ recevait habituellement des charges beaucoup plus élevées que de 17 h à minuit. L'unité LCZ paraissait capable d'atteindre une diminution de la DBO de l'ordre de 50 à 70 p. 100, avec une baisse équivalente de la quantité de matières en suspension. Comme prévu, ces pourcentages étaient généralement un peu plus élevés lorsque les valeurs de DBO et de matières en suspension de l'admission étaient plus fortes. En dépit du meilleur rendement de l'unité LCZ avec une eau d'admission plus chargée, la qualité de l'effluent pendant la période d'exploitation de l'usine était inférieure à celle notée durant la période de nettoyage. De plus, lorsque la DBO de l'eau d'admission dépassait environ 600 mg/l, et même si le rendement était meilleur pendant la période d'exploitation, la diminution de la DBO dans l'effluent n'était pas suffisante pour atteindre les 225 à 250 mg/l requis équivalant à une amélioration de 65 p. 100 et permettant d'obtenir le remboursement.

Il s'avéra que l'effluent de l'unité LCZ n'atteindrait une qualité satisfaisante qu'avec une admission qui ne serait pas chargée excessivement. On consacra beaucoup de temps et d'efforts lors des essais d'évaluation à améliorer ce qu'on pourrait appeler globalement travaux de nettoyage, dont dépendait aussi la qualité des eaux résiduaires alimentant l'unité LCZ. On surveilla particulièrement les procédés de traitement à l'usine ainsi que les travaux d'entretien pour que les eaux évacuées contiennent le moins possible de sang. Les résultats atteints montrent que ces efforts furent couronnés de succès.

Une importante décision fut prise dès le début: effectuer les analyses de demandes chimique et biochimique en oxygène pour tous les échantillons d'eaux résiduaires. Cette décision était principalement fondée sur une régulation beaucoup plus efficace du procédé, qui résulterait de l'utilisation des données sur les concentrations de DCO. La durée normalisée de cinq jours pour la mesure de la DBO donne une période minimale de six jours entre le prélèvement des échantillons et l'obtention des résultats. En raison de la nature du projet et de la forte probabilité que des modifications soient apportées au cours de l'essai, il semble inacceptable qu'il y ait un intervalle de presque une semaine entre l'échantillonnage et la sortie des résultats. Avec les analyses de la DCO, il fut possible de prélever des échantillons un jour, de les réfrigérer pendant la nuit, de les envoyer par avion au laboratoire à Edmonton le matin suivant pour analyse et, si nécessaire, de recevoir les résultats par téléphone à l'usine de Lethbridge le même après-midi.

Tout au long de l'essai, le rapport DBO sur DCO demeura relativement constant, variant habituellement de 0,45 à 0,60. En prenant une valeur moyenne de 0,55, il était possible de prévoir avec assez de précision les concentrations de DBO dans un délai de 24 à 36 heures après le prélèvement des échantillons.

Une autre raison qui militait en faveur des analyses de la DCO en plus de celles de la DBO était la nature généralement beaucoup plus fiable de la mesure de la DCO. En dépit de l'observation scrupuleuse des Méthodes normalisées\*, les résultats des analyses de la DBO étaient parfois très irréguliers. Ces analyses, particulièrement dans des travaux expérimentaux, nécessitent une réfrigération d'une fraction de chaque échantillon, pour qu'il puisse être réanalysé ultérieurement si la première série d'analyses ne se révèle pas concluante.

Comme il n'était pas toujours facile de mesurer le débit à un moment donné, et comme le débit d'entrée de l'unité LCZ était maintenu constant, il fut décidé de prélever toutes les heures des échantillons de taille égale tout au long de la période d'échantillonnage. Les échantillons furent prélevés dans l'eau d'admission par une ouverture pratiquée juste avant l'unité LCZ. Au début du programme, les échantillons d'effluent furent recueillis au déversoir de trop-plein à la sortie de la section de sédimentation de l'unité LCZ. Pour cela, il fallait grimper à une échelle métallique de 4,5 mètres; pour pallier cet inconvénient on a donc introduit un tuyau d'échantillonnage dans la goulotte juste en dessous du déversoir, ce qui permettait de recueillir les échantillons à partir du plancher en dessous de l'unité.

Chaque heure, un échantillon d'environ un demi-litre était prélevé dans l'eau d'admission, et versé dans un contenant couvert en plastique d'une capacité de quatre gallons (18 litres). On recueillait un échantillon semblable dans l'effluent, versé lui aussi dans un autre contenant en plastique. Ces contenants étaient conservés juste à l'extérieur de la porte du bâtiment abritant l'unité LCZ. Comme il faisait encore assez froid, la réfrigération naturelle fut jugée suffisante. À la fin de la journée de travail, l'échantillon de chaque contenant était brassé énergétiquement, puis transféré dans des bouteilles en plastique d'une pinte (1,14 litre). Ces bouteilles étaient entreposées pendant la nuit dans le congélateur de l'usine, avant leur expédition le lendemain par avion jusqu'à Edmonton. Les échantillons arrivaient à Edmonton peu après midi le lendemain de l'échantillonnage, la mesure de la DCO étant généralement effectuée l'après-midi de la même journée.

En raison de la période relativement courte entre le prélèvement des échantillons et l'analyse, ainsi que de l'exigence voulant que les mesures de la DBO soient effectuées pour tous les échantillons, il n'y eut addition d'aucun produit chimique ni d'agent de conservation. La réfrigération ou, dans certains cas, la congélation des échantillons étaient suffisantes dans ces conditions. En effet, le traitement des échantillons était grandement favorisé par les conditions atmosphériques, les températures extérieures variant entre environ -5 °C et +5 °C pendant la majeure partie des huit semaines.

L'annexe III décrit les méthodes analytiques utilisées.

## 4.2 Résultats analytiques

L'annexe III présente les données obtenues lors du programme d'échantillonnage et d'analyse. Comme on l'a dit, on a préféré prélever deux échantillons composites correspondant à des périodes de huit heures (de 8 h et de 16 h à minuit) plutôt que des échantillons quotidiens de 24 heures ou de 16 heures (8 h à minuit). Aucun échantillon n'a été prélevé la nuit. L'eau passant à travers l'usine entre minuit et 8 h est essentiellement constituée d'eau de refroidissement utilisée dans le système de réfrigération de l'usine, et le courant dans les redresseurs de l'unité LCZ est habituellement interrompu environ 2 heures après la fin de la période de nettoyage.

\* American Public Health Association, American Society of Civil Engineers, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th edition, 1975.

TABLEAU I RENDEMENT DU PROCÉDÉ LECTRO CLEAR Z POUR L'ÉPURATION DES EAUX RÉSIDUAIRES D'UNE SALAISON-CONSERVERIE

Date	DBO			Matières totales en suspension			Corps gras			
	Admission (mg/l)	Effluent (mg/l)	% non éliminé	Admission (mg/l)	Effluent (mg/l)	% non éliminé	Admission (mg/l)	Effluent (mg/l)	% non éliminé	
Mars	3	1365	533	61	1086	492	55	193	66	66
	4	679	295	57	580	154	73	129	35	73
	5	803	423	47	653	209	68	95	38	60
	6	611	258	58	447	137	69	41	8	80
	10	1002	584	42	738	396	46	158	60	62
	11	714	439	39	545	287	47	90	44	51
	12	1220	492	60	912	300	67	209	58	72
	13	751	506	33	667	380	43	69	23	67
	14	485	280	42	616	335	46	60	29	52
	17	454	241	47	413	168	59	37	13	65
	18	431	172	60	428	57	87	41	4	90
	19	877	291	67	661	160	76	154	24	84
	20	579	207	64	708	184	74	101	16	84
	21	596	242	59	461	249	46	82	20	76
	24	495	229	54	473	127	73	54	9	83
	25	564	228	60	453	142	69	82	16	80
	26	540	218	60	449	126	72	27	4	85
	27	377	228	60	362	169	53	28	11	61
	28	576	230	60	513	121	76	34	9	74
	31	607	319	47	414	112	73	74	13	82
Avril	1	471	201	57	417	91	78	16	4	75
	2	529	269	49	375	105	72	32	24	24
	3	450	167	63	461	188	59	40	9	78
	7	923	362	61	706	241	66	167	61	63
	8	451	196	57	284	89	69	45	7	84
	9	430	162	62	346	114	67	27	4	85
	10	574	191	67	478	77	84	93	5	95
	11	745	252	66	648	121	81	248	44	82
	14	950	467	51	667	307	54	129	50	61
	15	521	256	51	361	187	48	46	24	48
	16	542	239	56	330	72	78	31	5	84
	17	648	256	60	468	106	77	53	8	85
	18	795	245	69	550	126	77	125	23	82
	21	764	250	67	541	95	82	104	14	87
	22	546	163	70	397	37	91	48	3	94
	23	596	240	60	485	121	75	57	13	77
	24	481	153	68	313	42	87	35	5	86
	25	452	225	50	441	153	65	23	9	61
Moyenne		647	284	57	522	173	68	81	21	74

