



Environnement  
Canada

Environment  
Canada

Service de la  
protection de  
l'environnement

Environmental  
Protection  
Service

66

# La Détoxification des eaux résiduaires du blanchiment de la pâte kraft par le procédé des boues activées

TD  
182  
.R46 no. 4  
WP/77/3F  
ex.1

et des techniques  
4 - WP - 77 - 3 - F

pollution des eaux

## SERIE DE RAPPORTS DU SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les rapports sur le développement technologique décrivent l'outillage et les procédés techniques, ainsi que les résultats des études portant sur les laboratoires, les installations d'essai, les démonstrations, ou l'évaluation des équipements. Ces rapports constituent une source centrale de renseignements sur les activités et la mise en valeur du Service de la protection de l'environnement.

Les autres catégories de la série de rapports du S.P.E. comprennent les groupes suivantes: règlements, codes et méthodes d'analyse, politiques et planification, analyse économique et technique, surveillance, guides de formation, rapports et exposés à l'enquête publique, impacts environnementaux.

Les demandes relatives aux rapports du Service de la protection de l'environnement doivent être adressées au Service de la protection de l'environnement, Environment Canada, Ottawa, K1A 1C8, Ontario, Canada.

## ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE REPORT SERIES

Technology Development Reports describe technical apparatus and procedures, and results of laboratory, pilot plant, demonstration or equipment evaluation studies. They provide a central source of information on the development and demonstration activities of the Environmental Protection Service.

Other categories in the EPS series include such groups as Regulations, Codes and Protocols; Policy and Planning; Economic and Technical Review; 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, Environment Canada, Ottawa K1A 1C8, Ontario, Canada.

T D  
182  
R46 no.  
4/WP/77/3F

PP20.14  
#132381

# La Détoxification des eaux résiduaires du blanchiment de la pâte kraft par le procédé des boues activées

B.E. Jank, D.W. Bissett, V.W. Cairns et P.H.M. Guo

Service de la protection de l'environnement  
Centre technique des eaux usées

Rapport SPE-4-WP-77-3-F

ENVIRONNEMENT CANADA

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

Édition française  
de *An Assessment of Kraft Bleachery Effluent Toxicity Reduction Using Activated Sludge* © 1977  
préparée par le Module d'édition française  
Ministère de l'Environnement

**Rapport EPS 4-WP-77-3-F**

Imprimé par le ministère des Approvisionnements et Services  
N° de catalogue : EN 43-4/77-3-F  
ISBN 0-662-90602-0

©  
Ministre des Approvisionnements et Services  
1980

## REMERCIEMENTS

Nous avons beaucoup apprécié, au cours de notre travail, la collaboration de la direction et du personnel de la compagnie Eddy Forest Products Limited, d'Espanola en Ontario. Il faudrait une page entière pour citer tous ceux qui ont contribué à ce travail. Nous tenons cependant à remercier certaines personnes qui nous ont aidé d'une façon particulière. La collaboration du directeur général, M. I. Cairns et de M. C.Y. Chai, l'ingénieur principal de procédé, a été vitale au début de l'étude. M. R. Shanghnessey, du Service de l'ingénierie, a coordonné les efforts du personnel de l'usine pour assurer une aide mécanique, si besoin était. Enfin, M. R. Willey, chimiste de l'usine, nous a été d'une grande assistance technique : plusieurs de ses explications concernant la marche de l'usine nous ont été essentielles.

Nous avons apprécié l'aide du personnel du ministère de l'Environnement de l'Ontario, à l'usine de traitement des déchets de Sudbury.

Nous remercions aussi messieurs David Ide et Serge Metikash, WTC, responsables des analyses chimiques et biologiques à Espanola, qui ont manifesté un intérêt certain et inattendu pour notre étude. Leur patience et leurs efforts additionnels ont permis à cette étude de porter ses fruits.

## RÉSUMÉ

Dans les usines de pâtes et papiers kraft, le procédé de blanchiment est reconnu pour être l'une des principales sources de toxicité des eaux résiduaires. Nous avons expérimenté un traitement pilote en deux stades pour les boues activées de l'effluent du procédé de blanchiment en six stades de l'Eddy Forest Products Limited, à Espanola en Ontario. L'expérience avait pour but de déterminer si le système d'épuration biologique en deux stades satisfait au *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* (1971). Nous avons comparé un système monostade classique et le système distade, en évaluant leur efficacité à réduire la toxicité aiguë des effluents chez les truites arc-en-ciel juvéniles.

Le système distade s'est toujours révélé plus efficace, même quand les charges volumiques étaient beaucoup plus élevées. Lorsque ces dernières étaient similaires, le traitement en deux stades réduisait davantage la  $DBO_5$ . L'efficacité du procédé et la réduction de la toxicité variaient toutes deux selon l'essence ligneuse formant la matière première.

Cependant, les effluents épurés de l'un ou l'autre système ne satisfaisaient pas aux exigences de détoxification du *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* (1971).

## ABSTRACT

Bleach plant effluent is considered to be one of the major contributors to toxicity in kraft pulp and paper mill operations. A pilot scale two-stage activated sludge system was operated on the six-stage kraft bleachery effluent at Eddy Forest Products Limited, Espanola, Ontario, to study the practicability of using a two-stage biological system to meet effluent requirements specified in the Pulp and Paper Effluent Regulations (1971). For comparison purposes a conventionally loaded single-stage activated sludge system was operated in parallel with the two-stage system. Emphasis was placed on an assessment of the capabilities of the activated sludge systems for the reduction of acute toxicity to juvenile rainbow trout.

The results showed that the two stage system was consistently achieving greater toxicity reduction than the single-stage system even at considerably higher volumetric loadings. At similar volumetric loadings the two-stage system also provided greater  $BOD_5$  removal than the single-stage system. Treatment efficiency and toxicity reduction were both shown to be affected by wood species.

Effluents from both activated sludge systems treating kraft bleachery effluent would not meet the toxicity requirements specified in the Pulp and Paper Effluent Regulations (1971).

## TABLE DES MATIÈRES

	REMERCIEMENTS	
	RÉSUMÉ/ABSTRACT	
	LISTE DES FIGURES	
	LISTE DES TABLEAUX	
	LEXIQUE	
<b>1</b>	<b>Introduction</b>	
<b>2</b>	<b>Objectifs de l'étude</b>	
<b>3</b>	<b>Matériel et méthodes</b>	
3.1	Plan de l'expérience	2
3.2	Caractéristiques des eaux résiduaires étudiées	2
3.3	Équipement de la station expérimentale	5
3.4	Fonctionnement de la station expérimentale	7
3.5	Procédés d'analyse	8
3.6	Installations et méthodes pour les bio-essais	8
3.6.1	Installations aux fins d'analyse	8
3.6.2	Méthodologie des bio-essais	9
<b>4</b>	<b>Examen des résultats de l'expérience</b>	
4.1	Données relatives à l'ingénierie	10
4.2	Résultats des bio-essais	22
4.2.1	Résultats des essais en eau non renouvelée	22
4.2.2	Résultats des essais en courant continu	30
4.3	Mesure de la variabilité de l'affluent et de l'effluent	33
	<b>Conclusions</b>	
	<b>Recommandations</b>	
	<b>Bibliographie</b>	
Annexe I	Caractéristiques chimiques et physiques des eaux de la rivière Spanish	44
Annexe II	Données quotidiennes de rendement et d'exploitation	45
Annexe III	Analyse de l'azote et du phosphore	52
Annexe IV	Apport de soude, température et remarques de l'opérateur de l'usine	52
Annexe V	Temps médians de survie pour des échantillons composites d'une heure et de 24 heures	55
Annexe VI	Variation des temps médians de survie au cours de périodes d'échantillonnage de 24 heures	60
Annexe VII	Courbes de toxicité pour les bio-essais en courant continu	64
Annexe VIII	Déshydratation et filtration des boues	73