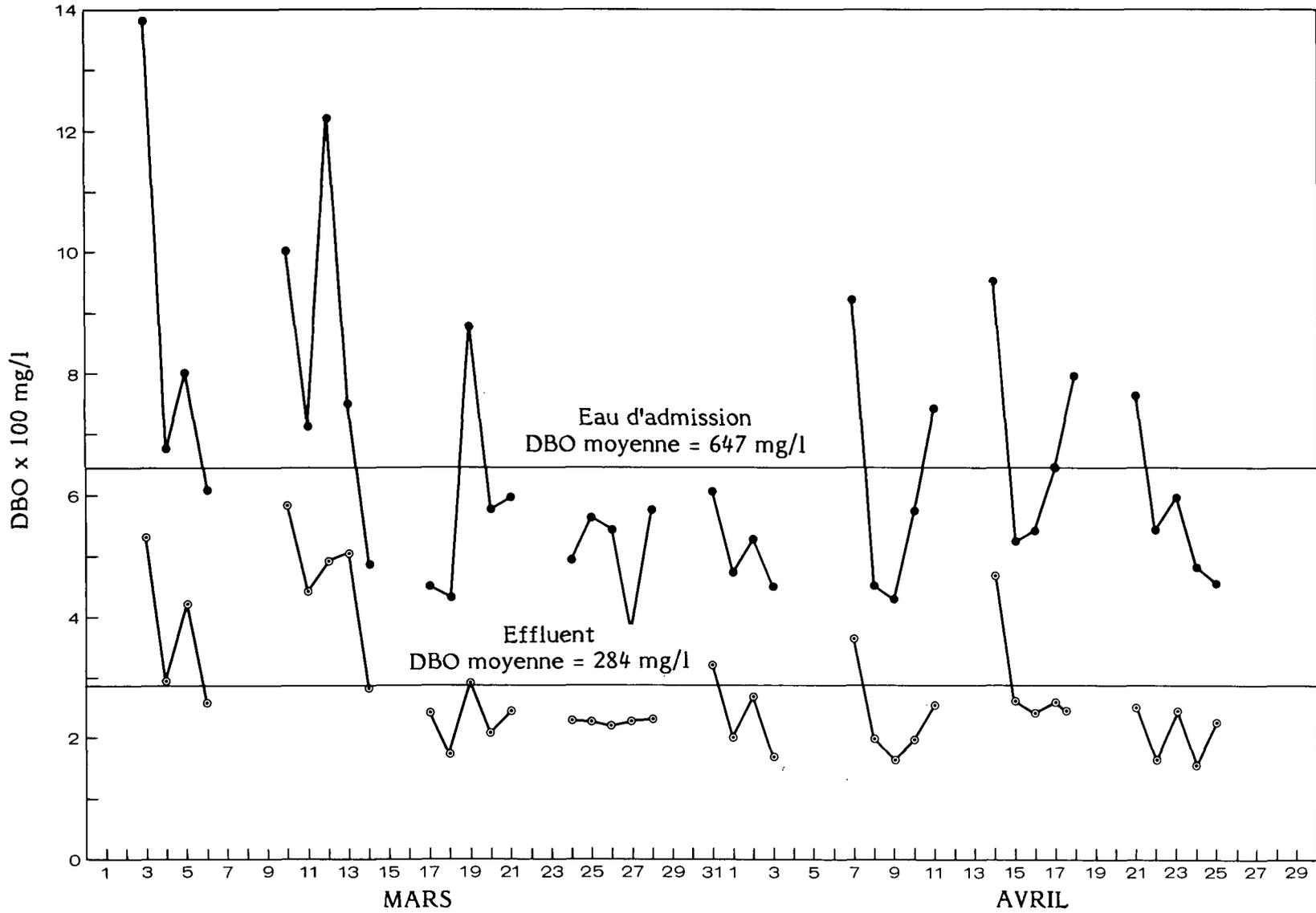


FIGURE 2 CONCENTRATIONS DE DBO DANS L'EAU D'ADMISSION ET DANS L'EFFLUENT DU LCZ

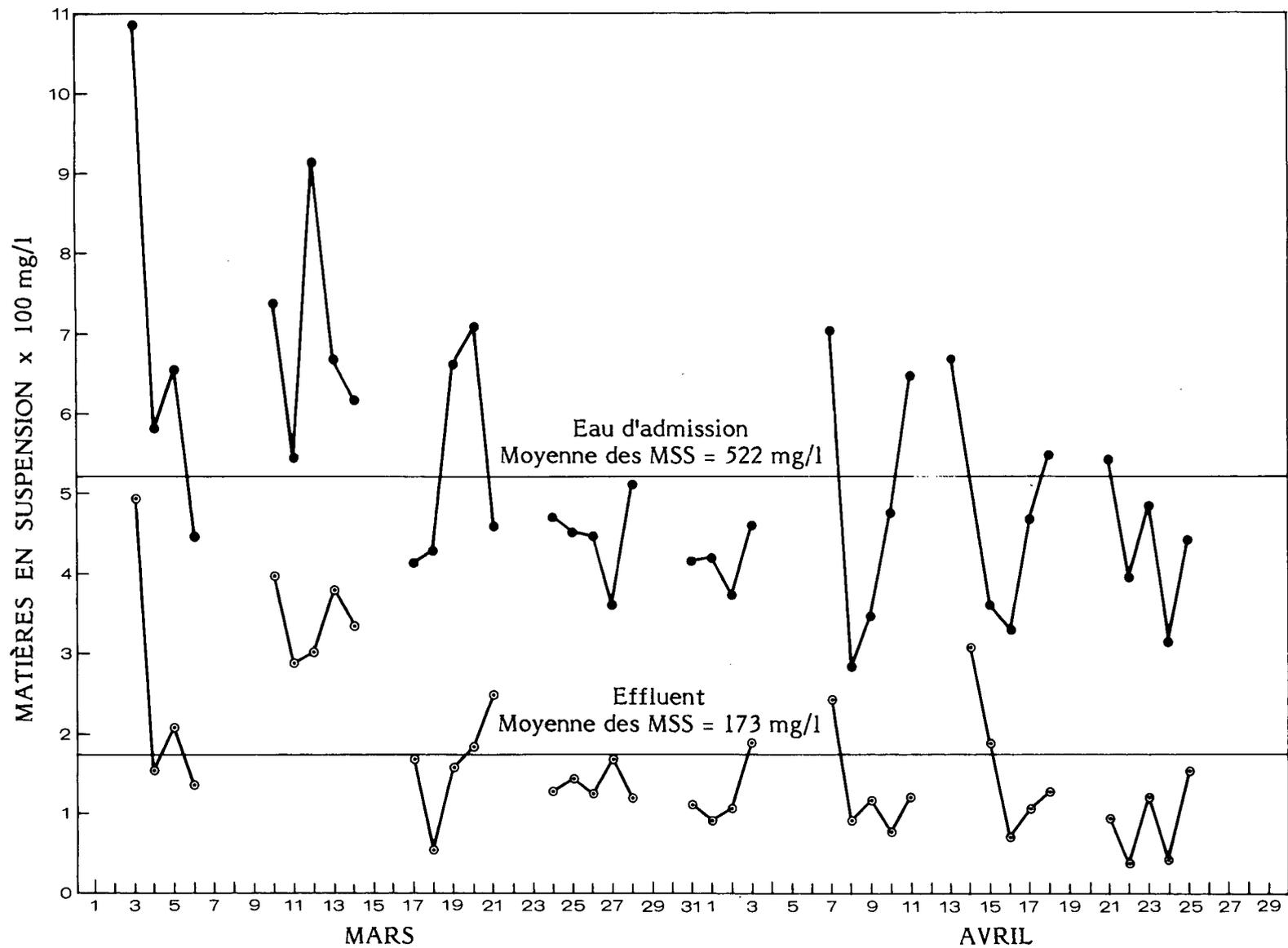


FIGURE 3 CONCENTRATIONS DE MATIÈRES EN SUSPENSION DANS L'EAU D'ADMISSION ET DANS L'EFFLUENT DU LCZ

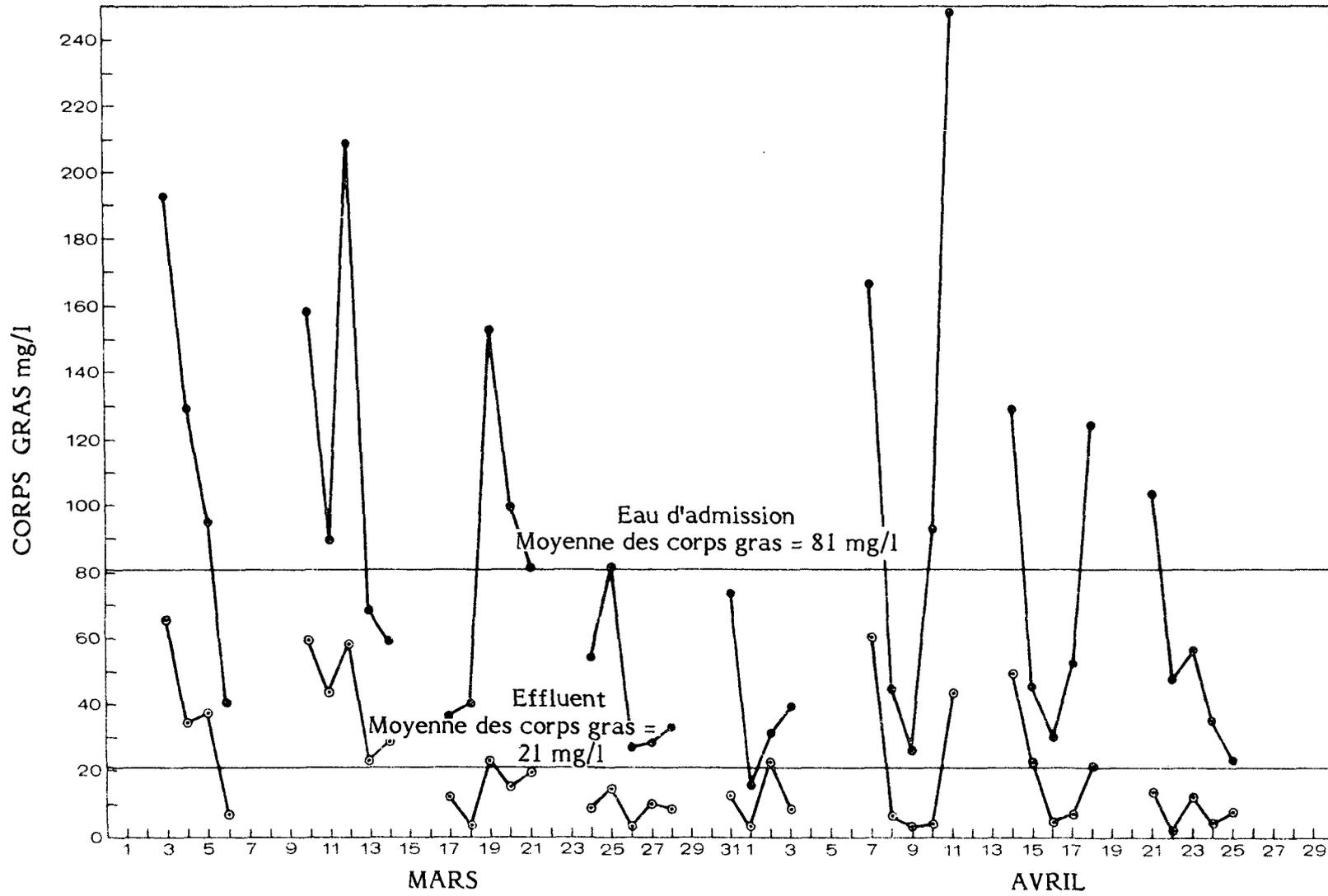


FIGURE 4 CONCENTRATIONS DE CORPS GRAS DANS L'EAU D'ADMISSION ET DANS L'EFFLUENT DU "LCZ"

Le tableau 1 résume le rendement de l'unité LCZ en ce qui concerne l'élimination de la DBO, des matières en suspension, ainsi que des corps gras et des huiles. Les figures 2, 3 et 4 donnent graphiquement les résultats analytiques.

TABLEAU 2 COMPARAISON DES RÉSULTATS ANALYTIQUES DU PROGRAMME D'ÉVALUATION ET DES DONNÉES DE LA VILLE DE LETHBRIDGE

Date*	DBO (mg/l)		Matières en suspension	
	Programme LCZ**	Ville***	Programme LCZ**	Ville***
Mars	3	535	515	199
	4	295	154	155
	5	423	209	200
	6	258	137	124
	13	506	380	286
	20	207	184	151
	24	229	127	165
	25	228	142	148
	26	218	126	170
	27	228	169	145
Avril	2	269	105	120
	10	191	77	95
	17	256	106	120
	24	153	42	98
Moyenne		281	177	155

\* Les dates manquantes sont celles pour lesquelles il n'y a pas de données pour la ville.

\*\* Les concentrations sont les moyennes pondérées des échantillons composites correspondant à deux équipes de travail par jour; les valeurs nocturnes sont exclues.

\*\*\* Échantillons composites quotidiens obtenus automatiquement, y compris les valeurs nocturnes.

Le tableau 2 compare les moyennes des résultats obtenus avec des échantillons correspondant à la journée de travail et à la période de nettoyage lors du programme d'évaluation, et les résultats obtenus par la municipalité de Lethbridge avec des échantillons composites de 24 heures. En dépit du fait que les échantillons du programme d'évaluation et ceux de la municipalité avaient été prélevés à des points différents, à des moments quelque peu différents, et par des méthodes différentes, et qu'ils ont enfin été analysés dans des laboratoires différents, les résultats analytiques sont remarquablement proches. Les échantillons composites de 24 heures de la municipalité donnaient des valeurs moyennes d'environ 10 p. 100 inférieures à celles des échantillons correspondant à l'équipe de jour, écart qui peut être attribué à l'eau de refroidissement de l'usine évacuée pendant la nuit.

Cependant, pour un fonctionnement efficace, on constata qu'une tension plus élevée était nécessaire, avec les valeurs suivantes:

	Redresseur n° 1 Section de la flottation	Redresseur n° 2 Section de l'électrocoagulation
Tension	20 à 25 V	15 à 17 V
Ampères	2000 A	2000 à 2500 A

Il est possible qu'à l'intérieur de certaines limites il soit souhaitable d'ajuster ces valeurs en fonction des exigences de chaque système.

Après la période d'évaluation (mars et avril 1980), on mit le doigt sur deux difficultés qui auraient pu gêner gravement le fonctionnement du système LCZ. La première se situait au niveau du système des électrodes. Les porte-fusibles requis par les règlements locaux fonctionnaient mal, et on estime que jusqu'à 60 p. 100 des électrodes n'ont pas été alimentées en électricité pendant l'étude. Cela explique peut-être les hautes tensions requises. La seconde difficulté concernait la conductivité des eaux résiduaires. Les données antérieures montraient que les essais pilotes, qui guidèrent le choix des paramètres initiaux de fonctionnement, avaient peut-être été faussés par l'absence de rigole pour le sang construite ultérieurement dans le plancher de la salle d'abattage, ainsi que par la concentration de sels minéraux dans l'approvisionnement en eau de la ville.

On a commencé à séparer le sang des eaux résiduaires au début du programme d'évaluation. Cependant, lors des essais pilotes et de la période de mise en marche de l'unité LCZ, du sang mal canalisé pénétrait dans le système d'eaux résiduaires, au lieu d'être envoyé dans les réservoirs de l'usine prévus à cette fin. Le sang est un bon électrolyte et a pu modifier la conductivité des eaux résiduaires pendant les essais pilotes.

L'eau de Lethbridge a de fortes teneurs en sels minéraux, dues à des modifications hydrologiques du sous-sol, lorsque l'irrigation locale est arrêtée. Comme les essais pilotes ont été effectués pendant cette période annuelle de haute concentration en sels minéraux dans l'eau de la ville, on a peut-être introduit une seconde cause d'erreur dans l'estimation de la conductivité des eaux résiduaires de la salaison.

Comme les effets de ces deux facteurs s'ajoutent, la conductivité des eaux résiduaires de la Swift Canadian a été surestimée pendant les essais pilotes ce qui a eu pour conséquence de sous-estimer de la tension de fonctionnement de l'unité LCZ.

Les deux facteurs aurait, ensemble augmenté la conductivité des eaux résiduaires de la Swift Canadian pendant les essais pilotes avec, comme conséquence, une tension basse pour le système LCZ.

Lors de la mise en marche du système LCZ à l'échelle réelle, on s'est servi des paramètres de fonctionnement déterminés lors des essais pilotes. À ce moment, le seul facteur ayant pu modifier la conductivité des eaux résiduaires était le sang. Cela aurait probablement permis de maintenir une conductivité satisfaisante dans le système pendant la période de fonctionnement de l'unité, mais la dilution du sang aurait sensiblement fait baisser cette conductivité lors de la période de nettoyage, ce qui à son tour aurait causé certains des premiers problèmes électriques avec les redresseurs, en plus de ceux attribuables à leur fabrication. Après la réinstallation du redresseur n° 1, on procéda à l'installation d'un limiteur de tension pour minimiser les variations de la tension d'alimentation, ce qui semblait apporter une certaine stabilisation.

Lorsque les employés de la Swift Canadian mesurèrent la variation diurne de la conductivité des eaux résiduaires, ils constatèrent de très grands écarts. Pendant les cinq jours de mesure, on releva des valeurs allant de 10 000  $\mu\text{mhos}$  à 800  $\mu\text{mhos}$ , les tensions correspondantes s'établissant comme suit:

Les résultats pour la DCO et la DBO solubles (annexe III) montrent que le procédé Lectro Clear Z n'en diminuait pas sensiblement les concentrations. Les DCO et DBO solubles sont probablement dus en grande partie aux protéines et autres matières organiques qui peuvent être partiellement solubles dans l'eau, comme par exemple, le sang. Bien qu'on ait cru au départ que, en théorie le polymère anionique avec l'ajustement du pH et l'effet électrolytique, pouvait provoquer la coagulation de matières dissoutes et colloïdales et créer par conséquent des conditions favorables à la floculation, les résultats montrent qu'en pratique il y a très peu de coagulation et de floculation de matières dissoutes.

Cela montre l'importance de limiter la quantité de sang évacuée de l'usine par les eaux résiduaires, grâce à un entretien efficace et à la bonne tenue de l'installation.

### 4.3 Fonctionnement

Le fonctionnement de l'unité Lectro Clear Z est relativement simple. Une fois que les paramètres de fonctionnement, comme le débit, le pH, les doses de polymère, le taux d'écumage et la densité du courant électrique, ont été déterminés, une installation de ce type est presque automatique. Cependant, cela ne veut pas dire que la surveillance et l'entretien peuvent être négligés. Il faut par exemple surveiller de près le pH, car même s'il s'agit là d'une fonction automatisée, l'équipement de contrôle est exposé à des défauts, comme des pannes électriques et l'encrassement des électrodes. Cela se produisit le 2 avril, lorsque le pH des eaux résiduaires passant à travers le système tomba à une valeur située entre 3,75 et 4, ainsi que le 3 avril, où il était entre 3,25 et 5,40. La diminution de la DBO ne fut pas suffisante pendant une grande partie de cette période. La défécuosité fut localisée dans le capteur, lequel commande l'addition d'acide. Les mêmes observations s'appliquaient à n'importe quelle partie de l'équipement d'autorégulation.

De toutes les composantes de l'unité Lectro Clear Z, c'était probablement le système électrique qui était le plus exposé aux défauts. Dès le début de son installation, l'unité connut des problèmes électriques qui ont perturbé son fonctionnement. En fait, entre juillet 1979 et janvier 1980, l'unité se trouvait fréquemment soit complètement, soit partiellement hors de service à cause de défauts électriques. Le pire c'est que l'unité fonctionnait parfois bien pendant plusieurs jours, puis devait être mise hors de service en raison d'une panne électrique. Cela signifiait que le seul traitement d'épuration reçu par l'effluent était celui assuré par le puisard existant. Dans l'optique du règlement de Lethbridge, deux ou trois jours de traitement insuffisant des eaux résiduaires pouvaient facilement annuler les bénéfices de plusieurs semaines d'épuration valable. Il faut donc accorder une importance toute particulière à la fiabilité de l'équipement d'épuration, et l'unité Lectro Clear Z ne permit pas d'obtenir cette fiabilité lors de sa mise en service.

Après la réinstallation du redresseur n° 1 en janvier 1980, le système électrique semblait assez bien fonctionner, même si les meilleurs résultats ont apparemment été obtenus lorsque les redresseurs fonctionnaient à une tension supérieure à celle conseillée dans le manuel d'instructions. La densité du courant électrique est l'un des paramètres décrits dans le manuel d'instructions comme devant être ajusté aux conditions locales de fonctionnement.

Les réglages suivants étaient proposés par le fabricant de l'unité Lectro Clear Z:

	Redresseur n° 1	Redresseur n° 2
	Section de la flottation	Section de l'électrocoagulation
Tension	12 V c.c.	8 V c.c.
Ampères	2500 A	3000 A

Conductivité ( $\mu\text{mhos}$ )

	Maximum (10 000)	Minimum (800)
Tension (redresseur n° 1)	9,5	29,5
Tension (redresseur n° 2)	6,5	15,5

On constata que la faible conductivité entraînait une demande excessive pour le redresseur du LCZ, d'où une tension d'alimentation dépassant la marge de tolérance des redresseurs.

#### 4.4 Hydrogène sulfuré

Pendant toute la période d'essai du LCZ, l'odeur caractéristique de l'hydrogène sulfuré pouvait être perçue dans tout le secteur abritant l'unité. Cela était probablement causé par la décomposition partielle des substances protéiniques dans les eaux résiduelles durant l'électrolyse. On fit des essais pour déterminer la teneur en hydrogène sulfuré en plusieurs points. Tous confirmèrent la présence du gaz, mais en concentrations inférieures aux limites imposées par les règlements provinciaux, à l'exception d'un seul essai, dans un puisard où l'effluent traité est envoyé avant son évacuation dans l'égout de la ville. La teneur relativement faible en  $\text{H}_2\text{S}$  dans l'air est probablement due au système de ventilation à air forcé dans la section du LCZ et, aussi longtemps que la ventilation sera en service, aucun risque majeur ne sera à craindre. Par ailleurs, on a également observé l'accumulation de boues dans la section de sédimentation du clarificateur de l'unité, laquelle devait être nettoyée régulièrement; cette section était de couleur presque noire, et dégageait une forte odeur d'hydrogène sulfuré. La situation s'était peut-être aggravée à la suite des défauts électriques mentionnés précédemment, avec comme conséquence une décomposition anaérobie des produits.

#### 4.5 Récupération des produits d'écumage

Un des avantages qu'on attendait de l'utilisation du procédé Lectro Clear Z était la récupération d'une importante quantité de matières flottantes ou de produits d'écumage dans la section de coagulation, qui contiendrait beaucoup de corps gras et serait exempte d'additifs chimiques comme le sulfate ferreux. Ces corps gras pourraient alors être envoyés dans la section de récupération et d'extraction, d'où une source supplémentaire de revenu.

Pendant la période d'essai de mars et avril, des échantillons furent prélevés trois fois quotidiennement dans la goulotte située à l'extrémité de l'unité LCZ, où les produits d'écumage flottants étaient entraînés par une vis sans fin jusqu'à un réservoir, pour être enfin pompés dans la section de récupération des graisses. Ces échantillons aléatoires furent combinés en un spécimen composite quotidien de matières flottantes du LCZ puis analysés pour connaître leur teneur en humidité, et certains pour leur teneur en corps gras. L'un des tableaux de l'annexe III donne les résultats de ces analyses. Les matières flottantes contenaient en moyenne environ 92 p. 100 d'humidité, et après déshydratation, à peu près 50 p. 100 de corps gras. Ainsi, toutes les matières flottantes brutes récupérées pendant l'essai renfermaient en moyenne de 5 p. 100 de corps gras. Cela se situait bien en dessous des valeurs prévues au départ, et il fallait donc réexaminer la méthode d'écumage.

Il semble que pendant la période d'essai, le dispositif d'écumage fonctionnait en régime continu, et aucune modification n'avait été apportée à cette façon de procéder. Plus tard, l'écumage s'effectua selon des alternances de 15 minutes de marche, suivies de 15 minutes d'arrêt, et ainsi de suite. Une série d'échantillons aléatoires révéla que cette

façon d'opérer produisait des matières flottantes d'une teneur d'humidité de 91,08 p. 100, ce qui n'était pas beaucoup mieux qu'en régime continu. Des échantillons prélevés à nouveau en juin donnèrent après analyse les résultats suivants:

<u>Date de l'échantillon</u>	<u>Intervalle d'écumage</u>	<u>% d'humidité en poids</u>
4 juin 1980	15 min de marche - 15 min d'arrêt	88,73 %
16 juin 1980	6 min de marche - 1 h d'arrêt	87,66 %

#### 4.6 Considérations économiques

La possibilité de récupérer des produits secondaires commercialisables constituait un facteur primordial dans le choix de l'unité LCZ pour l'usine de la Swift Canadian. L'annexe IV donne une évaluation et une comparaison des coûts d'exploitation de l'unité LCZ et de la récupération des produits secondaires, ainsi que du gain en revenus supplémentaires. Cette étude comparative est résumée au tableau 3. Si on exclut le coût d'immobilisation de l'unité et les économies prévues au niveau des surtaxes versées à la municipalité de Lethbridge, on évalue à environ 500 \$ par jour le revenu net pour l'usine, attribuable à l'unité LCZ. Deux variables pourraient sensiblement modifier cette estimation:

- a) le nombre de têtes de bétail tuées par jour;
- b) la teneur en humidité des produits d'écumage destinés à être fondus.

Les chiffres du tableau 3 supposent une capacité de 600 têtes de bétail par jour. Si la production de l'usine tombait à 400 têtes par jour, le revenu quotidien prévu tomberait de 1070 \$ à environ 720 \$, avec seulement une légère diminution des coûts d'exploitation associés. Le tableau 3 révèle également que le coût de production de la vapeur pour récupérer les produits d'écumage dont la teneur en humidité est de 92 p. 100 s'élève à environ 175 \$ de plus par jour que la même récupération mais avec des produits d'écumage ne renfermant que 80 p. 100 d'humidité. Cela montre la grande importance économique de réduire la teneur en humidité de ces produits.

Bien que le système LCZ ait produit durant l'étude des matières flottantes renfermant en moyenne 92 p. 100 d'humidité, on a pris pour le calcul des taux de rendement une valeur de 80 p. 100. Celle-ci était jugée réaliste et possible, en effet le système fonctionnait à ce pourcentage peu après l'étude, la plupart des problèmes électriques ayant été surmontés.

Le coût d'immobilisation initial de l'unité LCZ totalisait 522 000 \$. Cette somme comprend 137 000 \$ pour le bâtiment et 385 000 \$ pour l'équipement, y compris tous les coûts associés à la construction et à l'installation. Si on évalue à environ 270 000 \$ par année les revenus provenant de la vente des produits secondaires récupérés et approximativement à 117 000 \$ par année les coûts d'exploitation, plusieurs cas peuvent être considérés pour déterminer les taux possibles de rentabilité de l'investissement. Le tableau 4 illustre les taux de rentabilité et les périodes d'amortissement pour le cas de base, avec seulement les coûts d'exploitation et les revenus des produits secondaires; un second cas est présenté, qui incorpore le non-paiement des surtaxes municipales en tant que revenu; et enfin un troisième exemple tient compte du programme d'amortissement fiscal accéléré (PAA) d'Environnement Canada. L'annexe IV donne les calculs détaillés.

TABLEAU 3 COMPARAISON DES COÛTS D'EXPLOITATION D'UNE UNITÉ LCZ ET DES REVENUS DE LA RÉCUPÉRATION DE PRODUITS SECONDAIRES

Variable	Coût par jour*	Revenu supplémentaire par jour*
<u>Unité LCZ</u>		
Polymère	7,84 \$	
Acide	28,62	
Produit caustique	44,01	
Électricité	33,00	
Main-d'oeuvre	96,88	
Entretien	120,00	
<u>Récupération de produits secondaires</u>		
Main-d'oeuvre	22,50	
Vapeur (80 % d'humidité/ 92 % d'humidité)	115,71/289,28	
<u>Vente de produits secondaires**</u>		
Repas de viande		407,55 \$
Suif		662,35 \$
<b>Totaux</b>	<b>\$468,56/642,13 \$</b>	<b>\$1069,90 \$</b>

\* 1979

\*\* En supposant une production de 600 têtes par jour

TABLEAU 4 SOMMAIRE DES CALCULS DU TAUX DE RENTABILITÉ DE L'INVESTISSEMENT

	T.R. (%)	Période d'amortissement (années)
Cas de base	16,6	4,9
Avec surtaxe	28,8	3,2
PAA (sans surtaxe)	21,4	3,5

## 5 EXAMEN DES RÉSULTATS

Pendant les essais d'évaluation à Lethbridge, au moment de son fonctionnement optimal, l'unité Lectro Clear Z permit de réduire de façon assez impressionnante les concentrations de la DBO et de matières en suspension, la baisse de la DBO se situant en moyenne autour de 60 p. 100. L'unité produisait des matières flottantes renfermant des quantités relativement faibles de métaux, et il était facile d'en récupérer les graisses en vue de leur commercialisation. L'analyse de matières flottantes séchées du LCZ par Environnement Canada donna les résultats suivants:

<u>Élément</u>	<u>ppm</u>
Aluminium	600
Calcium	2400
Cadmium	0,6
Chrome	138
Cuivre	30
Fer	5400
Manganèse	8,7
Nickel	1,5
Plomb	7,5
Zinc	85
Sodium	2360

Les matières flottantes récupérées pendant la période d'évaluation à Lethbridge contenaient beaucoup plus d'humidité que prévu (environ 90 à 92 p. 100). Le pourcentage d'humidité peut-il être diminué par une modification de la méthode d'écumage, par exemple en laissant s'accumuler les matières flottantes et en n'écumant que quelques minutes chaque heure? Seul un programme expérimental avec différents cycles d'écumage, et une analyse pour déterminer l'humidité des matières ainsi recueillies aurait pu répondre à cette question.

Dans beaucoup de municipalités, et certainement aussi dans le cadre du règlement en vigueur à Lethbridge, on accorde une importance primordiale à la fiabilité du procédé d'épuration. Un seul jour d'épuration insuffisante peut rendre nuls les bénéfices de plusieurs jours de fonctionnement satisfaisant, surtout en ce qui concerne les pénalités imposées pour les charges excessives. Ainsi, le système électrique à cause de ses défauts c'est avéré justement le point le plus faible du procédé Lectro Clear Z.

En analyse finale, le choix entre l'utilisation du procédé LCZ de préférence à un autre procédé d'épuration en usine, ou encore à l'évacuation des eaux résiduaires vers le réseau municipal après un minimum de traitement, et les pénalités ainsi encourues, devient essentiellement une question comptable. Si on ne tient pas compte du coût d'immobilisation initial du système LCZ, les principaux coûts d'exploitation de ce système sont représentés par la consommation d'électricité, le salaire de l'opérateur, et l'entretien requis. En raison de la période relativement courte d'exploitation de l'unité, il existe très peu de renseignements en ce qui concerne les coûts éventuels d'entretien; cependant, le tableau 3 donne des estimations raisonnables d'après les chiffres de l'usine. Aucune unité d'épuration aussi simple qu'elle soit ne peut fonctionner indéfiniment sans une certaine inspection, et il en est de même de l'unité LCZ. Néanmoins, il est possible d'obtenir un effluent acceptable en ajustant le pH et en maintenant la densité du courant électrique et d'autres paramètres de fonctionnement à des valeurs appropriées.

Comme le LCZ est un système électrique de traitement plutôt qu'un système chimique, il est normal qu'il consomme plus d'électricité qu'un système FAD classique. Mais, cela ne veut pas dire qu'il n'y a aucun frais en produits chimiques, en effet des additions d'acide et de soude sont nécessaires pour l'ajustement du pH. L'annexe IV détaille les coûts de l'électricité et des produits chimiques dans le cas de l'usine de Lethbridge. Une étude comparative de cet aspect de l'exploitation du LCZ par rapport à un système utilisant davantage de produits chimiques et peut-être moins d'électricité, devrait tenir compte des coûts relatifs de ces produits et de l'électricité ainsi que de leur évolution. Bien que les unités FAD nécessitent un équipement supplémentaire d'un autre type (compresseurs et pompes) et qu'elles consomment habituellement davantage de produits chimiques, leur coût d'exploitation réel est à peu près comparable à celui du LCZ. Par contre, l'unité FAD offre en général peu de possibilités de récupérer des produits secondaires commercialisables. Comme on l'a déjà signalé, la valeur des produits secondaires peut varier d'un procédé à l'autre.

Le Lectro Clear Z semble très prometteur dans le traitement non biologique des eaux résiduaires. La valeur réelle de ce système ne pourra être précisée davantage que par son exploitation expérimentale à grande échelle avec divers types d'eaux résiduaires, et dans différentes conditions de fonctionnement.

## 6 CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS

### 6.1 Système électrique

Comme le LCZ dépend principalement de son système électrique pour atteindre les résultats désirés dans le traitement des eaux résiduaires, il est important que tous les aspects électriques de cette installation soient bien examinés. C'est ce système qui faisait l'objet des problèmes de fonctionnement les plus persistants dans l'unité de Lethbridge. Des pannes fréquentes pendant les premiers six mois de fonctionnement entraînèrent une baisse de rendement de l'unité, et la mirent même complètement hors de service. Ces pannes ont été expliquées par diverses causes.

Une régulation inadéquate de la tension alimentant l'usine à partir du réseau de la ville a semble-t-il provoqué de grandes fluctuations de voltage et des valeurs excessives de la tension appliquée aux redresseurs qui brûlaient en raison de la surcharge. Certaines composantes du système de redresseur qui faisaient l'objet de soupçons furent remplacées. En automne 1980, une plus grande résistance au passage du courant indiquait une détérioration possible des électrodes. Il semble que le problème se situait aux points de raccordement des électrodes au système électrique.

Au début de l'exploitation de l'unité, on constata qu'un traitement efficace ne pouvait être obtenu qu'à la condition d'appliquer aux redresseurs une tension plus élevée que celle proposée par les fabricants. On se demanda plus tard si ce phénomène n'était pas dû à une surveillance insuffisante de la conductivité des eaux résiduaires pendant les essais pilotes. Et, c'est peut-être l'emploi d'une tension plus élevée qui a causé ou aggravé les problèmes électriques. Une fois l'étude terminée, les redresseurs à refroidissement par eau furent remplacés par de nouvelles unités à refroidissement par air. Il semble que ces dernières résistent mieux à de fortes fluctuations de tension.

Étant donné que l'installation LCZ de Lethbridge était fondamentalement expérimentale, bien des difficultés électriques peuvent être considérées comme faisant partie des ennuis "normaux" de démarrage. Cependant à cause de l'apparition inattendue de ces ennuis et de leur persistance, il est fortement conseillé d'adopter des normes plus sévères de fabrication, d'installation et d'utilisation des composantes électriques. Il faudrait tout particulièrement repérer les composantes les plus exposées à des défauts, et posséder un stock de pièces de rechange pour permettre à l'unité LCZ de fonctionner sans longues interruptions.