## LISTE DES FIGURES

1	Schéma général de l'usine-pilote	3
2	Élimination de $DBO_5$ en fonction de la charge volumique appliquée	14
3	Probabilité de distribution de la $DBO_5$ de l'effluent final du système distade	15
4	Probabilité de distribution de la $DBO_5$ de l'effluent du système monostade	16
5	Probabilité de distribution des SST de l'effluent du système distade	17
6	Probabilité de distribution des SST de l'effluent du système monostade	18
7	Variations quotidiennes des paramètres du bassin d'activation	20
8	Résultats des TMS d'échantillons composites de 24 heures, du 19 février au 28 mars 1974	24
9	Probabilité de distribution des TMS de la deuxième période d'activité pour toutes les essences de bois	25
10	Probabilité de distribution des TMS pour les effluents de la troisième période d'activité pour toutes les essences de bois	26
11	Probabilité de distribution des TMS pour les effluents de bois dur et de bois mou	28
12	Probabilité de distribution des TMS de la première période d'activité pour toutes les essences de bois	29
13	Comparaison des TMS provenant des essais en eau non renouvelée et des essais en courant continu sur les effluents du monostade	31
14	Comparaison des TMS provenant des essais en eau non renouvelée et des essais en courant continu sur les effluents du distade	32
15	Variations horaires des TMS au cours des 7 et 8 novembre 1973	35
16	Variations de la $DBO_5$ , de la DCO et des SST au cours des 15 et 16 décembre 1973	36
17	Variations horaires des TMS au cours des 15 et 16 décembre 1973	37
18	Variations horaires de la $DBO_5$ et des SST au cours des 24 et 25 mars 1974	38
19	Variations des TMS au cours des 24 et 25 mars 1974	39

## LISTE DES TABLEAUX

1	Plan de l'expérience	4
2	Caractéristiques des eaux résiduaires	5
3	Principales données statistiques sur les effluents	6
4	Principales données statistiques sur le bassin d'activation	12
5	Liste des charges appliquées et élimination de la $DBO_5$ obtenue	13
6	Boues recirculées (% des eaux résiduaires)	19
7	Principaux résultats de $CL_{50}$ après 96 heures de bio-essais en courant continu	21



## LEXIQUE\*

Bassin d'activation ( <i>reactor; aeration cell</i> )	Bassin où le liquide mixte est brassé de façon à maintenir les boues en suspension et où il reçoit l'oxygène nécessaire à la prolifération des micro-organismes aérobies. On emploie aussi le terme, plus général, <i>bassin d'aération</i> .
Bio-essai en courant continu ( <i>continuous flow test</i> )	Essai réalisé au moyen d'un bassin dans lequel l'eau est renouvelée constamment, la température, le niveau d'oxygène et le pH sont maintenus constants.
Bio-essai en eau non renouvelée ( <i>static bioassay</i> )	Essai réalisé dans un bassin où la même eau est conservée, sans que soient maintenus artificiellement le niveau d'oxygène, le pH, etc.
Boues activées ( <i>activated sludge</i> )	Boues floculées ou en voie de floculation produites par aération prolongée des eaux usées. Par les micro-organismes qu'elles contiennent, ces boues peuvent transformer en matériaux stables les matières organiques contenues dans l'eau à épurer.
Boues recirculées ( <i>returned sludge</i> )	Boues activées reprises du décanteur secondaire et remises en circulation dans le bassin d'activation. On utilise aussi le terme <i>boues de retour</i> .
Charge en DBO ( <i>BOD load</i> )	Charge en matières organiques des eaux usées amenées dans une station d'épuration. Elle s'exprime généralement en kg de DBO par unité de temps.
Charge massique ( <i>organic loading</i> )	Rapport entre la masse de nourriture (DBO <sub>5</sub> ou matières volatiles) entrant journallement dans le bassin d'activation et la masse de boues présentes dans le bassin. On classe souvent les systèmes de boues activées selon l'importance de la charge massique : forte = 0,4 à 1 kg DBO/kg de boues; moyenne = 0,2 à 0,3 kg DBO/kg de boues; faible = 0,01 à 0,1 kg DBO/kg de boues (aération prolongée).
Charge volumique ( <i>volumetric loading</i> )	Masse de nourriture (DBO <sub>5</sub> ou matières volatiles) entrant journallement par volume unitaire de bassin (kg par m <sup>3</sup> ).
DBO ( <i>BOD</i> )	La demande biochimique d'oxygène est l'expression de la quantité d'oxygène (mg/l) nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques dans une eau usée, avec le concours des micro-organismes.

\*Pour la terminologie française concernant l'épuration des eaux et le procédé des boues activées, nous recommandons les ouvrages suivants : *Dictionnaire de l'eau*, Office de la langue française du Québec; *Pratique de l'assainissement des agglomérations urbaines et rurales*, Eyrolles; *Dictionnaire technique de l'eau*, Le Prat; *Mémento technique de l'eau*, Degrémont, *Dictionary of Water and Sewage Engineering*, Elsevier, *Les résidus industriels* (2), Entreprise moderne d'édition.

## VIII

Décantation ( <i>settling</i> )	Opération consistant à laisser déposer les matières en suspension dans un liquide, en vue de les éliminer ou de recueillir le liquide ainsi clarifié.
Décanteur primaire ( <i>primary clarifier</i> )	Décanteur où se déroule une opération qui précède une épuration biologique ou une filtration.
Décanteur secondaire ( <i>secondary clarifier</i> )	Décanteur où se déroule une opération qui suit l'épuration biologique.
Digestion aérobie ( <i>aerobic digestion</i> )	Ce procédé consiste, dans le cas des boues activées, à poursuivre le développement de micro-organismes aérobies jusqu'à ce que les boues s'auto-oxydent et se minéralisent. Synonyme : stabilisation aérobie.
Indice de boue ( <i>sludge volume index</i> )	Nombre de centimètres cubes occupés par un gramme de boue, calculé en matière sèche, après un temps de sédimentation de 30 mn. Synonyme : volume des résidus secs.
Indice de volume des boues ( <i>sludge volume index</i> )	Rapport entre le volume en millilitres des boues déposées dans un échantillon de 1000 ml après 30 mn et la concentration du liquide mixte en milligrammes par litre multipliée par 1000.
Effluent brut ( <i>waste stream</i> )	Eaux résiduaires provenant, dans le contexte du présent rapport, d'opérations industrielles.
Effluent épuré ( <i>process effluent stream</i> )	Liquide issu d'une opération d'épuration d'eaux usées.
Épuration biologique ( <i>biological treatment</i> )	Procédé de traitement des eaux usées assurant la dégradation de la matière organique par des processus biologiques.
Étang aéré ( <i>aerated lagoon</i> )	Étang ou bassin de traitement des eaux usées, où l'on utilise l'aération mécanique ou l'aération par diffusion pour assurer l'alimentation en oxygène. Synonyme : bassin de stabilisation.
Liquide mixte ( <i>mixed liquor</i> )	Mélange de boues activées et d'eaux usées dans un bassin d'activation d'une station d'épuration par boues activées.
Poisson-cobaye ( <i>test fish</i> )	Poisson utilisé dans les essais biologiques.
Pompe à émulsion d'air ( <i>air drift pump</i> )	Appareil servant à accroître l'énergie d'un liquide par émulsion avec de l'air comprimé. Synonymes : pompe Mammouth, éjecteur à air comprimé.
Pompe à rotor hélicoïdal ( <i>progressing cavity pump</i> )	Pompe d'alimentation du bassin en eaux résiduaires. On emploie aussi le terme <i>pompe à vis excentrée</i> .
Pompe de type Moyno ( <i>moyno pump</i> )	Pompe à rotor hélicoïdal utilisée pour l'alimentation du bassin en eaux résiduaires.

Pompe volumétrique  
(*displacement pump*)

Pompe dans laquelle l'eau s'écoule de la source d'alimentation, par un tuyau d'aspiration et un clapet d'aspiration, dans la chambre de la pompe, sous l'effet du vide créé par le retrait d'un mécanisme qui, à son retour, déplace un certain volume d'eau contenue dans la chambre et la force à s'écouler par les clapets et les tuyaux de refoulement.

Procédé des boues activées  
(*activated sludge process*)

Épuration qui consiste à provoquer le développement d'un floc bactérien (précisément l'amas biologique qu'on appelle *boues activées*) dans un bassin d'activation alimenté en eau à traiter. Le processus est aérobie et la présence d'oxygène en quantité suffisante est nécessaire.

Soufflante à piston rotatif  
(*rotary-type blower*)

Appareil servant à injecter l'air sous pression dans la masse liquide.

Temps de survie  
(*mortality time*)

Temps qui s'écoule entre le moment où le poisson-cobaye est mis en contact avec le milieu toxique et le moment où il meurt.

Traitement primaire  
(*primary process*)

Opération chimique (neutralisation) ou physique (flotation, coagulation, floculation, sédimentation) qui se déroule dans un bassin où l'eau est séparée des substances qui se déposent ou qui surnagent.

Traitement secondaire  
(*secondary process*)

Épuration biologique des matières organiques biodégradables.

Traitement tertiaire  
(*tertiary process*)

Épuration des matières organiques non dégradables et des matières inorganiques en solution (par coagulation, sédimentation, échange d'ions, osmose inverse, etc.) On emploie aussi le terme traitement complémentaire.

Vitesse de déversement  
(*overflow rate*)

Critère utilisé dans le calcul des bassins de décantation; généralement exprimé en unité de volume par unité de surface par jour.

## 1. – INTRODUCTION

Les procédés d'épuration biologique des déchets sont beaucoup utilisés au sein de l'industrie des pâtes et papiers pour la diminution des teneurs en matières oxydables dans les diverses eaux résiduaires. Pour l'épuration des eaux résiduaires des usines de pâte kraft, on a utilisé avec succès les étangs aérés et les procédés de boues activées avec aération prolongée pour diminuer la demande biochimique d'oxygène (*Gehm*, 1973, et *NCASI Tech. Bull.*, n° 220, 1968) et ainsi réduire dans une certaine mesure la toxicité de l'effluent épuré (rapport EPS n° 3-WP-73-6, 1973 et Charles et Decker, 1970). Ces procédés se révèlent moins onéreux du point de vue des investissements et du coût d'exploitation que la plupart des procédés classiques ou à rendement élevé. On doit cependant envisager des procédés de substitution car plusieurs usines appréhendent des difficultés d'exploitation et disposent d'un espace restreint.

Toutes les études publiées sur le sujet montrent que les procédés biologiques multistades sont plus stables, même quand ils sont soumis à des charges excessives (EPA Report No. 12040 EMY 12/71, 1971). Le Centre technique des eaux usées du Service de la protection de l'environnement a inauguré un programme expérimental destiné à étudier la possibilité d'utiliser un procédé distade de boues activées pour satisfaire aux exigences de détoxification du *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* (1971). On a insisté tout particulièrement sur la capacité de détoxification du procédé. A des fins de comparaison, on a effectué, à un niveau expérimental, le traitement des eaux résiduaires du blanchiment de la pâte kraft au moyen d'un système distade en parallèle avec un système monostade. On a choisi les eaux résiduaires du blanchiment car elles sont réputées pour être à peu près les plus toxiques de toutes les eaux résiduaires provenant des usines de pâte kraft.

Les résultats de laboratoire ont indiqué, malgré la variation considérable des caractéristiques des eaux résiduaires, que la  $DBO_5$  et les solides en suspension ont diminué dans une proportion acceptable. Malgré le peu de données sûres concernant la toxicité, on a de bons indices d'une baisse importante de la toxicité. Les résultats soulignent le besoin de définir la variabilité de l'effluent épuré en fonction du temps et des conditions d'opération du procédé et de déterminer jusqu'à quel point l'épuration biologique distade à forte charge peut effectuer la détoxification. On a donc, dans ce but, commencé une étude régionale, en juin 1973, à l'Eddy Forest Products Limited, à Espanola en Ontario. Cette étude consistait à expérimenter deux systèmes-pilotes d'épuration par boues activées. Même si la majeure partie du travail a été subventionné et effectué par le personnel du CTEU, l'Eddy Forest Products Limited a apporté sa contribution en fournissant le personnel de soutien, l'équipement et un édifice particulier pour loger les installations expérimentales et les laboratoires.

La Eddy Forest Products Limited, à Espanola, est une usine intégrée de pâtes et papiers kraft qui produit environ 590 tonnes (650 tonnes impériales) de pâte par jour. À l'époque où l'étude a été effectuée, l'usine transformait autant de bois dur que de bois mou, acheminés par des moyens terrestres, sous forme de billes ou de copeaux de bois. Après la cuisson de la pâte kraft, le produit était blanchi dans l'une des deux usines de blanchiment. On a choisi, dans le cadre de cette étude, l'usine de blanchiment à six stades comprenant : la chloration, l'extraction à la soude, aux hypochlorites, au bioxyde de chlore puis une autre extraction à la soude et au bioxyde de chlore (CEHDED).

\*

\* \*

## 2. – OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

L'étude comportait trois grands objectifs :

- 1<sup>o</sup> Évaluer la capacité d'un procédé distade de boues activées à réduire la forte toxicité des eaux résiduaires du blanchiment de la pâte kraft;
- 2<sup>o</sup> Comparer l'efficacité du procédé distade par rapport au monostade classique pour la diminution de la DBO<sub>5</sub> et de la toxicité;
- 3<sup>o</sup> Déterminer dans quelle mesure la toxicité de l'effluent brut et de l'effluent épuré du blanchiment de la pâte kraft varie en fonction du temps et des conditions d'exploitation du procédé d'épuration.

\*

\*   \*

## 3. – MATÉRIEL ET MÉTHODES

On a divisé l'installation de l'Eddy Forest Products Limited en trois secteurs : un secteur a été consacré à la station expérimentale d'épuration; un autre secteur, aux essais analytiques; un troisième, aux essais biologiques. La station expérimentale comportait un système de prétraitement chimique, un procédé distade de boues activées, un procédé monostade de boues activées et l'équipement connexe, tels les appareils d'aération et les échantillonneurs automatiques réfrigérants. Le secteur consacré aux analyses était pourvu de l'équipement nécessaire pour effectuer les tests de routine quotidiens, portant sur la DBO<sub>5</sub>, la DCO, les solides en suspension, etc. Dans le secteur consacré aux essais biologiques, on trouvait des bassins de réserve des poissons, des bains à température contrôlée, des appareils de dilution et un compresseur d'air. La figure 1 montre un schéma général de l'équipement situé dans l'entrepôt.

### 3.1 Plan de l'expérience

L'étude consistait à appliquer un procédé distade et un procédé monostade de boues activées destinés à traiter les eaux neutralisées du blanchiment de la pâte kraft. On a fait l'essai de trois charges différentes pour chacun des procédés. Le tableau 2 présente le plan de l'expérience. Comme on le souligne, les deux procédés ont fonctionné, au cours de la période initiale, sous une série de charges analogues à celles utilisées ordinairement dans un procédé de boues activées. Au cours des deuxième et troisième périodes d'activité, on a augmenté la charge pour le procédé distade et on l'a abaissée pour le procédé monostade. Les changements avaient pour but d'étudier l'efficacité des deux procédés d'épuration à réduire la DBO et la toxicité dans des cas de charges variées.