### 6.2 Conductivité des eaux résiduaires

Les fortes variations de la conductivité des eaux résiduaires ont peut-être contribué en grande partie aux problèmes électriques, puisqu'elles obligeaient dans certains cas à augmenter la tension appliquée aux redresseurs. Cependant, aucun document sur le LCZ, y compris le rapport de l'étude pilote, ne mentionne l'importance de la régularisation de la conductivité. En plus des irrégularités possibles de la conductivité causées par les variations de la teneur en sang des eaux résiduaires et de la teneur en minéraux de l'eau fournie par la ville, une autre variable apparut pendant la période d'évaluation. En effet l'usine de Lethbridge possède un système de traitement des eaux, comportant un réservoir de saumure qui avait débordé plusieurs fois et dont le trop-plein s'est rendu dans les eaux résiduaires. Parmi les mesures de propreté, l'élimination de ces débordements avait été retenue, car on estimait que la saumure risquait d'entraîner dans les eaux résiduaires d'indésirables substances protéiniques dissoutes. Mais, cela diminuait évidemment aussi la quantité de saumure proprement dite dans les eaux résiduaires. Bien

qu'il semble probable que la conductivité de ces eaux ait pu être modifiée avec, comme conséquence, des besoins plus grands en tension pour l'unité LCZ, ces débordements étaient certainement trop rares pour causer de fortes variations.

La preuve étant faite de l'importance de la conductivité des eaux résiduaires, il est proposé que des études soient entreprises pour déterminer les effets qu'elle peut avoir sur le fonctionnement du LCZ. Des moyens doivent être prévus pour surveiller continuellement la conductivité des eaux résiduaires et, si nécessaire, de la maintenir dans certaines limites. En plus, d'autres moyens doivent être prévus pour supprimer les effets d'une conductivité variable sur les redresseurs.

### **6.3 Ajustement du pH**

On a déjà parlé de l'importance de l'ajustement du pH pour le fonctionnement du LCZ. L'eau d'admission à l'unité est maintenue à un pH d'environ 4,0 à 4,5 par addition contrôlée d'acide sulfurique. Cette addition est commandée par une électrode sensible au pH, introduite dans la conduite en aval du point où l'acide est ajouté. Le pH de l'eau d'admission dans le LCZ est ainsi mesuré et enregistré, ce qui permet des ajustements automatiques de la doses d'acide ajouté afin de maintenir le pH désiré. Ce système fit défaut au moins une fois pendant la période d'essai de mars et avril avec, comme résultat, une élimination moindre de la DBO et des matières en suspension. Un système du même type est utilisé dans le cas de l'addition de soude caustique à l'effluent du LCZ pour amener le pH de celui-ci à 5,5 - 6,5 avant son déversement dans l'égout de la ville.

En raison des risques de défauts des appareils de mesure et de contrôle, il est recommandé que l'opérateur prélève deux fois par période de 8 heures des échantillons des eaux d'admission et des effluents du LCZ aux fins de vérification à l'aide d'un pH-mètre de laboratoire.

Les sondes du système de mesure fonctionnent en permanence et doivent être vérifiées et nettoyées régulièrement, tout comme le système d'enregistrement des données, lequel doit être étalonné à intervalles réguliers. Il faut mettre à jour un dossier des valeurs obtenues, et toute différence entre les lectures faites en continu et les mesures faites au pH-mètre de laboratoire doit être notée pour pouvoir immédiatement localiser le problème et le résoudre.

### **6.4 Installations chimiques**

Les produits chimiques utilisés (acide, soude caustique et polymère) sont d'abord amenés à la concentration voulue en les diluant avec de l'eau, puis conservés dans des réservoirs: le polymère dans un réservoir en plastique, les solutions caustique et acide dans des réservoirs en métal revêtus de plastique.

Il est recommandé que tous ces produits soient identifiés et que l'on assure leur surveillance en utilisant les unités de mesure appropriées, et que les quantités utilisées chaque jour par chaque équipe soient inscrites pour permettre une vérification supplémentaire des taux de produits chimiques consommés.

### **6.5 Température de l'eau d'admission dans le LCZ**

La documentation est généralement très avare de renseignements sur la température optimale de fonctionnement pour le procédé LCZ, même si on est globalement d'avis qu'il ne faudrait pas dépasser 40 °C. En raison de l'absence d'instructions précises pour la température, on ne s'est pas préoccupé lors de la période

d'essai de faire l'ajustement de la température de l'eau d'admission de l'unité. Cependant, les températures de cette eau et de l'effluent furent mesurées chaque heure. Elles variaient d'un minimum de 25 °C à un maximum de 40 °C. La plupart des lectures se situaient entre 30 et 40 °C. Il semble probable qu'une température trop élevée nuise à la stabilité du polymère et ait des effets indésirables sur la récupération des graisses.

Il a été recommandé que les effets de la température sur le procédé LCZ soient étudiés pendant les essais pilotes. Selon les résultats obtenus, des moyens devraient être pris pour pouvoir maintenir la température de fonctionnement à des valeurs optimales.

## 6.6 Écumage des matières flottantes du LCZ

Les instructions pour le fonctionnement de l'unité LCZ ne traitent que superficiellement de la durée, et de la fréquence des opérations d'écumage. Pendant la période d'essai de mars et avril 1980, l'écumage était effectué en continu. Les produits d'écumage récupérés durant l'étude accusaient un teneur en humidité d'environ 92 p. 100, ce qui était beaucoup plus élevé que la valeur prévue d'après les essais pilotes.

Il est évident qu'il faudrait davantage tenir compte de la durée et de la fréquence des opérations d'écumage, du fait que le taux d'humidité des produits d'écumage a une portée considérable sur la rentabilité du procédé de récupération des graisses. Il est probable que le cycle d'écumage varie en fonction des différents déchets. L'expérience avec d'autres systèmes comportant des dispositifs d'écumage, démontre qu'un fonctionnement en continu ne laisse pas assez de temps pour la formation de la matière flottante et que, d'autre part, il peut se créer une dissociation de la nappe de produits à écumer si elle est conservée trop longtemps.

Il est recommandé de prélever régulièrement des échantillons des produits flottants récupérés par écumage, afin d'analyser leur teneur en humidité et choisir le programme d'écumage ayant la plus grande efficacité.

## 6.7 Formation d'hydrogène sulfuré

Tout au long de l'essai, il y avait une odeur caractéristique d'hydrogène sulfuré dans le bâtiment abritant le LCZ. Des tests furent effectués à l'aide de disques de papier (Hach) sensibles au H<sub>2</sub>S, et d'un appareil Draeger et de tubes sensibles au H<sub>2</sub>S. Ce gaz fut décelé en tous les points du bâtiment, mais le seul endroit où sa concentration était jugée dangereuse se situait au niveau du bassin collecteur dans lequel était évacué l'effluent du LCZ. Cependant, la situation s'était peut-être aggravée par suite du fonctionnement défectueux des électrodes.

La présence de H<sub>2</sub>S en tous les points où il y avait eu des tests montre qu'il y a un risque possible. Il faut aussi remarquer qu'il existe relativement peu de renseignements sur les effets d'une exposition à long terme à de faibles concentrations de H<sub>2</sub>S.

Il est recommandé que l'on examine de très près la ventilation dans toutes les sections du LCZ, et que des programmes de surveillance régulière du H<sub>2</sub>S dans l'air soient mis en oeuvre.

## 6.8 Accessibilité et mesures de sécurité

Lors de son installation à Lethbridge, l'unité LCZ ne comportait aucun dispositif pour prélever des échantillons. Il fallut donc forer des trous et installer des conduites destinées au prélèvement des échantillons.

Il est recommandé que toutes les unités LCZ soient munies au moment de leur fabrication ou de leur installation de moyens d'accès pour faciliter au moins l'échantillonnage des eaux d'admission, de l'effluent et des matières flottantes récupérées.

L'unité de Lethbridge était en général assez facilement accessible. Cependant l'accès au réservoir du côté amont et le long du côté ouest était difficile et étroit. La partie supérieure du bassin de réaction, à environ 4,5 m au-dessus du plancher, n'était accessible que par une échelle de fer verticale sans dispositif de sécurité. Il n'y avait aucune plate-forme ni passerelle permettant d'accéder en un point éloigné du haut de cette échelle, et les emplacements au-dessus du réservoir ne pouvaient être atteints que grâce à des planches posées en travers de celui-ci.

Il est recommandé que les échelles soient munies d'un dispositif de sécurité pour minimiser le risque de chute, et que des passerelles avec garde-fou soient installées pour accéder aux divers points de la partie supérieure du bassin de réaction.

## 6.9 Turbulence dans la section de coagulation

Lors du programme d'échantillonnage, une forte turbulence était observée dans la section de coagulation de l'unité. Cette turbulence avait tendance à fragmenter et à disperser la nappe flottante et risquait ainsi d'empêcher une floculation efficace. La cause la plus probable de la turbulence, au moment de l'étude, semblait être l'écoulement des eaux d'admission de l'unité LCZ. Des recherches ultérieures révélèrent qu'une chicane avait cédé dans cette section.

Il est recommandé que des entrées soient construites avec des dispositifs pour diminuer la vitesse de l'écoulement et le diriger afin de réduire toute interférence possible avec les matières flottantes. Ce système d'admission des eaux doit être vérifié régulièrement pour découvrir toute turbulence anormale, et si celle-ci nuit à la stabilité de la nappe de floc, des correctifs s'imposent.

## 6.10 Contrôle du procédé en laboratoire

Aucun système, aussi bien conçu et aussi automatisé soit-il, ne peut fonctionner indéfiniment sans mesures de contrôle. On a déjà fait mention de la défektivité du système automatique d'ajustement du pH. On soupçonnait que le fonctionnement irrégulier de l'appareil enregistreur était à l'origine de cette défektivité, et ces soupçons furent très rapidement confirmés grâce à des vérifications régulières, pendant les essais, du pH de l'eau d'admission du LCZ, par prélèvement d'échantillons analysés avec un pH-mètre de laboratoire.

Les documents traitant du LCZ ne font pas mention de moyens efficaces de contrôle du procédé à faire en laboratoire. Or, les conséquences assez graves découlant d'un mauvais fonctionnement de l'unité montrent qu'il est très important de s'assurer de sa bonne marche compte tenu des fortes amendes résultant de l'évacuation d'eaux résiduelles qui renferment des teneurs supérieures à celles fixées par la municipalité, et des pertes d'argent entraînées par une récupération médiocre de produits secondaires.

Il est recommandé qu'un programme de contrôle en laboratoire soit mis en oeuvre pour surveiller:

### 1. L'effluent du LCZ

- a) Détermination quotidienne de la DCO dans un échantillon composite formé avec au moins trois prélèvements correspondant à des écoulements d'une heure;
- b) vérification biquotidienne en laboratoire pour s'assurer que le pH de l'effluent se situe dans les limites voulues.

## 2. Les eaux d'admission du LCZ

- a) Vérification biquotidienne en laboratoire pour s'assurer que le pH se situe dans les limites voulues;
- b) vérification biquotidienne de la température;
- c) vérification biquotidienne de la conductivité.

## 3. Matières flottantes du LCZ (produits d'écumage)

Les échantillons doivent être prélevés au moins trois fois par période de 8 heures, dans la goulotte où les matières flottantes du LCZ sont écumées. Ces échantillons doivent être mélangés pour former un échantillon composite quotidien unique dont on déterminera la teneur en humidité. Les heures du début et de la fin des opérations d'écumage doivent être soigneusement notées, et portées sur un graphique sur lequel apparaîtront aussi la teneur en humidité des produits d'écumage récupérés. Si l'humidité semble trop élevée, ou manifeste une tendance continuelle à la hausse, il faut envisager un ajustement des intervalles entre les périodes d'écumage. Cependant, d'autres variables du procédé doivent être examinées aussi.

Aucun moyen n'a été prévu pour la vérification en laboratoire des concentrations de matières en suspension et de corps gras. Les quantités de matières en suspension diminuaient à peu près comme la DBO et la DCO; de plus, la mesure de la DCO, relativement rapide et précise pourvu qu'elle soit effectuée avec soin, permet de vérifier régulièrement de façon satisfaisante si l'effluent est acceptable. Les corps gras ne paraissaient pas constituer un problème majeur d'exploitation du LCZ à Lethbridge et, vu que l'analyse des corps gras est très coûteuse en temps, elle n'a pas été envisagée.

Cela ne signifie pas que des vérifications régulières des matières en suspension et des corps gras ne soient pas valables pour des installations d'unités LCZ dans d'autres usines, ou dans des conditions différentes. Un système efficace de vérification en laboratoire, adapté à chaque installation, est primordial pour assurer une exploitation efficace de l'unité LCZ.

### 6.11 Prétraitements

La préparation des eaux usées avant leur entrée dans l'unité LCZ n'a pas fait l'objet d'études poussées, étant donné que le bassin existant constituait déjà une forme de prétraitement. Cependant, dans le cas d'une nouvelle installation ou d'une ancienne, mais sans bassin, il faut prévoir une certaine forme de sédimentation et d'égalisation. La sédimentation permet d'éliminer des solides spécifiques ou facilement précipitables, ce qui empêche du même coup un possible encrassement des électrodes du LCZ, tout en réduisant l'utilisation excessive d'équipements destinés à évacuer les boues. L'égalisation de l'écoulement des eaux résiduaires permettra de régulariser les fortes variations de débit et améliorera le fonctionnement du LCZ.



## ANNEXES

## ANNEXE I RÈGLEMENT SANITAIRE POUR L'ÉVACUATION DES EAUX À LETHBRIDGE

Chaque installation industrielle est évaluée selon un ensemble complexe de formules. Elle doit payer une taxe de base, fixée d'après le volume d'eaux résiduaires produit, les charges de DBO et de matières en suspension. À ce montant vient s'ajouter une forte surtaxe, d'autant plus élevée que l'installation dépasse davantage les limites acceptées pour la DBO, les matières en suspension et les charges de corps gras.

### 1. Calcul de la taxe de base

- a) **Pour le volume.** Une somme comprenant les frais d'exploitation trimestriels plus le remboursement de la dette pour la station d'épuration des eaux en service est imputée à chaque installation industrielle. Cette somme est fonction du coût d'exploitation de la station d'épuration des eaux. La taxe de base pour le volume d'une installation industrielle est calculée à l'aide de la formule suivante:

$$C \times \frac{P}{V} \times 0,4$$

- où: C = coût variable d'exploitation plus remboursement de la dette  
 P = volume des eaux résiduaires de l'usine  
 V = volume total des eaux usées de la ville.

- b) **Pour la DBO.** Elle est déterminée à l'aide de la formule suivante:

$$C \times \frac{\text{lb de DBO produite par chaque usine}}{\text{charge totale de DBO (en lb) atteignant la station d'épuration de la ville}} \times 0,3$$

- c) **Pour les MSS.** Elle est calculée avec la même formule que celle de la DBO, mais en remplaçant la DBO par les valeurs de MSS.  
 La taxe de base pour chaque usine est calculée trimestriellement.