### 3.2 Caractéristiques des eaux résiduaires étudiées

Les eaux résiduaires étudiées provenaient d'une usine de blanchiment à six stades, utilisant une séquence de blanchiment CEHDED. L'usine de blanchiment transformait environ 340 tonnes (375 tonnes impériales) de pâte kraft (poids sec à l'air) provenant soit de bois dur ou de bois mou,

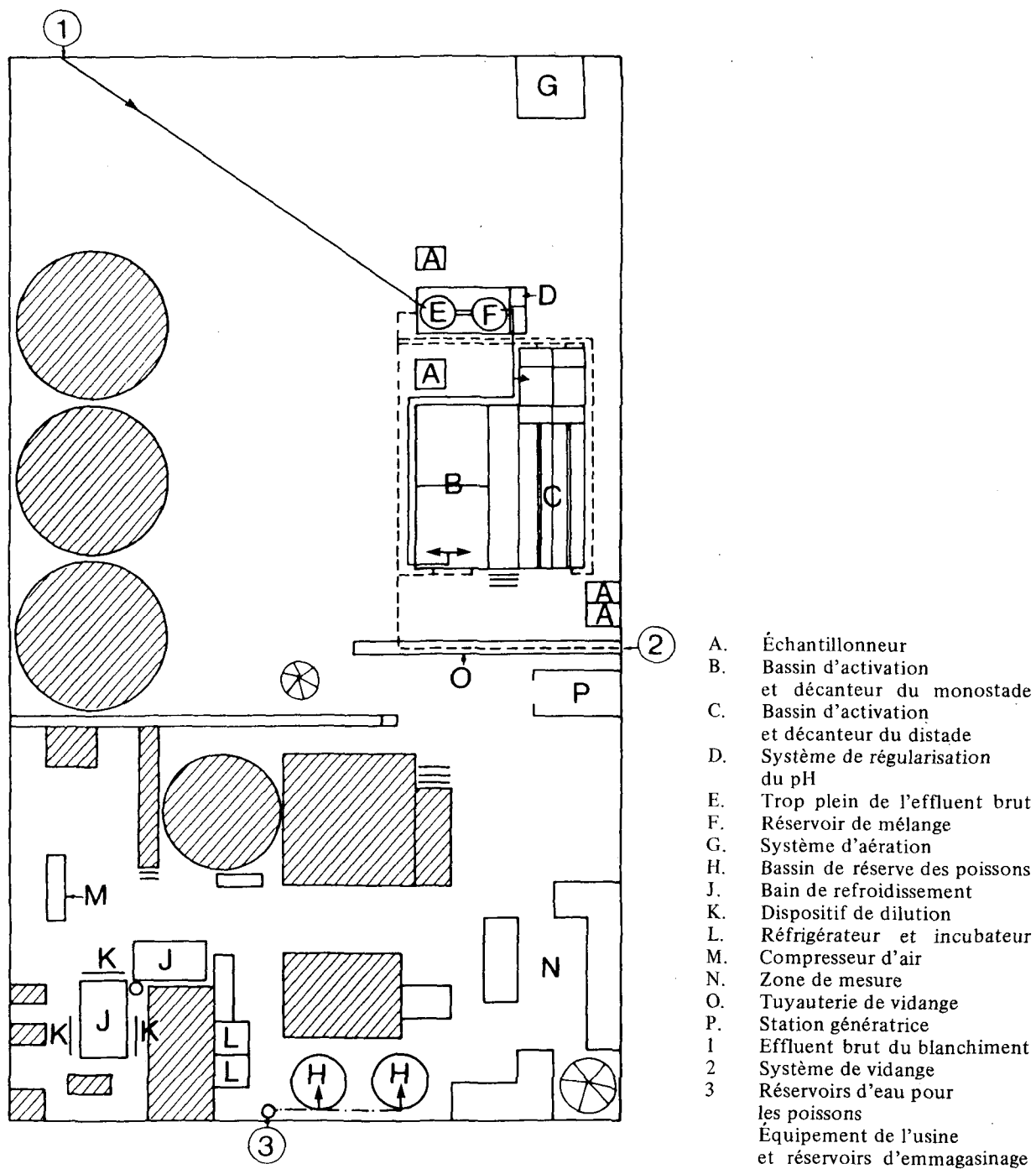


Fig. 1 Schéma général de l'usine-pilote

Tableau 1 Plan de l'expérience

(Date) Du au	Débit (m <sup>3</sup> /j)		Temps de rétention dans les bassins (heures)			Charge volumique (kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> . jour)			Charge massique (kg DBO <sub>5</sub> /kg SSTLM . j)		
	Distade	monostade	1 <sup>er</sup> stade	2 <sup>e</sup> stade	monostade	1 <sup>er</sup> stade	2 <sup>e</sup> stade	monostade	1 <sup>er</sup> stade	2 <sup>e</sup> stade	monostade
22/11/73 - 25/01/74 (326 <sup>e</sup> au 25 <sup>e</sup> jour)	6,5	15,4	1,4	1,4	2,7*	3,2	1,1	1,6	0,5	0,5	0,4
26/01/74 - 06/03/74 (26 <sup>e</sup> au 65 <sup>e</sup> jour)	13,1	15,4	0,7	0,7	5,5	5,6	2,7	0,7	1,3	1,2	0,3
07/03/74 - 28/03/74 (66 <sup>e</sup> au 87 <sup>e</sup> jour)	19,6	22,9	0,5	0,5	3,7	9,9	7,0	1,2	2,0	6,1	0,3

\* Le volume de liquide dans le bassin d'activation à ce débit était de 1,7 m<sup>3</sup>, soit la moitié de la capacité prévue du bassin.

et déversait un effluent d'eaux résiduaires à un débit approximatif de 13,6 m<sup>3</sup>/mn (3000 gal imp./mn). Le tableau 3 présente les caractéristiques des eaux résiduaires provenant d'échantillons composites non filtrés recueillis au cours d'une période de 24 heures, à l'usine de blanchiment. Ces résultats comprennent la moyenne, l'écart type et les valeurs minimales et maximales mesurées.

Tableau 2 Caractéristiques des eaux résiduaires

Paramètre	Moyenne	Écart Type	Minimum	Maximum
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	177	44	81	349
DCO (mg/l)	990	239	437	1 891
SST (mg/l)	63	31	10	154
Température (°C)	43	3	17	49

Les caractéristiques des eaux résiduaires variaient beaucoup. L'azote total mesuré par la méthode Kjeldahl variait de 0,4 à 0,56 mg/l; et l'orthophosphate, de 0,8 à 1,5 mg/l; ce qui indique que l'on doit faire précéder le traitement biologique d'une addition de substances nutritives. Le pH des eaux résiduaires variait de 2,0 à 9,3; la médiane était 3,7. Cela suggère que l'on doit ajuster le pH avant de soumettre les eaux résiduaires aux procédés de boues activées. La couleur de l'effluent de blanchiment était doré pâle, mais passait au brun foncé après neutralisation. On n'a pas observé de différence notable dans la DBO<sub>5</sub>, les solides en suspension et le pH provenant des deux essences de bois utilisées: La quantité de soude nécessaire pour neutraliser l'effluent était légèrement plus importante quand il s'agissait d'eaux résiduaires provenant de bois mou que de bois dur. En général, la neutralisation des eaux résiduaires provenant du bois mou demandait 0,30 kg NaOH/m<sup>3</sup> (3,0 lb/1000 gal), alors que pour les eaux résiduaires provenant du bois dur il suffisait de 0,22 kg/m<sup>3</sup> (2,2 lb/1000 gal).

La température moyenne des eaux résiduaires était de 43 °C, avec un écart type de 3 °C. Il était à craindre que la température élevée ne rende difficile un apport suffisant d'oxygène dans les procédés d'épuration et qu'elle ne nuise à la croissance d'une population bactérienne adéquate. Mais aucune de ces difficultés ne s'est présentée au cours de l'expérience.

On a observé une différence notable de toxicité entre les effluents bruts provenant du bois dur et du bois mou. La CL<sub>50</sub> après 96 heures a varié de 6 % à 13 % pour les effluents de bois mou et de 13 % à 17 % pour les effluents bruts de bois dur. On discutera de l'importance de ces résultats au § 4.2.2.

### 3.3 Équipement de la station expérimentale

La station monostade, construite par Napanee Industries Limited, à Napanee (Ontario), correspondait au système classique d'épuration par boues activées, avec un bassin d'activation, un bassin de décantation (décanteur) et un bassin de digestion aérobie (digesteur). Le bassin d'activation mesurait 1,6 m (5,25 pi) sur 1,2 m (4,0 pi), avait une profondeur de 2,2 m (7,25 pi) et un franc-bord d'environ 0,4 m (1,35 pi). Le bassin pouvait être divisé en deux parties égales au moyen d'une cloison boulonnée. Le volume total du bassin était environ de 3,5 m<sup>3</sup> (124 pi<sup>3</sup>).