### 2. Calcul de la surtaxe

Lorsque l'effluent d'une usine contient des teneurs supérieures aux limites fixées par la municipalité le 1<sup>er</sup> octobre 1979 (c'est-à-dire 300 mg/l pour la DBO, 300 mg/l pour les matières en suspension, et 100 mg/l pour les corps gras), cette usine se voit imposer une surtaxe. La surtaxe est égale à la moitié de la taxe de base trimestrielle pour chaque jour où l'usine dépasse ces limites, même si seulement une seule de ces limites n'est pas respectée.

Les charges de DBO, de matières en suspension et de corps gras provenant de chaque usine sont calculées d'après un programme analytique global, élaboré à partir d'un choix aléatoire d'usines. La canalisation de l'effluent de chaque usine est munie d'un dispositif automatique de prélèvement d'échantillons composites. Ce dispositif prélève toutes les heures un échantillon proportionnel au débit mesuré chaque heure. Cinq

échantillons composites sont ainsi recueillis pendant une semaine. Les contenants renfermant ces échantillons composites sont ramassés chaque matin, du lundi au vendredi; on a donc un échantillon composite de trois jours correspondant aux vendredi, samedi et dimanche et quatre échantillons composites quotidiens correspondant aux lundi, mardi, mercredi et jeudi.

Neuf usines participent à ce programme d'échantillonnage. Avant le début de chaque trimestre, les noms des neuf usines sont tirés au sort pour déterminer l'ordre dans lequel leurs eaux seront échantillonnées au cours du trimestre. Seules les matières en suspension sont analysées chaque jour lors de toute période d'échantillonnage de cinq jours; la DBO et les corps gras ne sont analysés qu'une ou deux fois par semaine au hasard. D'après les résultats des analyses, le nombre de jours pendant un trimestre où l'usine peut enfreindre le règlement sur les limites imposées est au maximum de cinq. Cependant, si le taux de base d'une usine est dès le départ très élevé, la surtaxe peut augmenter sensiblement le coût global du service.

Par exemple, si une usine paie une taxe de base de 10 000 \$ et qu'elle dépasse les limites imposées pendant les cinq jours d'une période d'échantillonnage, le coût total du service, compte tenu de la surtaxe s'élèverait pour les trimestres à:

$$5 \text{ jours} \times 0,5 \times 10\,000 \$ = 25\,000 \$ + 10\,000 \$ = 35\,000 \$$$

Lors du premier trimestre de 1978, l'usine de la Swift a violé les limites réglementaires pendant quatre des cinq jours de l'échantillonnage. Pour le trimestre, la taxe de base était de 13 292,96 \$. La surtaxe augmenta ce montant comme suit:

$$4 \text{ jours} \times 0,5 \times 13\,292,96 \$ = 26\,585,92 \$$$

Ce montant plus la taxe de base de 13 292,96 porte le coût total de service d'épuration des eaux pour le trimestre à 39 878,88 \$.

L'existence de la surtaxe est une incitation visant à réduire le plus possible les charges de l'effluent, et certainement à les maintenir en dessous des limites imposées.

Les usines qui participent au programme de prétraitement de la ville ne sont pas sujettes au règlement municipal sur la qualité des eaux résiduaires. Selon les nouvelles dispositions, chaque usine supporte une partie des coûts de la station de prétraitement. La fraction assignée à chaque usine est calculée en fonction du volume des eaux résiduaires de l'usine, de leurs charges de DBO et de matières en suspension, quantités qui sont toutes évaluées par rapport à la charge totale atteignant la station de prétraitement. Cette évaluation quantitative est pondérée à raison de 40 p. 100 pour le volume, 30 p. 100 pour la DBO et 30 p. 100 pour les matières en suspension. Chaque usine devra payer une partie du coût d'immobilisation de 2 000 000 \$, ainsi qu'une fraction des frais d'exploitation mensuels, les montants étant déterminés d'après la part de l'usine dans la charge totale passant par la station de prétraitement. Le programme analytique trimestriel mentionné précédemment sera appliqué, et le coût d'exploitation mensuel incombant à l'usine sera ajusté selon le pourcentage du temps où l'industrie dépasse les limites, le rendement antérieur servant de base.

De plus, la municipalité offre à toutes les usines une prime en cas d'amélioration de leur effluent. Cinquante pour cent de la surtaxe payée par une usine durant les trois dernières années peut lui être remboursée si elle consacre cet argent à l'amélioration des installations de traitement des eaux résiduaires. Enfin, toute usine qui a réussi à éliminer 65 p. 100 de la concentration moyenne de DBO et de matières en suspension lors des trois dernières années, se verra rembourser 70 p. 100 des surtaxes.

**ANNEXE II    DONNÉES DE LA VILLE DE LETHBRIDGE CONCERNANT  
L'EFFLUENT DE LA SWIFT CANADIAN COMPANY LIMITED, 1977-80**

**REMARQUES**

1.        Toutes les données de cette annexe proviennent de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Lethbridge.
2.        Les échantillons composites furent recueillis durant les périodes mentionnées par un échantillonneur automatique monté dans la canalisation de l'effluent de la Swift Canadian à l'extérieur de l'usine. Habituellement, les échantillons composites étaient recueillis à partir de 11 h environ jusqu'au lendemain à la même heure. La période de trois jours correspond à une fin de semaine allant du vendredi matin au lundi matin.
3.        En raison de la nature du système utilisé pour le calcul des surtaxes imposées par la municipalité, seulement cinq échantillons composites sont analysés complètement chaque trimestre. La période d'échantillonnage est choisie au hasard (voir annexe I).
4.        Toutes les analyses des échantillons ont été effectuées au laboratoire de la station des eaux de la ville de Lethbridge.
5.        L'équipement LCZ de la Swift Canadian était partiellement en service à partir du troisième trimestre de 1979, et fonctionnait régulièrement durant le premier trimestre (24 au 31 mars) de 1980.

ANNEXE II DONNÉES RELATIVES À L'EFFLUENT DE L'USINE DE  
LA SWIFT CANADIAN - LETHBRIDGE

Période	Eau consommée (m <sup>3</sup> )	Matières en suspension (mg/l)	DBO (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)
1977, PREMIER TRIMESTRE				
7 - 8 fév.	2558	461	765	391
8 - 9 fév.	2045	512	765	354
9 - 10 fév.	2088	641	766	379
10 - 11 fév.	1533	482	632	287
11 - 14 fév.	2806	611	631	403
1977, SECOND TRIMESTRE				
25 - 26 mai	1665	219	498	102
26 - 27 mai	1849	505	803	370
27 - 30 mai	2826	349	627	208
30 - 31 mai	1858	528	1069	337
31 mai - 1 juin	1730	579	1148	443
1977, TROISIÈME TRIMESTRE				
6 - 7 sept.	2387	431	693	248
7 - 8 sept.	2354	268	443	107
8 - 9 sept.	2494	373	623	201
9 - 12 sept.	3927	307	546	154
12 - 13 sept.	2268	375	556	204
1977, QUATRIÈME TRIMESTRE				
17 - 18 oct.	1764	342	632	187
18 - 19 oct.	1566	240	431	109
19 - 20 oct.	1759	760	1177	566
20 - 21 oct.	1555	237	356	140
21 - 24 oct.	2926	230	258	124
1978, PREMIER TRIMESTRE				
23 - 24 janv.	1362	825	966	406
24 - 25 janv.	2447	457	754	221
25 - 26 janv.	2826	454	465	211
26 - 27 janv.	2249	498	578	239
27 - 30 janv.	2931	317	442	146
1978, SECOND TRIMESTRE				
23 - 24 mai	1807	214	442	83
24 - 25 mai	1773	553	762	364
25 - 26 mai	1501	429	743	290
26 - 29 mai	2504	413	621	308
29 - 30 mai	1439	615	991	475

**ANNEXE II DONNÉES RELATIVES À L'EFFLUENT DE L'USINE DE  
LA SWIFT CANADIAN - LETHBRIDGE (suite)**

---

Période	Eau consommée (m <sup>3</sup> )	Matières en suspension (mg/l)	DBO (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)
<b>1980, PREMIER TRIMESTRE</b>				
24 - 25 mars	1939	165	197	38
25 - 26 mars	1962	148	213	59
26 - 27 mars	1980	170	224	34
27 - 28 mars	1942	145	188	47
28 - 31 mars	2280	160	238	32

---

## ANNEXE III MÉTHODES ANALYTIQUES ET RÉSULTATS

### Méthodes analytiques - Description

À moins d'indications contraires, toutes les références renvoient aux Standard Methods For Examination of Water and Waste Water, 14<sup>e</sup> édition, 1975 (États-Unis).

Demande biochimique en oxygène (DBO). Méthode 507 (p. 543). On a généralement procédé à trois dilutions différentes des échantillons. En dépit de toutes les précautions prises, il était parfois difficile d'obtenir une ensemble cohérent de résultats avec les diverses dilutions. Pour cette raison on prit l'habitude de congeler les restes de tous les échantillons, de telle façon qu'il soit possible de répéter l'essai en cas de doute quant aux résultats de la mesure de la DBO.

Demande chimique en oxygène (DCO). Méthode 508 (p. 550). On a employé la méthode au dichromate, en présence de deux inhibiteurs, du sulfate d'argent et du sulfate mercurique, pour minimiser l'interférence du chlorure. Des blancs furent analysés parallèlement à chaque série d'échantillons. On obtenait parfois des résultats qui semblaient incohérents. Dans ces cas, l'analyse était répétée, la rapidité de celle-ci rendant l'opération relativement simple.

Matières en suspension (résidu non filtrable) (MSS). Méthode 208D (p. 94). On a suivi la méthode décrite, en utilisant des creusets de Gooch munis de disques-filtres Reeve Angel en fibre de verre, modèle 934AH. La méthode ne donna lieu à aucune difficulté sérieuse. Toutes les analyses furent faites en double, la moyenne des deux résultats étant retenue.

Huiles et graisses. Méthode 502A (p. 515). C'est le fréon qui a servi comme solvant d'extraction. Pour obtenir les échantillons composites, les produits ont dû être transvasés à plusieurs reprises, il est donc possible qu'il y ait eu une légère perte de graisses, demeurées collées aux parois des contenants. Mais, vu la nature relativement peu grasseuse des échantillons, ces pertes furent considérées comme négligeables.

### Azote ammoniacal

- a) Électrode pour ammoniac Orion Research 95-10
- b) Analyseur d'ions spécifiques Orion Research 407A/L.

Les détails concernant la méthode figurent dans le manuel accompagnant l'électrode pour ammoniac n° 95-10 d'Orion Research, ainsi que dans les manuels venant avec l'analyseur d'ions spécifiques 407A/L. L'appareil est étalonné à l'aide d'une série d'étalons préparés par dissolution de 0,382 gramme de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  de qualité réactif dans 50 ml d'eau distillée, puis par dilution à 100 ml de façon à obtenir 100 ml d'une solution étalon de 1000 mg/l d'azote (N). Les étalons de 100 et 10 mg/l sont préparés à partir de l'étalon initial par dilutions successives.

L'analyseur d'ions spécifiques 407 A/L est muni d'une échelle permettant de lire directement les concentrations en milligrammes par litre, ce qui simplifie la calibration de l'appareil et la lecture de la teneur en N des échantillons à analyser.

Pour s'assurer de la validité des résultats on les a comparés à ceux obtenus par des techniques plus anciennes, comme la nesslerisation. En plus de la vitesse et de la simplicité de fonctionnement, la méthode a l'avantage de ne pas nécessiter de distillation, laquelle entraîne presque invariablement des pertes d'ammoniac.

DBO et DCO solubles. Deux jours par semaine on déterminait la DBO et la DCO solubles, des échantillons. On filtrait les échantillons à travers un papier filtre Whatman n° 40, le filtrat étant ensuite analysé de la manière habituelle. À souligner que la DBO et la DCO étaient sensiblement plus faibles que celles des échantillons non filtrés correspondants, particulièrement dans le cas des eaux d'admission. Il était aussi tout à fait évident que la diminution de la DBO soluble après passage dans l'unité LCZ se révélait dans la plupart des cas relativement faible.

Échantillons de boues.

1. Humidité - Méthode normalisée 208A (p. 91) Analysis of Water and Sewage, Theroux, Eldridge et Mallmann, 3<sup>e</sup> éd., McGraw-Hill, 1943, p. 70, Moisture of Sewage Sludge.

Ces méthodes sont semblables, même si la méthode normalisée 208A est en fait destinée aux échantillons d'eau. La méthode Theroux, Eldridge et Mallmann peut être résumée comme suit:

- a) Porter à incandescence, laisser refroidir dans un dessiccateur et peser une capsule en porcelaine propre d'une capacité d'environ 50 ml.
- b) Bien mélanger la boue et en verser environ 25 ml dans la capsule.
- c) Repeser immédiatement, car la boue change rapidement de poids.
- d) Évaporer à sec sur un bain d'eau.
- e) Laisser dans un four à 103°C pendant au moins une heure, refroidir dans un dessiccateur, puis peser.

$$\text{Calculs: } \frac{\text{Perte en poids (g)} \times 100}{\text{Poids de la boue humide (g)}} = \text{pourcentage d'humidité}$$

2. Matières en suspension (résidu non filtrable) - Méthode normalisée 208D, résidu total non filtrable séché à 103° - 105 °C - Matières en suspension totales.

Cette méthode a été utilisée pour les solides dans les boues provenant de la section d'électrocoagulation de l'unité LCZ, car il semblait que dans la plupart des cas la teneur en solides était très faible.

3. Huiles et graisses - Méthode 502D (p. 519). Comme on jugeait à propos de déterminer la teneur moyenne en huiles et graisses des produits d'écumage de l'unité LCZ, certains des échantillons furent analysés par la méthode 502D.