Tableau 3 Principales données statistiques sur les effluents

Période et paramètre	Effluent de blanchiment			Effluent du 1er stade			Effluent du 2e stade			Effluent du monostade		
	Npt	Moy.	Écart type	Npt	Moy.	Écart type	Npt	Moy.	Écart type	Npt	Moy.	Écart type
Du 22 nov. au 25 janv.												
DBO <sub>5</sub>	30	187	50	30	62	44	30	21	10	18	61	28
DCO	37	1060	217	38	825	205	38	725	182	31	829	201
SST	36	75	37	38	44	46	38	75	46	29	98	53
SSV	34	49	28	35	64	31	35	54	39	27	67	35
Du 26 janv. au 6 mars												
DBO <sub>5</sub>	35	161	44	35	79	29	34	36	15	32	17	10
DCO	32	877	244	31	750	213	31	698	196	29	580	185
SST	36	55	31	35	64	37	35	64	31	32	58	29
SSV	35	41	25	35	50	28	35	44	29	32	40	26
Du 7 mars au 28 mars												
DBO <sub>5</sub>	21	190	35	20	135	22	21	82	29	20	43	28
DCO	17	1040	278	16	1000	187	17	893	203	16	785	271
SST	21	55	22	19	65	39	21	80	38	21	65	26
SSV	21	36	18	29	47	31	21	57	28	21	44	24

Note. — Npt : nombre de points. Les unités sont en mg/l.

Le décanteur mesurait environ 1,2 m (4 pi) sur 1,4 m (4,5 pi), avec une surface de 1,7 m<sup>2</sup> (18 pi<sup>2</sup>) et un déversoir d'une longueur de 1,0 m (3,3 pi). L'équipement mécanique consistait en une pompe de type Moyno à entraînement Sterling (permettant une vitesse variable) et une soufflante à piston rotatif. L'air provenant de la soufflante était acheminé à travers des débitmètres et des soupapes de contrôle jusqu'aux bassins d'activation, au système d'éjection à air comprimé des boues recirculées et au digesteur aérobie.

Le système distade, manufacturé par Cellulose Attisholz AG, à Luterbach (Suisse), comprenait un bassin d'activation et un bassin de décantation de premier stade, ainsi qu'un bassin d'activation et un bassin de décantation de second stade. Les bassins d'activation mesuraient 0,80 m (2,6 pi) sur 0,47 m (1,55 pi), avaient une profondeur de 1,0 m (3,3 pi) et un volume de 0,38 m<sup>3</sup> (13 pi<sup>3</sup>). Les décanteurs mesuraient 2,97 m (9,75 pi) sur 0,46 m (1,5 pi), avaient une surface d'environ 1,36 m<sup>2</sup> (14,7 pi<sup>2</sup>) et un déversoir d'une longueur hors tout de 4,7 m (15,5 pi). Deux autres bassins, mesurant 0,46 m (1,5 pi) sur 0,47 m (1,55 pi) sur 1,0 m (3,3 pi), pouvaient servir à la digestion aérobie ou à l'emmagasinage des boues. L'équipement mécanique comprenait une pompe d'alimentation à rotor hélicoïdal (semblable à une pompe de type Moyno), une soufflante à ventilateur et un racloir mécanique dans chaque décanteur. Des diffuseurs fournissaient l'aération et des pompes à émulsion d'air assuraient la recirculation des boues et le renvoi de l'effluent du décanteur du premier stade au bassin d'activation du second stade.

Deux bassins en fibre de verre de 455 litres (100 gallons) précédaient les systèmes d'épuration par boues activées. Le premier agissait comme un trop-plein et le second était utilisé pour mélanger les produits chimiques et renfermait une électrode à pH, un thermomètre et un mélangeur. Un enregistreur à 12 voies Foxboro-YEW servait à contrôler continuellement la température des eaux résiduaires brutes, celle des eaux résiduaires neutralisées, de même que celle des effluents provenant des décanteurs du système distade.

Le système de neutralisation du pH comprenait une électrode submersible et un analyseur de pH, modèle 940, manufacturé par Beckman Instruments, un indicateur-contrôleur à échelle verticale Currentronik Honeywell, un enregistreur Currentronik Honeywell et une pompe BIF à contrôles automatiques. L'électrode à pH précédait tout juste la ligne de déversement du bassin de mélange, de sorte que l'addition de produits chimiques aux eaux résiduaires se faisait avant le déversement. L'indicateur-contrôleur était ajusté de façon à fournir à la pompe à soude le signal nécessaire à maintenir le pH des eaux résiduaires allant aux bassins d'activation à environ 7.

### 3.4 Fonctionnement de la station expérimentale

Au début, les procédés-pilotes de boues activées ont reçu du liquide mixte provenant de l'usine de traitement des égouts municipaux de Sudbury. Après avoir versé la quantité nécessaire de boues activées dans les bassins d'aération et avoir rempli les décanteurs d'eau provenant de la rivière, on a mis le procédé en marche. Après avoir été pompé dans le réservoir d'emmagasinage, l'effluent de blanchiment de la pâte kraft était déversé dans le bassin de mélange pour être neutralisé et additionné de substances nutritives. On a ajouté du chlorure d'ammonium (NH<sub>4</sub>Cl) et du phosphate d'ammonium [(NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>] pour maintenir le rapport DBO<sub>5</sub> : N:P à 100:5:1. À partir du bassin de mélange, les eaux résiduaires étaient pompées jusqu'aux ouvrages d'épuration au moyen de pompes volumétriques à vitesse variable.

L'effluent brut de l'usine de blanchiment et les effluents provenant des décanteurs du premier et du second stades ainsi que du décanteur de monostade ont été soumis à un échantillonnage quotidien; des échantillonneurs réfrigérants chronométrés prenaient des échantillons composites

sur une période de 24 heures. On prenait également au hasard des échantillons dans les trois bassins d'activation, une fois par jour.

Les analyses d'effluents épurés portaient sur la demande biochimique en oxygène pendant une période de cinq jours ( $DBO_5$ ), la demande chimique en oxygène (DCO), les solides en suspension de toute nature (SST) et volatils (SSV), le pH, la toxicité, l'azote total par le procédé Kjeldahl (NTK), les orthophosphates et les chlorures libres résiduels. On a effectué les trois derniers tests de façon intermittente seulement. Le contenu des bassins d'activation a été soumis à des analyses de solides en suspension de toute nature et volatils dans le liquide mixte (SSTLM et SSVLM), d'oxygène dissous (OD), de l'indice de volume des boues (IVB) et du taux d'absorption d'oxygène.

### 3.5 Procédés d'analyse

Afin d'évaluer l'efficacité des procédés d'épuration, on a mis sur pied un laboratoire d'analyse pour mesurer les paramètres mentionnés au § 3.4. Toutes les analyses ont été effectuées selon les procédés généraux décrits dans les *Standard Methods*, avec les modifications suivantes : la mesure de la  $DBO_5$  a été effectuée à l'aide d'un ensemencement acclimaté provenant d'un bassin d'activation ad hoc de boues activées alimenté en vrac. Le liquide surnageant provenant de ce bassin servait à ensemercer l'eau de dilution au taux de 1 ml/l. Les mesures de l'oxygène dissous se faisaient au moyen d'un mesureur d'oxygène dissous YSI, modèle 54, équipé d'une électrode automélangeuse et calibré quotidiennement suivant la méthode Winkler. Les mesures des phosphates ont été réalisées à l'aide d'une trousse chimique Hach.

On a analysé les chlorures au moyen du dosage iodométrique, légèrement modifié, décrit dans les *Standard Methods*. À cause de la coloration inhérente aux échantillons, l'addition de thiosulfate n'a jamais résulté en une solution incolore au point de virage. On a, par conséquent, pris comme point de virage le moment où la couleur bleue disparaissait, c'est-à-dire quand la solution reprenait sa teinte originale. Au cours de l'étude, cette méthode s'est révélée plus rapide, tout en étant fidèle.

### 3.6 Installations et méthodes pour les bio-essais

L'entrepôt abritait l'installation nécessaire aux essais biologiques, de sorte que l'eau pour les bassins de réserve des poissons et l'eau de dilution pour les essais biologiques pouvait être facilement pompée à partir d'un canal adjacent à l'entrepôt. La présente section décrit les installations et les méthodes utilisées pour évaluer la toxicité des effluents bruts et celle des effluents épurés.

**3.6.1 Installations aux fins d'analyse.** — On a utilisé des truites arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*) comme poissons-cobayes. On les a gardées dans des bassins circulaires de fibre de verre d'une capacité de 800 litres, à une densité de poissons excédant 2 l/g/jour. Le canal, à l'extérieur du laboratoire, fournissait de l'eau douce à chaque bassin à un débit de 6 à 8 l/mn. La rivière Spanish alimentait directement ce canal. L'annexe I rapporte les analyses effectuées sur l'eau de la rivière.

Au cours de la première phase de l'expérience, les poissons ont été gardés à 14 °C; mais l'eau de la rivière Spanish s'est graduellement refroidie et le 23 novembre, la température était descendue à 5 °C. Au cours de cette période on a effectué les essais biologiques à la température de l'eau de la rivière. Le 26 novembre, on a installé un chauffe-eau, ce qui a permis de maintenir la température des bassins et des essais biologiques à  $15 \pm 1$  °C. L'acclimatation des poissons à la

température de 15 °C s'est faite grâce à un taux de réchauffement ne dépassant pas 1 °C/jour. On a maintenu les poissons dans des conditions de lumière constante car il n'était pas possible de régler la photo-période dans le laboratoire.

Les récipients pour les essais biologiques étaient des seaux circulaires de 20 litres en polyéthylène, tapissés intérieurement avec des sacs en polyéthylène pour faciliter le nettoyage. On plaçait des paniers ajourés en fibre de verre dans les seaux pour permettre l'observation des poissons dans les effluents colorés, tout en leur infligeant un minimum de stress. Les récipients de 20 litres étaient maintenus à 15 °C à l'intérieur de deux bains d'eau de 900 litres, réfrigérés au moyen d'un compresseur Min-o-cool d'un cheval-vapeur.

**3.6.2 Méthodologie des bio-essais.** — On a réalisé des essais en eau renouvelée et des essais en eau non renouvelée. On s'est servi des premiers pour vérifier si les eaux résiduaires épurées satisfaisaient aux exigences de détoxification du *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* (1971). On a utilisé les seconds pour déterminer et comparer l'efficacité des deux procédés d'épuration des boues activées à réduire la toxicité.

**3.6.2.1. Bio-essais en courant continu.** — L'effluent de blanchiment, neutralisé et non épuré, provenant du bassin de mélange et les effluents épurés provenant des systèmes d'épuration monostade et distade étaient pompés continuellement jusqu'à l'endroit où avaient lieu les essais biologiques. Comme la température des effluents recueillis dépassait 30 °C, on devait les refroidir en les pompant à travers un tube de tygon enroulé contre la paroi intérieure de bains d'eau à 15 °C. À partir du bain d'eau, l'effluent était acheminé dans le bassin toxique d'un système de dilution Mount-Brungs modifié (Mount et Brungs, 1967). Les bio-essais en courant continu ont été réalisés à un débit de 100 ml/mn, et un renouvellement moléculaire à 90 % s'effectuait au bout de huit heures. Il ne s'écoulait jamais plus de 10 minutes entre la prise d'échantillon et son acheminement vers le récipient d'essai biologique.

Au début, on avait décidé de maintenir un écart relativement étroit de concentrations dans l'appareil à diluer, pour assurer une plus grande précision dans les déterminations de CL<sub>50</sub> (concentration létale, 50 %). On s'est vite aperçu que les fluctuations de toxicité inévitables dans l'exploitation d'une usine de blanchiment rendaient impossible la détermination tant soit peu certaine de la CL<sub>50</sub> après 96 heures. On a, par conséquent, utilisé une gamme étendue de concentrations dans tous les essais en courant continu. Les concentrations d'effluents bruts étaient de 50 %, 32 %, 22 %, 12,5 % et 6,25 % en volume. Les concentrations d'effluents épurés du monostade et du distade étaient de 100 %, 65 %, 45 %, 25 % et 12,5 % d'effluent en volume.

Comme les niveaux d'oxygène dissous dans les effluents épurés étaient inférieurs à 3 mg/l, on a aéré les bassins d'essais biologiques à un taux de 250 ml/mn, pour élever et maintenir la concentration d'oxygène dissous au dessus de 8 mg/l. Hicks et DeWitt (1971) ont souligné qu'une réduction de l'oxygène dissous de 8 à 6 mg/l entraînait une augmentation substantielle de la toxicité de l'effluent de blanchiment de la pâte kraft. L'effluent épuré étant soumis à une aération vigoureuse dans le bassin d'activation, on a présumé qu'il y avait peu de chance de réduire davantage la toxicité par une élimination par l'air. On a analysé de façon similaire les effluents bruts pour maintenir l'oxygène dissous à un niveau suffisant.

On a utilisé 10 poissons pour chaque concentration dans tous les essais en courant continu. Les eaux résiduaires qui arrivaient variaient considérablement, de sorte qu'il fallait effectuer de fréquentes observations au cours de la série d'essais. Les observations initiales ont été faites après 1/4, 1/2, 1, 2, 4 et 8 heures et les observations subséquentes, à toutes les huit heures au

moins. On enlevait les poissons morts au moment de l'observation et on enregistrait leur poids et leur longueur. Au cours des essais, on mesurait l'oxygène dissous et le pH avant l'introduction des poissons dans les bassins à essais et au moins deux fois par jour.

Comme on a observé les différences entre les substances toxiques provenant des différentes essences de bois (Marier, 1973) et comme les quantités de produits chimiques requises pour blanchir la pâte provenant d'une essence de bois donnée variaient également, on a prévu de commencer et de continuer les essais en courant continu au moment où l'usine transformait une seule essence de bois pendant une période d'au moins 96 heures. On s'est efforcé d'éviter tout essai au moment où un changement d'essence de bois survenait. Même si une liste des essences de bois utilisées par l'usine était établie un mois à l'avance, des changements dans la production s'avaient parfois nécessaires et un changement d'essence de bois se produisait parfois au milieu d'une série d'essais. On a noté ces changements sur les courbes de toxicité présentées à l'annexe VII.

**3.6.2.2 Bio-essais en eau non renouvelée.** — On a déterminé les fluctuations quotidiennes de la toxicité aiguë des effluents du blanchiment de la pâte kraft épurés ou non épurés en soumettant des poissons à une concentration de 100 % d'effluent, au cours des essais en eau non renouvelée. Au cours de novembre et décembre, on a effectué des comparaisons de toxicité entre des échantillons composites épurés et non épurés de 20 litres pris sur une période d'une heure. Comme ces échantillons composites présentaient des variations considérables de toxicité on a modifié la méthode de prise des échantillons et à partir du 19 février jusqu'au 28 mars on a pris quotidiennement, au moyen des échantillonneurs réfrigérants, des échantillons composites de 20 litres au cours de la période de 24 heures. On chauffait les échantillons jusqu'à 15 °C au moyen d'un bloc chauffant en acier inoxydable et on les aéraient doucement jusqu'à l'obtention d'une concentration d'oxygène dissous supérieure à 8 mg/l. On introduisait alors les poissons et on enregistrait aussi fréquemment que possible les pertes dues à l'équilibration ainsi que les temps de survie (périodes létales).

On a effectué des essais en eau non renouvelée à trois occasions différentes, pour étudier la variabilité de la toxicité au cours d'une période d'échantillonnage de 24 heures. On a pris des échantillons composites d'effluents de blanchiment de la pâte kraft non épurés le 7 novembre, à des intervalles d'une heure pendant 24 heures. On a utilisé une technique similaire avec des échantillons épurés et non épurés le 15 décembre et le 24 mars; le 24 mars, les échantillons composites ont cependant été pris à des intervalles de deux heures.