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980

Date, heure et point d'échantillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Admission 08 h - 16 h 26 fév. 80	756	1513	0,50	-	688	103	3,63	22,1	-	-	-	-
Effluent 8 h - 16 h 26 fév. 80	413	878	0,47	46	334	53	3,38	22,4	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 26 fév. 80	423	801	0,53	-	318	43	3,77	30,5	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 26 fév. 80	349	649	0,54	17	198	18	3,69	31,1	-	-	-	-
Admission 08 h - 16 h 27 fév. 80	1204	2170	0,55	-	964	105	3,99	-	196	348	0,56	-
Effluent 08 h - 16 h 27 fév. 80	813	1569	0,52	32	388	56	3,93	-	178	302	0,59	9,2
Admission 17 h - 24 h 27 fév. 80	676	1366	0,49	-	352	15	3,85	-	308	528	0,58	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total					Fraction soluble						
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Effluent 17 h - 24 h 27 fév. 80	706	1365	0,52	nul	352	15	3,81	-	308	451	0,68	nul
Admission 08 h - 16 h 28 fév. 80	532	1105	0,48	-	458	19	4,59	-	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 28 fév. 80	280	531	0,53	47	190	5	4,27	-	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 28 fév. 80	421	805	0,52	-	336	18	3,73	-	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 28 fév. 80	290	524	0,53	31	162	7	3,75	-	-	-	-	-
Admission 08 h - 16 h 29 fév. 80	1329	2543	0,52	-	1020	51	4,05	-	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 29 fév. 80	923	1968	0,47	31	780	25	3,77	-	-	-	-	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Admission 09 h - 16 h 3 mars 80	1520	2795	0,54	-	1274	225	4,94	11,7	188	311	0,60	-
Effluent 09 h - 16 h 3 mars 80	537	982	0,55	65	356	77	4,27	9,5	185	371	0,50	1,6
Admission 17 h - 24 h 3 mars 80	1175	2164	0,54	-	856	153	5,77	27,5	157	272	0,58	-
Effluent 17 h - 24 h 3 mars 80	529	1004	0,53	55	658	53	4,49	25,1	202	364	0,55	nul
Admission 08 h - 16 h 4 mars 80	757	1593	0,48	-	622	120	4,69	19,5	198	360	0,55	-
Effluent 08 h - 16 h 4 mars 80	304	675	0,45	60	164	38	4,53	19,0	160	317	0,50	19,2
Admission 17 h - 24 h 4 mars 80	573	1140	0,50	-	524	142	4,30	28,7	190	362	0,52	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total					Fraction soluble						
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Effluent 17 h - 24 h 4 mars 80	262	570	0,46	54	130	31	4,41	28,5	190	368	0,52	nul
Admission 09 h - 16 h 5 mars 80	1010	1972	0,51	-	854	105	5,07	-	-	-	-	-
Effluent 09 h - 16 h 5 mars 80	567	1026	0,55	44	336	67	4,49	-	-	-	-	-
Admission 19 h - 24 h 5 mars 80	550	746	0,74	-	408	83	4,57	-	-	-	-	-
Effluent 19 h - 24 h 5 mars 80	245	459	0,53	55	51	3	4,49	-	-	-	-	-
Admission 08 h - 16 h 6 mars 80	727	1474	0,47	-	546	55	-	-	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 6 mars 80	294	609	0,48	60	142	11	-	-	-	-	-	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total						Fraction soluble					
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Admission 17 h - 24 h 6 mars 80	450	821	0,55	-	310	22	-	-	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 6 mars 80	210	392	0,54	53	130	3	-	-	-	-	-	-
Admission 09 h - 15 h 7 mars 80	626	1304	0,48	-	564	70	-	-	-	-	-	-
Effluent 09 h - 15 h 7 mars 80	292	542	0,54	53	170	14	-	-	-	-	-	-
Admission 10 h - 16 h 10 mars 80	1218	2692	0,45	-	852	189	6,13	26,0	247	463	0,53	-
Effluent 10 h - 17 h 10 mars 80	687	1450	0,47	44	484	79	5,65	24,5	168	355	0,47	32
Admission 17 h - 24 h 10 mars 80	748	2191	0,34	-	604	121	4,73	33,3	200	404	0,50	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Effluent 17 h - 24 h 10 mars 80	463	1080	0,43	38	292	38	4,09	32,5	192	359	0,53	4
Admission 08 h - 16 h 11 mars 80	860	1762	0,49	-	728	120	4,81	23,9	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 11 mars 80	488	1101	0,44	43	358	59	4,32	23,1	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 11 mars 80	485	1013	0,48	-	282	47	4,23	29,0	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 11 mars 80	371	823	0,45	24	186	22	4,01	28,0	-	-	-	-
Admission 09 h - 16 h 12 mars 80	1577	2823	0,56	-	1164	328	4,28	-	181	369	0,49	-
Effluent 09 h - 16 h 12 mars 80	496	923	0,54	69	294	84	4,46	-	158	330	0,48	13

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total						Fraction soluble					
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Admission 17 h - 24 h 12 mars 80	800	1604	0,50	-	616	70	4,74	-	272	543	0,50	-
Effluent 17 h - 24 h 12 mars 80	488	1006	0,49	39	306	27	4,33	-	255	505	0,50	6
Admission 08 h - 16 h 13 mars 80	864	1580	0,55	-	758	77	4,38	-	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 13 mars 80	513	980	0,52	41	366	14	4,28	-	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 13 mars 80	602	1271	0,47	-	546	59	3,87	-	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 13 mars 80	497	861 <sup>u</sup>	0,58	17	398	35	3,98	-	-	-	-	-
Admission 09 h - 16 h 14 mars 80	587	1815	0,32	-	870	76	4,32	-	-	-	-	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total					Fraction soluble						
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Effluent 09 h - 16 h 14 mars 80	360	898	0,40	39	474	41	4,02	-	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 14 mars 80	365	778	0,47	-	318	41	4,11	-	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 14 mars 80	187	347	0,54	49	171	14	4,18	-	-	-	-	-
Admission 09 h - 16 h 17 mars 80	503	956	0,53	-	488	47	4,24	18,6	-	-	-	-
Effluent 09 h - 16 h 17 mars 80	240	522	0,46	52	192	21	4,09	17,1	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 17 mars 80	400	795	0,50	-	332	27	4,28	27,9	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 17 mars 80	244	474	0,55	39	142	4	4,10	26,0	-	-	-	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total						Fraction soluble					
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Admission 08 h - 16 h 18 mars 80	482	948	0,51	-	524	52	4,19	20,0	112	224	0,50	-
Effluent 08 h - 16 h 18 mars 80	156	288	0,54	68	64	1	4,25	19,3	102	193	0,52	8,9
Admission 17 h - 24 h 18 mars 80	372	827	0,45	-	315	29	4,40	24,3	143	264	0,54	-
Effluent 17 h - 24 h 18 mars 80	190	343	0,55	49	49	8	4,39	24,9	146	267	0,55	nul
Admission 09 h - 16 h 19 mars 80	964	1921	0,50	-	776	214	4,34	-	147	268	0,55	-
Effluent 09 h - 16 h 19 mars 80	267	538	0,50	72	139	26	4,50	-	126	225	0,49	14,3
Admission 17 h - 24 h 19 mars 80	758	1616	0,47	-	502	70	4,34	-	148	326	0,45	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Effluent 17 h - 24 h 19 mars 80	320	654	0,49	58	188	22	4,18	-	129	293	0,44	12,8
Admission 08 h - 16 h 20 mars 80	675	1512	0,45	-	873	139	4,37	-	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 20 mars 80	217	453	0,48	68	204	19	4,45	-	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 20 mars 80	456	1083	0,42	-	498	52	4,36	-	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 20 mars 80	195	343	0,57	57	158	12	4,28	-	-	-	-	-
Admission 08 h - 16 h 21 mars 80	600	1065	0,56	-	438	88	4,1	-	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 21 mars 80	278	429	0,58	54	330	20	4,6	-	-	-	-	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Admission 16 h - 19 h 21 mars 80	592	1123	0,53	-	490	75	3,6	-	-	-	-	-
Effluent 16 h - 19 h 21 mars 80	199	384	0,52	66	149	21	4,9	-	-	-	-	-
Admission 10 h - 15 h 24 mars 80	592	1089	0,54	-	568	78	5,64	-	-	-	-	-
Effluent 10 h - 15 h 24 mars 80	227	408	0,56	61	116	6	4,58	-	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 24 mars 80	362	677	0,53	-	342	21	5,42	-	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 24 mars 80	232	450	0,52	36	142	12	4,41	-	-	-	-	-
Admission 08 h - 16 h 25 mars 80	672	1329	0,51	-	598	111	4,55	14,7	130	216	0,60	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Effluent 08 h - 16 h 25 mars 80	198	358	0,55	71	132	17	4,88	14,5	100	198	0,51	23
Admission 17 h - 24 h 25 mars 80	409	787	0,52	-	269	46	4,52	19,9	116	191	0,61	-
Effluent 17 h - 24 h 25 mars 80	265	517	0,51	35	154	14	4,22	20,3	116	164	0,71	nul
Admission 09 h - 16 h 26 mars 80	580	1146	0,51	-	446	33	4,64	15,1	-	-	-	-
Effluent 09 h - 16 h 26 mars 80	173	362	0,48	70	85	3	4,40	14,3	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 26 mars 80	483	1051	0,46	-	454	18	3,82	24,5	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 26 mars 80	282	608	0,46	42	183	6	3,90	24,9	-	-	-	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échan- tillonnage	Total					Fraction soluble						
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO
Admission 08 h - 16 h 27 mars 80	440	947	0,46	-	442	27	4,34	-	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 27 mars 80	308	642	0,48	30	258	15	4,49	-	-	-	-	-
Admission 18 h - 24 h 27 mars 80	300	579	0,52	-	264	30	4,30	-	-	-	-	-
Effluent 18 h - 24 h 27 mars 80	130	248	0,52	57	60	5	4,56	-	-	-	-	-
Admission 10 h - 16 h 28 mars 80	683	1440	0,47	-	640	42	4,42	-	143	275	0,52	-
Effluent 10 h - 16 h 28 mars 80	255	519	0,49	63	150	13	4,30	-	134	236	0,57	6,3
Admission 17 h - 24 h 28 mars 80	433	881	0,49	-	344	24	3,92	-	145	245	0,59	-

ANNEXE III DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échan- tillonnage	Total					Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	Fraction soluble			
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO	MSST (mg/l)				DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO
Effluent 17 h - 24 h 28 mars 80	198	426	0,47	54	82	4	3,89	-	155	285	0,54	nul
Admission 09 h - 16 h 31 mars 80	740	1456	0,51	-	544	113	4,50	34,7	-	-	-	-
Effluent 09 h - 16 h 31 mars 80	386	740	0,52	48	142	18	3,47	43,0	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 31 mars 80	474	874	0,54	-	284	34	4,18	33,1	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 31 mars 80	250	453	0,56	47	81	7	3,85	33,0	-	-	-	-
Admission 08 h - 16 h 1 avril 80	466	798	0,58	-	496	17	4,08	20,6	127	243	0,52	-
Effluent 08 h - 16 h 1 avril 80	195	361	0,54	58	110	6	4,17	21,1	122	239	0,51	4

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total						Fraction soluble					
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Admission 17 h - 24 h 1 avril 80	476	793	0,60	-	324	15	4,06	27,5	183	336	0,54	-
Effluent 17 h - 24 h 1 avril 80	207	373	0,55	57	68	1	4,09	26,3	170	338	0,50	7
Admission 09 h - 16 h 2 avril 80	672	1134	0,59	-	460	33	3,79	-	-	-	-	-
Effluent 09 h - 16 h 2 avril 80	282	469	0,60	58	124	35	3,77	-	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 2 avril 80	348	642	0,54	-	266	30	3,85	-	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 2 avril 1980	252	454	0,56	28	81	9	4,00	-	-	-	-	-
Admission 08 h - 16 h 3 avril 80	490	880	0,56	-	482	31	3,25	-	173	240	0,72	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échan- tillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO
Effluent 08 h - 16 h 3 avril 80	151	245	0,62	69	156	9	3,62	-	127	171	0,74	27
Admission 17 h - 24 h 3 avril 80	397	704	0,56	-	432	53	5,40	-	202	293	0,69	-
Effluent 17 h - 24 h 3 avril 80	190	323	0,59	52	230	10	4,60	-	173	246	0,70	14
Admission 09 h - 16 h 7 avril 80	1248	1905	0,65	-	934	253	4,80	-	-	-	-	-
Effluent 09 h - 16 h 7 avril 80	488	920	0,53	61	366	102	4,88	-	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 7 avril 80	509	919	0,55	-	416	58	4,26	-	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 7 avril 80	199	358	0,56	60	83	9	4,20	-	-	-	-	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Admission 08 h - 16 h 8 avril 80	530	959	0,55	-	468	59	4,37	18,8	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 8 avril 80	190	329	0,58	64	98	10	4,34	19,0	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 8 avril 80	359	749	0,48	-	69	29	4,45	25,7	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 8 avril 80	203	335	0,61	43	78	3	4,13	25,3	-	-	-	-
Admission 09 h - 16 h 9 avril 80	481	918	0,52	-	404	25	4,34	22,2	177	356	0,50	-
Effluent 09 h - 16 h 9 avril 80	175	277	0,63	64	134	4	4,22	22,0	148	308	0,48	16
Admission 17 h - 24 h 9 avril 80	370	665	0,56	-	278	30	4,30	20,3	134	259	0,52	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Effluent 17 h - 24 h 9 avril 80	146	276	0,53	61	90	4	4,39	24,3	121	251	0,48	10
Admission 09 h - 16 h 14 avril 80	1311	2119	0,64	-	912	186	5,30	28,4	-	-	-	-
Effluent 09 h - 16 h 14 avril 80	621	1138	0,54	53	408	81	5,50	27,9	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 14 avril 80	526	982	0,54	-	380	63	5,10	24,5	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 14 avril 80	289	523	0,55	45	188	14	5,05	27,1	-	-	-	-
Admission 08 h - 16 h 15 avril 80	695	1168	0,60	-	456	57	5,40	21,2	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 15 avril 80	387	702	0,55	44	262	34	5,30	16,1	-	-	-	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échan- tillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO
Admission 17 h - 24 h 15 avril 80	324	633	0,51	-	254	36	4,85	17,8	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 15 avril 80	110	200	0,55	66	102	12	4,50	15,2	-	-	-	-
Admission 09 h - 16 h 16 avril 80	605	1011	0,60	-	342	24	4,50	-	214	360	0,59	-
Effluent 09 h - 16 h 16 avril 80	221	339	0,65	63	68	8	4,64	-	171	310	0,55	20
Admission 17 h - 24 h 16 avril 80	464	858	0,54	-	316	40	4,30	-	196	351	0,56	-
Effluent 17 h - 24 h 16 avril 80	263	372	0,70	43	77	1	4,25	-	183	332	0,55	7
Admission 08 h - 16 h 17 avril 80	795	1395	0,57	-	572	71	4,58	-	-	-	-	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échantillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Effluent 08 h - 16 h 17 avril 80	258	425	0,61	68	110	10	4,50	-	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 17 avril 80	468	845	0,55	-	340	30	4,15	-	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 17 avril 80	254	448	0,57	46	100	6	4,13	-	-	-	-	-
Admission 09 h - 16 h 18 avril 80	888	1834	0,48	-	640	102	4,39	-	156	350	0,45	-
Effluent 09 h - 16 h 18 avril 80	301	574	0,52	66	150	24	4,37	-	141	296	0,48	10
Admission 17 h - 24 h 18 avril 80	695	1280	0,54	-	452	149	4,20	-	128	271	0,47	-
Effluent 17 h - 24 h 18 avril 80	183	389	0,47	73	100	22	4,10	-	128	261	0,49	nul

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980 (suite)