\*

\*   \*

## 4. — EXAMEN DES RÉSULTATS DE L'EXPÉRIENCE

### 4.1 Données relatives à l'ingénierie

Afin de vérifier le bon fonctionnement des systèmes de boues activées, on effectuait des analyses quotidiennes d'échantillons composites de 24 heures de l'effluent de blanchiment de la pâte kraft non épuré et des effluents des trois réacteurs. On analysait, également, chaque jour, des échantillons pris au hasard dans les bassins d'aération. On a présenté, en annexe II, les résultats pour la DBO<sub>5</sub>, la DCO, les SST, les SSV, le pH et l'essence de bois utilisée pour chacun des

quatre effluents. L'annexe III contient les données de NTK et les analyses de phosphore qui n'ont été faites que de façon intermittente. L'annexe IV présente la température de l'effluent brut, la quantité de soude caustique requise et les commentaires quotidiens concernant les conditions d'exploitation variées des usines. Les tableaux 4 et 5 de la présente section contiennent respectivement les principales données statistiques sur les effluents du blanchiment et des effluents des bassins d'activation.

On peut calculer les conditions de charge pour chaque période d'activité, à l'aide des résultats des tableaux. La figure 2 montre le rapport entre l'élimination de la  $DBO_5$ , en pourcentage et quantité, en fonction de la charge volumique appliquée. On constate que le pourcentage d'élimination, dans chaque système, est directement proportionnel à la charge, tout au moins à l'intérieur de la gamme utilisée au cours de cette étude. L'efficacité de l'élimination dans le système monostade diminue plus rapidement que dans le système distade, passant de 89 % sous une charge de  $0,7 \text{ kg de } DBO_5/\text{m}^3 \cdot \text{jour}$  ( $45 \text{ lb } DBO_5/1000 \text{ pi}^3 \cdot \text{jour}$ ) à 67 % sous une charge de  $1,6 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{jour}$  ( $100 \text{ lb}/1000 \text{ pi}^3 \cdot \text{jour}$ ). En comparaison, l'efficacité totale à éliminer la  $DBO_5$  du réacteur distade diminue de 89 % sous une charge de  $1,6 \text{ kg de } DBO_5/\text{m}^3 \cdot \text{jour}$  ( $100 \text{ lb } DBO_5/1000 \text{ pi}^3 \cdot \text{jour}$ ) à 67 % sous une charge de  $3,8 \text{ kg } DBO_5/\text{m}^3 \cdot \text{jour}$  ( $235 \text{ lb } DBO_5/1000 \text{ pi}^3 \cdot \text{jour}$ ) (cette dernière valeur est tirée de la figure 2).

En terme de quantité de matières organiques éliminées, l'élimination de  $DBO_5$  est généralement directement proportionnelle à la charge appliquée; le taux d'élimination diminue cependant avec l'augmentation de la charge. Il appert aussi qu'il existe une quantité maximum de  $DBO_5$  qui puisse être éliminée par le système distade. La courbe devient asymptotique à  $2,9 \text{ kg de } DBO_5/\text{m}^3 \cdot \text{jour}$  ( $180 \text{ lb de } DBO_5/1000 \text{ pi}^3 \cdot \text{jour}$ ). Le tableau 6 montre les charges appliquées, tant volumiques et massiques qu'hydrauliques, de même que l'efficacité d'élimination de la  $DBO_5$ , en pourcentage d'élimination et en quantité absolue éliminée.

Les figures 3 et 4 présentent respectivement les graphiques de distribution des effluents finals de  $DBO_5$  des systèmes distade et monostade. Les droites de ces figures proviennent des moyennes et des écarts types du tableau 4, en prenant comme hypothèse que les données suivent une courbe de distribution normale. Cette hypothèse peut être valable pour le système distade, mais ne l'est pas nécessairement pour le système monostade. Les résultats du système monostade, présentés dans la figure 4, montrent qu'il existe deux phases distinctes pour deux des conditions de charge. En ce qui concerne la première, ou la charge la plus élevée, la qualité de l'effluent se détériore de façon importante dans environ 50 % des cas. Pour ce qui est de la troisième charge, elle se détériore dans environ 30 % des cas. On n'a découvert aucun facteur en particulier pouvant expliquer cette variation dans la qualité de l'effluent.

On présente aussi dans les figures 5 et 6 la probabilité ou la fréquence de distribution des solides en suspension de toute nature qu'on retrouve respectivement dans les effluents du distade et du monostade. Les trois courbes du second stade du distade ne montrent qu'une différence minimale. La concentration des solides en suspension de l'effluent du distade ne semble pas dépendre du débit d'eau à travers le second décanteur du système distade.

Le système monostade, soumis à la seconde et à la troisième condition de charge, ne montre encore qu'une augmentation minimale de la concentration médiane de solides en suspension de l'effluent par rapport à l'augmentation de la charge hydraulique. Quand la vitesse de déversement était à  $9,3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jour}$  ( $190 \text{ gpd}/\text{pi}^2$ ), la concentration moyenne de SST était de  $58 \text{ mg/l}$  et a augmenté à  $65 \text{ mg/l}$  quand on a augmenté la vitesse à  $13,7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jour}$  ( $280 \text{ gpd}/\text{pi}^2$ ). Les pentes des deux droites sont parallèles, ce qui indique un degré similaire de variabilité dans la concentration de solides prévue. La pente de la droite obtenue au cours de la première période d'activité

Tableau 4 Principales données statistiques sur les bacs d'aération

Période et Paramètre	Premier stade			Deuxième stade			Monostade		
	Npt	Moy.	Écart type	Npt	Moy.	Écart type	Npt	Moy.	Écart type
Du 22 nov. au 25 janv.									
SSTLM (mg/l)	43	6150	1190	45	2200	750	39	4350	1570
SSVLM (mg/l)	42	5050	960	44	1630	620	39	3570	1340
OD (mg/l)	24	1,6	1,4	23	6,2	1,2	21	0,9	1,1
IVB (ml/g)	36	101	28	37	57	21	31	88	29
TOD (mg O <sub>2</sub> /g SSTLM . h)	37	32	24	36	32	16	30	21	15
Du 26 janv. au 6 mars									
SSTLM (mg/l)	40	4290	1100	40	2210	1220	38	2850	500
SSVLM (mg/l)	40	4370	1020	40	1730	960	38	2360	490
OD (mg/l)	38	2,2	2,3	38	6,0	1,7	36	5,1	1,7
IVB (ml/g)	40	77	20	37	82	29	38	88	14
TOD (mg O <sub>2</sub> /g SSTLM . h)	38	36	17	37	52	29	30	20	7
Du 7 mars au 28 mars									
SSTLM (mg/l)	22	4660	1720	22	1060	760	22	4780	920
SSVLM (mg/l)	22	4210	1660	22	820	630	22	4520	1420
OD (mg/l)	22	3,5	2,1	22	7,1	0,7	22	2,6	2,1
IVB (ml/g)	22	68	17	21	90	66	22	99	22
TDO (mg O <sub>2</sub> /g SSTLM . h)	22	24	18	22	91	63	22	14	5

Note. — Npt : nombre de points.

Tableau 5 Liste des charges appliquées et élimination de DBO<sub>5</sub> obtenue

Description	Stade	Période d'activité		
		Du 22 nov. au 25 janv.	Du 26 janv. au 6 mars	Du 7 mars au 28 mars
1. Charges appliquées	1 <sup>er</sup>	0,5	1,3	2,0
1.1 Massique (kg DBO <sub>5</sub> /kg SSTLM . j)	2 <sup>e</sup>	0,5	1,2	6,1
	1 <sup>er</sup> et 2 <sup>e</sup>	---	---	---
	Monostade	0,4	0,3	0,3
1.2 Volumique (kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> . j)	1 <sup>er</sup>	3,2	5,6	9,9
	2 <sup>e</sup>	1,1	2,7	7,0
	1 <sup>er</sup> et 2 <sup>e</sup>	1,6	2,8	5,0
	Monostade	1,6	0,7	1,2
1.3 Hydraulique (m <sup>3</sup> /j)	1 <sup>er</sup> et 2 <sup>e</sup>	6,5	13,1	19,6
	Monostade	15,4	15,4	22,9
2. Élimination de DBO <sub>5</sub>				
2.1 Pourcentage	1 <sup>er</sup>	67	51	29
	2 <sup>e</sup>	66	54	39
	1 <sup>er</sup> et 2 <sup>e</sup>	89	78	57
	Monostade	67	89	77
2.2 Quantité éliminée (kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> . j)	1 <sup>er</sup>	2,2	2,9	2,9
	2 <sup>e</sup>	0,7	1,5	2,8
	1 <sup>er</sup> et 2 <sup>e</sup>	1,4	2,2	2,8
	Monostade	1,1	0,5	1,0