Date, heure et point d'échan- tillonnage	Total							Fraction soluble				
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO
Admission 08 h - 16 h 21 avril 80	976	1782	0,55	-	680	132	4,01	-	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 21 avril 80	261	504	0,52	73	104	17	4,00	-	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 21 avril 80	460	992	0,46	-	340	63	3,58	-	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 21 avril 80	234	426	0,55	49	82	10	3,89	-	-	-	-	-
Admission 08 h - 16 h 22 avril 80	625	1228	0,51	-	468	50	4,60	11,6	-	-	-	-
Effluent 08 h - 16 h 22 avril 80	163	324	0,50	74	44	3	4,55	10,4	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 22 avril 80	432	856	0,50	-	296	44	4,05	17,1	-	-	-	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980

Date, heure et point d'échantillonnage	Total					Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	Fraction soluble			
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO	MSST (mg/l)				DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/DCO	% réduction de la DBO
Effluent 17 h - 24 h 22 avril 80	162	333	0,49	63	28	4	4,05	17,0	-	-	-	-
Admission 09 h - 16 h 23 avril 80	601	1173	0,51	-	508	42	3,80	12,0	191	348	0,55	-
Effluent 09 h - 16 h 23 avril 80	263	462	0,57	56	116	14	3,65	15,0	139	232	0,60	27,2
Admission 17 h - 24 h 23 avril 80	591	1061	0,56	-	458	74	4,20	14,9	137	222	0,62	-
Effluent 17 h - 24 h 23 avril 80	213	392	0,54	64	127	11	4,26	14,1	128	217	0,59	6,6
Admission 08 h - 16 h 24 avril 80	498	904	0,55	-	348	37	4,40	-	209	236	0,88	-
Effluent 08 h - 16 h 24 avril 80	149	252	0,59	70	37	7	4,39	-	97	190	0,51	-

**ANNEXE III** DONNÉES PROVENANT DU PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DU LCZ  
DU 26 FÉVRIER 1980 AU 25 AVRIL 1980

Date, heure et point d'échan- tillonnage	Total						Fraction soluble					
	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO	MSST (mg/l)	Huiles et graisses (mg/l)	pH	NH <sub>3</sub> N (mg/l)	DBO (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO/ DCO	% réduc- tion de la DBO
Admission 17 h - 24 h 24 avril 80	460	817	0,56	-	272	32	4,30	-	110	227	0,48	-
Effluent 17 h - 24 h 24 avril 80	157	248	0,63	66	48	3	4,38	-	132	234	0,56	-
Admission 09 h - 16 h 25 avril 80	478	923	0,52	-	562	23	4,58	-	-	-	-	-
Effluent 09 h - 16 h 25 avril 80	207	334	0,62	57	147	7	4,30	-	-	-	-	-
Admission 17 h - 24 h 25 avril 80	418	760	0,55	-	286	24	4,87	-	-	-	-	-
Effluent 17 h - 24 h 25 avril 80	249	417	0,60	40	161	12	4,16	-	-	-	-	-

**ANNEXE III ANALYSE DES ÉCHANTILLONS DE MATIÈRES FLOTTANTES  
- BASSIN EXISTANT**

Humidité en poids exprimée en pourcentage

Date d'échantillonnage	Heure	Humidité
3 mars 80	09 h 20	65,58
5 mars 80	08 h 45	59,43
7 mars 80	08 h 30	57,94
10 mars 80	08 h 30	65,46
12 mars 80	08 h 45	60,73
14 mars 80	09 h 10	63,82
17 mars 80	09 h 45	61,32
19 mars 80	08 h 30	57,65
21 mars 80	08 h 00	47,57
26 mars 80	08 h 30	52,42
28 mars 80	08 h 30	15,91
31 mars 80	08 h 30	64,04
2 avril 80	08 h 30	62,60
7 avril 80	08 h 15	41,47
9 avril 80	08 h 30	50,16
11 avril 80	08 h 30	33,26
14 avril 80	08 h 30	65,75
16 avril 80	08 h 30	35,48
18 avril 80	08 h 30	24,19
21 avril 80	08 h 30	59,93
23 avril 80	08 h 30	31,54
25 avril 80	08 h 30	32,88

Remarque: Il y avait présence dans presque tous les échantillons d'une quantité assez importante d'huiles et de graisses.

**ANNEXE III ANALYSE DES ÉCHANTILLONS DE BOUES DE FOND  
- BASSIN EXISTANT**

Humidité en poids exprimée en pourcentage

Date d'échantillonnage	Heure	Humidité
4 mars 80	09 h 30	87,29
5 mars 80	09 h 30	88,34
6 mars 80	12 h 30	88,15
7 mars 80	09 h 50	86,17
10 mars 80	09 h 30	97,37
11 mars 80	09 h 45	92,02
12 mars 80	10 h 45	88,14
13 mars 80	09 h 30	91,90
14 mars 80	09 h 30	84,62
17 mars 80	09 h 45	85,90
18 mars 80	09 h 30	89,56
19 mars 90	09 h 30	92,78
20 mars 80	09 h 30	89,38
21 mars 80	09 h 45	96,43
25 mars 80	09 h 30	92,82
25 mars 80	09 h 30	95,11
26 mars 80	09 h 30	89,40
27 mars 80	09 h 45	91,32
28 mars 80	09 h 30	89,94
31 mars 80	09 h 30	91,32
1 avril 80	09 h 30	89,30
2 avril 80	09 h 30	87,37
3 avril 80	09 h 30	89,17
7 avril 80	09 h 30	91,06
8 avril 80	09 h 30	92,62
9 avril 80	09 h 30	92,90
10 avril 80	09 h 30	92,89
11 avril 80	09 h 30	87,10
14 avril 80	09 h 30	85,67
15 avril 80	09 h 30	91,75
16 avril 80	09 h 30	90,23
17 avril 80	09 h 30	82,04
18 avril 80	09 h 30	97,06
21 avril 80	09 h 30	92,00
22 avril 80	09 h 30	93,20
23 avril 80	09 h 30	90,12
24 avril 80	09 h 30	86,81
25 avril 80	09 h 30	95,57

**ANNEXE III** ANALYSE DE L'HUMIDITÉ, DES HUILES ET DES GRAISSES  
- ÉCHANTILLONS DE MATIÈRES FLOTTANTES DU LCZ

Date d'échantillonnage	Heure	Temp. (°C)	pH	Humidité (%)	Huiles et graisses (extractibles) au fréon en % de matières sèches
3 mars	18 h 55	—	—		
	22 h 00	—	—		
	23 h 25	—	—	86,66	53,21
4 mars	11 h 00	—	—		
	14 h 30	—	4,8		
	22 h 25	—	4,4	91,70	54,15
5 mars	08 h 40	30	4,8		
	22 h 35	35	4,8		
	23 h 25	37	4,9	92,51	57,00
6 mars	17 h 45	32	4,7		
	22 h 05	30	4,5		
	23 h 25	28	4,3	93,09	31,00
7 mars	10 h 25	34	4,7		
	13 h 20	27	4,7		
	15 h 10	29	4,5	94,04	38,49
10 mars	16 h 30	30	4,4		
	20 h 00	32	4,3		
	22 h 45	32	4,3	91,96	68,09
11 mars	12 h 45	29	4,3		
	16 h 30	28	4,6		
	23 h 30	28	4,9	93,39	42,61
12 mars	16 h 25	30	4,4		
	21 h 30	30	4,3		
	23 h 40	29	4,3	93,82	54,71
13 mars	10 h 14	26	4,5		
	18 h 30	29	4,7		
	23 h 30	28	3,9	94,61	37,54
14 mars	11 h 00	21	4,0		
	18 h 30	29	4,3		
	23 h 20	29	4,7	93,64	
17 mars	10 h 30	19	4,4		
	18 h 20	28	4,4		
	23 h 00	31	4,4	94,30	

**ANNEXE III** ANALYSE DE L'HUMIDITÉ, DES HUILES ET DES GRAISSES  
- ÉCHANTILLONS DE MATIÈRES FLOTTANTES DU LCZ (suite)

Date d'échantillonnage	Heure	Temp. (°C)	pH	Humidité (%)	Huiles et graisses (extractibles) au fréon en % de matières sèches
18 mars	16 h 25	31	4,5	94,56	
	20 h 25	32	4,6		
	23 h 40	31	4,4		
19 mars	11 h 20	26	4,6	92,26	
	19 h 30	29	4,7		
	23 h 25	29	4,3		
20 mars	11 h 30	28	4,9	80,36	
	19 h 25	29	4,5		
	23 h 15	28	4,9		
21 mars	23 h 30	24	4,7	93,68	
	18 h 30	29	4,8		
24 mars	17 h 45	30	4,5	93,33	
	24 h 00	27	4,7		
25 mars	12 h 00	28	5,0	92,65	
	18 h 30	28	4,3		
	23 h 15	29	4,6		
26 mars	10 h 30	29	3,9	93,68	
	20 h 45	35	5,2		
	23 h 30	31	—		
27 mars	18 h 20	27	4,7	94,01	
	23 h 30	30	4,5		
28 mars	11 h 20	24	5,7	92,40	
	18 h 20	32	4,2		
	24 h 00	28	3,8		
31 mars	15 h 20	30	4,0	93,78	
	21 h 45	32	3,9		
	23 h 50	30	4,0		
1 avril	12 h 00	28	4,1	94,40	
	18 h 20	29	4,2		
	23 h 45	28	4,1		
2 avril	11 h 15	26	3,9	93,43	
	17 h 00	29	4,2		
	23 h 20	28	4,1		

**ANNEXE III** ANALYSE DE L'HUMIDITÉ, DES HUILES ET DES GRAISSES  
- ÉCHANTILLONS DE MATIÈRES FLOTTANTES DU LCZ (suite)

Date d'échantillonnage	Heure	Temp. (°C)	pH	Humidité (%)	Huiles et graisses (extractibles) au fréon en % de matières sèches
3 avril	14 h 10	31	3,8	94,54	
	19 h 10	31	4,9		
	23 h 20	27	4,8		
7 avril	14 h 30	30	4,6	91,00	
	23 h 15	30	3,9		
8 avril	12 h 15	29	4,5	93,21	
	18 h 50	29	4,3		
	23 h 40	29	4,3		
9 avril	12 h 30	29	4,5	94,25	
	19 h 10	33	4,6		
	23 h 20	30	4,8		
10 avril	12 h 20	29	4,6	93,70	
	18 h 20	31	5,3		
	23 h 20	28	5,3		
11 avril	12 h 20	30	4,8	89,31	
	18 h 45	32	5,3		
	23 h 00	28	4,6		
14 avril	17 h 00	32	5,4	94,07	
	22 h 00	32	4,7		
	23 h 45	31	4,5		
15 avril	14 h 15	29	5,3	94,41	
	20 h 20	30	6,4		
	23 h 15	28	4,5		
16 avril	13 h 30	29	4,6	93,16	
	20 h 15	33	4,7		
	23 h 20	31	4,5		
17 avril	13 h 20	31	4,6	92,13	
	19 h 30	33	4,3		
	23 h 20	33	4,6		
18 avril	13 h 00	29	4,6	90,36	
	18 h 50	28	4,5		
	23 h 15	28	4,4		

**ANNEXE III** ANALYSE DE L'HUMIDITÉ, DES HUILES ET DES GRAISSES  
- ÉCHANTILLONS DE MATIÈRES FLOTTANTES DU LCZ (suite)

Date d'échantillonnage	Heure	Temp. (°C)	pH	Humidité (%)	Huiles et graisses (extractibles) au fléon en % de matières sèches
21 avril	19 h 20	33	4,3	91,46	
	23 h 20	29	4,0		
22 avril	13 h 45	29	4,9	93,15	
	19 h 50	34	4,6		
	23 h 30	32	4,7		
23 avril	13 h 15	30	8,5*	90,54	
	19 h 15	32	4,7		
	23 h 15	30	4,4		
24 avril	13 h 50	33	4,7	93,40	
	20 h 20	35	5,0		
	23 h 50	29	4,4		
25 avril	13 h 30	29	5,0	93,06	
	19 h 50	34	4,7		
	00 h 20	27	4,3		

\* Rapport de l'usine - probablement une erreur; la valeur exacte serait plutôt 4,5

## ANNEXE IV CALCULS DES COÛTS D'EXPLOITATION ET DE LA RENTABILITÉ DU CAPITAL INVESTI

### 1. Estimation des revenus provenant de la récupération de produits secondaires grâce à l'exploitation du LCZ\*

#### Repas de viande (APA\*\* ou cretons industriels)

Production annuelle moyenne pour 1977, 1978, 1979	22,62 kg/tête
Nombre moyen de têtes par jour	600
Production quotidienne totale d'APA, 22,62 x 600 =	13 573 kg
Production moyenne pour 1980	24,68 kg/tête
Nombre moyen de têtes par jour	600
Production quotidienne totale d'APA, 24,68 x 600 =	14 809 kg
Augmentation de la production quotidienne, 14 809 - 13 573 =	1 236 kg

#### Suif non comestible

Les données de la Swift Canadian révèlent une augmentation sensible de la quantité de suif non comestible, récupérée en 1979 grâce à des améliorations maison. On a donc pris l'année 1979 comme année de base, l'augmentation de la récupération grâce au LCZ étant tout simplement la hausse de 1980 par rapport à 1979.

Si on suppose une production de 600 têtes par jour, cet accroissement de récupération est de 1309 kg/d.

#### Augmentation du revenu

Prix des APA	0,330 \$/kg
Prix du suif non comestible	0,506 \$/kg
Revenu provenant des APA, 1235 x 0,330	407,55 \$
Revenu provenant du suif non comestible, 1309 x 0,506	662,35 \$
Augmentation totale du revenu par jour	1069,90 \$

### 2. Frais d'exploitation quotidiens du LCZ

#### Produits chimiques

Polymère	1,18 kg @ 6,64 \$	7,84
Acide	27,00 kg @ 1,06 \$	28,62
Soude caustique	27,00 kg @ 1,63 \$	44,01
		80,47 \$
Coûts d'électricité		33,00 \$

\* Chiffres de production fournis par la Swift Canadian Ltd.

\*\* Aliments protéiques pour animaux

Main-d'oeuvre pour le traitement des eaux résiduaires

Opérateur:	84,24 \$	
Coût du nettoyage de l'unité - une fois par mois, 2 hommes, 252,72 \$, répartis sur une période de 20 jours par mois. Coût par jour:	12,64	
	<u>96,88 \$</u>	96,88 \$

Main-d'oeuvre pour la récupération des graisses

Le système LCZ requiert environ 3 heures de travail supplémentaire à 7,50 \$ l'heure:	22,50 \$	
---	----------	--

Entretien

Coût de remplacement des électrodes - Nombre total d'électrodes: 500. Durée de vie estimée à 5 - 6 années. Coût par unité, 100 \$ - 150 \$. En supposant une durée de vie de 5 ans et un coût de remplacement de 150 \$.		
Coût de remplacement de 500 électrodes en cinq ans $500 \times 150 = 75\ 000$ \$.		
Coût par année = 15 000 \$.		
En supposant une année de 250 jours d'exploitation, le coût par jour est de	60,00 \$	
S'il en coûte 60,00 \$ par jour pour le travail de remplacement et la hausse du coût des électrodes	60,00	
	<u>120,00 \$</u>	120,00 \$

Coûts en vapeur pour la récupération des graisses

Le coût de la vapeur à Lethbridge est de 2,69 \$ par 1000 lb (5,92 \$ par 1000 kg).

Il faut environ 10 455 kg de vapeur pour récupérer la graisse contenue dans 6818 kg de produits d'écumage humides.

Cas n° 1 - Soit une production quotidienne supplémentaire de 2545 kg en poids sec (total de cretons industriels et de suif non comestible).

Si on suppose 80 p. 100 d'humidité, la quantité totale de produits d'écumage soumise à l'extraction des graisses est de:

$$\frac{2545 \times 100}{20} = 12\ 725 \text{ kg}$$

$$\text{Vapeur requise: } \frac{12\ 725 \times 10\ 455}{6818} = 19\ 513 \text{ kg}$$

$$\text{Coût de la vapeur par jour: } \frac{19\ 513 \times 5,93}{1000} = 115,71 \$$$

Cas n° 2 - Soit une production quotidienne de 2545 kg en poids sec.  
Si on suppose 92 p. 100 d'humidité (comme celle de la période d'essai de mars et avril).

Quantité totale de produits d'écumage soumise à l'extraction:

$$\frac{2545 \times 100}{8} = 31\,812 \text{ kg}$$

$$\text{Vapeur requise: } \frac{31\,812 \times 10\,455}{6818} = 48\,782 \text{ kg}$$

$$\text{Coût de la vapeur par jour: } \frac{48\,782 \times 5,93}{1000} = 289,28 \text{ \$}$$

### 3. Résumé des coûts et des revenus par jour

	Coûts		Sous-totaux		Revenus
	Cas n° 1*	Cas n° 2*	Cas n° 1	Cas n° 2	
<u>Produits chimiques</u>					
Polymère	7,84 \$	7,84 \$			APA
Acide	28,62	28,62			suif
Soude caustique	44,01	44,01			407,55 \$
			80,47 \$	80,47 \$	662,35
<u>Électricité</u>					
			33,00	33,00	
<u>Main-d'oeuvre</u>					
LCZ	96,88	96,88			
Récupération des graisses	22,50	22,50			
			119,38	119,38	
<u>Entretien</u>					
			120,00	120,00	
<u>Vapeur</u>					
	115,71	289,28	115,71	289,28	
<b>Total</b>			<u>468,56</u>	<u>642,13</u>	<u>1069,90</u>

\* Le cas n° 1 correspond à une teneur en humidité de 80 p. cent et le cas n° 2 à une teneur de 92 p. cent

### 4. Coûts d'immobilisation et rentabilité du capital investi - Facteurs d'évaluation et hypothèses

Coûts d'immobilisation: 522 000 \$

Amortissement fiscal\*: Double amortissement dégressif sur 12 années

Amortissement aux livres\*: Amortissement linéaire sur 12 années, 70 000 \$ récupérés après 12 ans

<u>Financement:</u>	Emprunt sur 10 ans à 9,5 % d'intérêt, remboursement commencé en 1979 de la somme de 522 000 \$
<u>Taux d'imposition:</u>	50 %
<u>Revenu*:</u>	267 475 \$/année
<u>Frais d'exploitation*:</u>	117 140 \$/année

- \*Remarques: 1. L'amortissement aux livres est de 8,3 p. 100.  
 2. L'amortissement fiscal est le double de l'amortissement aux livres. Prendre 17 p. 100.  
 3. Revenu net réalisé en 1980, une année après le début du remboursement du capital investi.  
 4. Le "revenu" et les "frais d'exploitation" ont été déterminés en supposant 80 p. 100 d'humidité dans les matières flottantes.

#### CALENDRIER D'AMORTISSEMENT

Année	Coût d'investissement non amorti	Amortissement*
1980	522 000 \$	88 740 \$
1981	433 260	73 654
1982	359 606	61 133
1983	298 473	50 740
1984	247 733	42 115
1985	205 618	34 955
1986	170 663	29 013
1987	141 650	24 081
1988	117 569	19 987
1989	97 582	16 589
1990	80 993	13 769
1991	67 224	11 428
1992	55 796	-

\* Amortissement dégressif à 17 % par année

## NOTES RELATIVES AUX CALCULS ET AUX MÉTHODES UTILISÉES POUR CALCULER LA RENTABILITÉ ACTUALISÉE DU CAPITAL INVESTI - CAS DE BASE

### Hypothèses

1. Début en 1979 du remboursement du montant total des investissements
2. Revenu net à partir de 1980
3. Revenu net constant sur 12 années d'imposition
4. Valeur de récupération après 12 années: 70 000 \$.

### Explication des calculs de rentabilité du capital investi

1. Amortissement calculé à 17 p. 100 selon un double amortissement dégressif (les calculs sont présentés au Calendrier d'amortissement).
2. Les bénéfices imposables sont déterminés en soustrayant l'amortissement dans la colonne 3 du revenu net dans la colonne 2.
3. Les bénéfices après impôt sont déterminés en multipliant les bénéfices imposables par le taux d'imposition (50 p. 100).
4. Le flux de liquidité est la somme des bénéfices après impôt et de l'amortissement.
5. La valeur actuelle est calculée en multipliant le flux de liquidité après impôt par le taux de valeur actuelle à un pourcentage donné, dans ce cas 18 p. 100 et 16 p. 100.
6. La rentabilité du capital investi\* est déterminée en faisant la somme des valeurs actuelles pour la période d'imposition (12 années), y compris la valeur actuelle du montant de récupération, et en la comparant à l'investissement initial. Si les deux montants sont égaux, la rentabilité du capital investi appropriée a bien été déterminée pour les conditions données.

---

#### \* Notes: Premier essai (18 p. 100)

- montant de la valeur actuelle < investissement initial
- donne une valeur actuelle nette négative
- suppose une rentabilité du capital investi inférieure à 18 p. 100.

#### Second essai (16 p. 100)

- montant de la valeur actuelle > investissement initial
- donne une valeur actuelle nette positive
- suppose une rentabilité du capital investi supérieure à 16 p. 100
- le montant exact peut être déterminé par interpolation (arithmétique ou graphique).

#### Taux de rentabilité réel

- l'écart entre le montant de la valeur actuelle à 18 p. 100 et celui à 16 p. 100 est de 39 679 \$
- la différence entre l'investissement et le montant de la valeur actuelle à 16 p. 100 (valeur actuelle nette) est de 12 480 \$
- taux de  $12\,480/39\,679 = 0,31$  ou  $(0,31 \times 2 = 0,62$  p. 100)
- la rentabilité réelle du capital investi est de 16,62 p. 100; disons, pour simplifier 16,6 p. 100

Période d'amortissement

- déterminée à partir du flux de liquidité après impôt
- l'addition des montants de flux de liquidité après impôt (cumulatifs) jusqu'à ce qu'on atteigne une somme de l'ordre de l'investissement initial, correspond à une période comprise entre 4 et 5 ans.
- par interpolation:
  - intervalle années 4 - 5: 96 225 \$
  - total intervalle année 4 pour investissement initial: 84 195 \$
  - taux  $84\ 195/96\ 225$ : 0,90
  - période réelle d'amortissement: 4,9 années.

TABLEAU 5 CALCULS DE RENTABILITÉ DU CAPITAL INVESTI - CAS DE BASE

Année	Investissement	Revenu net	Amortissement	Revenu imposable	Revenu net après impôt	Flux de liquidité après impôt	Facteur VA à 25 %	VA	Facteur VA à 25 %	VA
1979	- 552 000						1,0	- 522 000	1,0	- 522 000
1980		150 335	88 740	61 595	30 798	119 538	,8474	101 297	,8621	103 054
1981		150 335	73 654	76 681	33 341	111 995	,7182	80 435	,7432	83 235
1982		150 335	61 133	89 202	44 601	105 734	,6086	64 350	,6407	67 744
1983		150 335	50 740	99 595	49 798	100 538	,5158	51 858	,5523	55 527
1984		150 335	42 115	108 220	54 110	96 225	,4371	42 060	,4761	45 813
1985		150 335	34 955	115 380	57 690	92 645	,3704	34 316	,4104	38 022
1986		150 335	29 013	121 322	60 661	89 674	,3139	28 149	,3538	31 727
1987		150 335	24 081	126 254	63 127	87 208	,2660	23 197	,3050	26 598
1988		150 335	19 987	130 349	65 174	85 161	,2255	19 204	,2630	22 397
1989		150 335	16 589	133 746	66 873	83 462	,1911	15 950	,2267	18 921
1990		150 335	13 769	136 566	68 283	82 052	,1619	13 284	,1954	16 033
1991		150 335	11 428	138 907	69 454	80 882	,1372	11 097	,1684	13 621
1991		70 000					,1372	9 604	,1684	11 788
								<u>494 801</u>		<u>534 480</u>
							Valeur actuelle nette	- 27 199		12 480

**NOTES RELATIVES AUX CALCULS DU TAUX DE RENTABILITÉ, EN  
CONSIDÉRANT LE NON-PAIEMENT DES SURTAXES COMME UN REVENU**

1. Comme dans les calculs précédents, la valeur additionnelle de 100 000 \$/année a été ajoutée au revenu net.
2. On a pris 25 p. 100 comme taux de rentabilité initial.
3. La valeur actuelle totale était de 575 939 \$, ce qui signifie que le taux de rentabilité réel est supérieur à 25 p. 100.
4. On a pris 35 p. 100 comme taux de rentabilité pour le second essai.
5. La valeur actuelle totale était 434 827 \$, ce qui signifie que le taux de rentabilité réel est inférieur à 35 p. 100.
6. Le taux de rentabilité réel est de 28,8 p. 100.
7. La période d'amortissement est de 3,2 ans.

TABLEAU 6 CALCULS DE RENTABILITÉ DU CAPITAL INVESTI - EN CONSIDÉRANT LE  
NON-PAIEMENT DE LA SURTAXE COMME UN REVENU

Année	Investissement	Revenu net	Amortissement	Revenu imposable	Revenu net après impôt	Flux de liquidité après impôt	Facteur VA à 25 %	VA	Facteur VA à 25 %	VA
1979	- 522 000						1,0	- 522 000	1,0	- 522 000
1980		250 335	88 740	161 595	80 798	169 538	,7407	125 577	,8000	135 630
1981		250 335	73 654	176 654	88 341	161 995	,5487	88 887	,6400	103 677
1982		250 335	61 133	189 202	94 601	155 734	,4064	63 290	,5120	79 736
1983		250 335	50 740	199 595	99 798	150 538	,3011	45 327	,4096	61 660
1984		250 335	42 115	208 220	104 110	146 225	,2230	32 608	,3277	47 918
1985		250 335	34 955	215 380	107 690	142 645	,1652	23 565	,2621	37 387
1986		250 335	29 013	221 322	110 661	139 674	,1224	17 096	,2097	29 290
1987		250 335	24 081	226 254	113 127	137 208	,0906	12 431	,1678	23 024
1988		250 335	19 987	230 348	115 174	135 161	,0671	9 069	,1342	18 139
1989		250 335	16 589	233 746	116 873	133 462	,0497	6 633	,1074	14 334
1990		250 335	13 769	236 566	118 283	132 052	,0368	4 860	,0859	11 343
1991		250 335	11 428	238 907	119 454	130 882	,0273	3 573	,0687	8 992
1991		70 000					,0273	1 911	,0687	4 809
								<u>434 827</u>		<u>575 939</u>
							Valeur actuelle nette	- 87 173		53 939

**NOTES RELATIVES AUX CALCULS DE RENTABILITÉ DU CAPITAL INVESTI,  
TENANT COMPTE DU PROGRAMME D'AMORTISSEMENT ACCÉLÉRÉ (PAA)  
D'ENVIRONNEMENT CANADA**

1. Les facteurs d'évaluation et les hypothèses sont les mêmes que dans le premier exemple, à une exception près.
2. Le programme PAA permet d'amortir 50 p. 100 du coût d'investissement à chacune des deux premières années.
3. Tous les calculs de taux de rentabilité sont présentés dans le tableau.
4. Le plus grand écart se situe dans la colonne du revenu imposable, où en soustrayant l'amortissement du revenu net on obtient un résultat négatif.
5. Dans une tranche fiscale où le taux d'imposition est de 50 p. 100, la moitié du revenu imposable devient un revenu après impôt, lequel est ajouté à l'amortissement pour donner le flux de liquidité après impôt.
6. L'essai initial, à un taux hypothétique de rentabilité du capital investi de 25 p. 100, a donné une valeur actuelle nette négative; autrement dit la rentabilité réelle en pourcentage est plus faible.
7. Le second essai à 20 p. 100 a donné une valeur actuelle nette positive, autrement dit la rentabilité réelle est plus élevée.
8. Par interpolation, la rentabilité du capital investi réelle est de 21,4 p. 100.
9. La période d'amortissement est également de 3,5 ans.

**RÉSUMÉ DES CALCULS DE TAUX DE RENDEMENT**

	Rentabilité du capital investi %	Période d'amortissement (années)
Cas de base	16,6	4,9
Surtaxe	28,8	3,2
PAA (sans surtaxe)	21,4	3,5

TABLEAU 7 CALCULS DE RENTABILITÉ DU CAPITAL INVESTI - "PAA"

Année	Inves- tisse- ment	Revenu net	Amor- tisse- ment	Revenu impo- sable	Revenu net après impôt	Flux de liquidité après impôt	Facteur VA à 25 %	VA	Facteur VA à 25 %	VA
1979	- 522 000						1,0	- 522 000	1,0	- 522 000
1980		150 335	261 000	-110 665	-55 333	205 667	,8000	164 534	,8333	171 382
1981		150 335	261 000	-110 665	-55 333	205 667	,6400	131 627	,6944	142 815
1982		150 335	261 000	150 335	75 168	75 168	,5120	38 486	,5787	43 500
1983		150 335	261 000	150 335	75 168	75 168	,4096	30 789	,4823	36 254
1984		150 335	261 000	150 335	75 168	75 168	,3277	24 633	,4019	30 210
1985		150 335	261 000	150 335	75 168	75 168	,2621	19 702	,3349	25 174
1986		150 335	261 000	150 335	75 168	75 168	,2097	15 763	,2791	20 979
1987		150 335	261 000	150 335	75 168	75 168	,1678	12 613	,2326	17 484
1988		150 335	261 000	150 335	75 168	75 168	,1342	10 088	,1938	14 568
1989		150 335	261 000	150 335	75 168	75 168	,1074	8 073	,1615	12 140
1990		150 335	261 000	150 335	75 168	75 168	,0859	6 457	,1346	10 118
1991		150 335	261 000	150 335	75 168	75 168	,0687	5 164	,1122	8 434
1991		70 000					,0687	4 809	,1122	7 854
								<u>472 738 \$</u>		<u>540 912 \$</u>
							Valeur actuelle nette	- 49 262		18 912