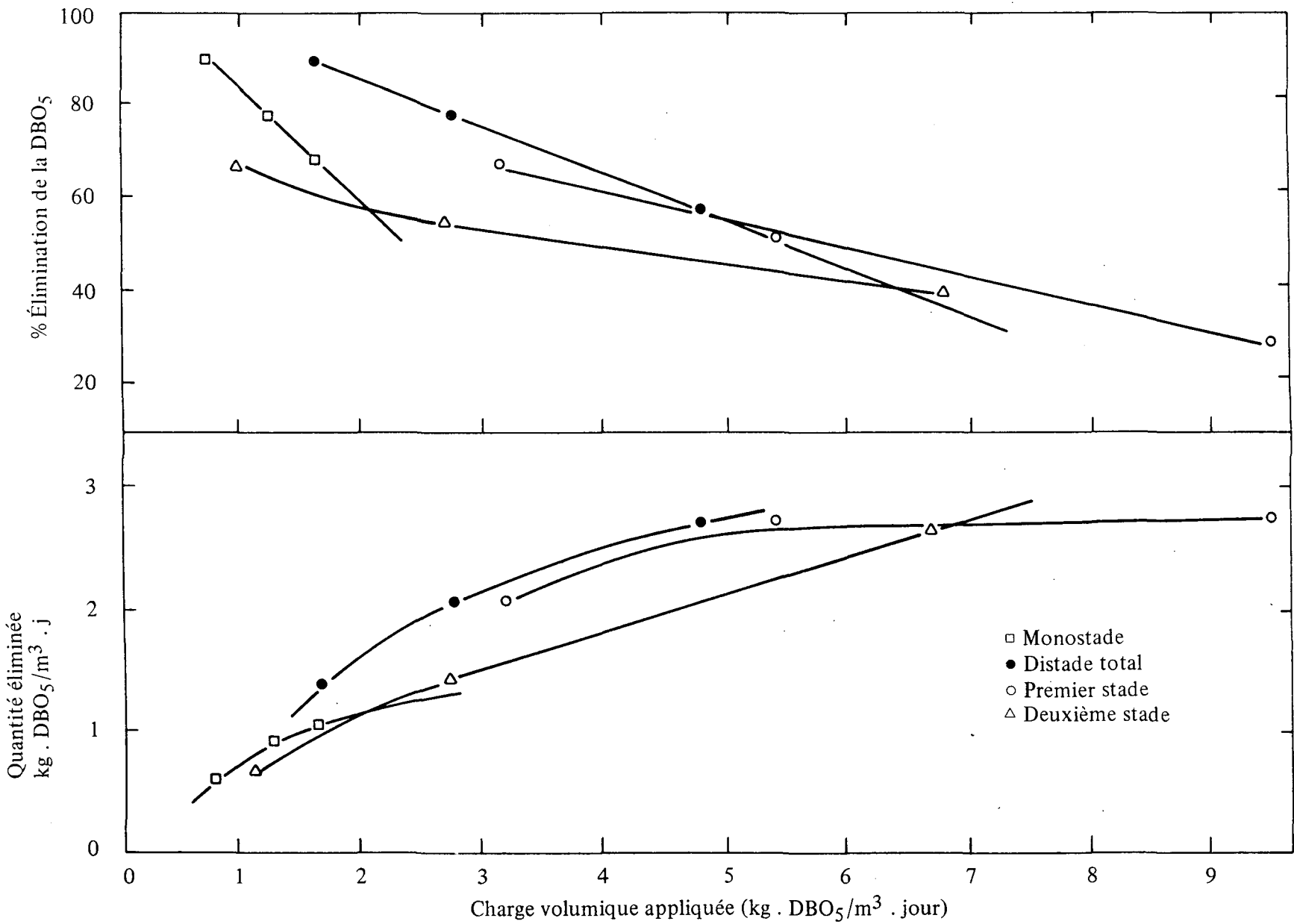


Fig. 2 Élimination de DBO<sub>5</sub> en fonction de la charge volumique appliquée

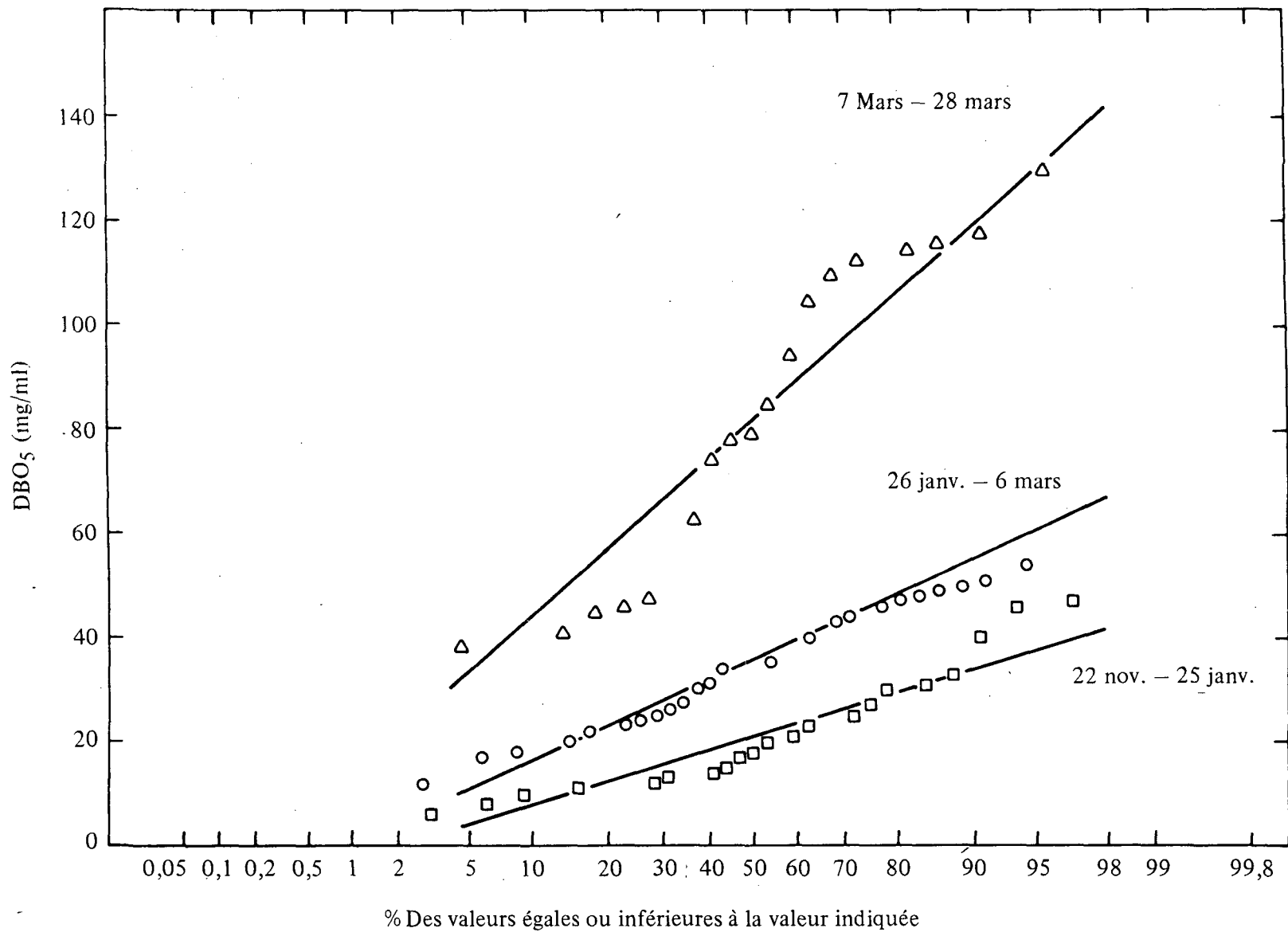


Fig. 3 Probabilité de distribution de la DBO<sub>5</sub> de l'effluent final du système distade

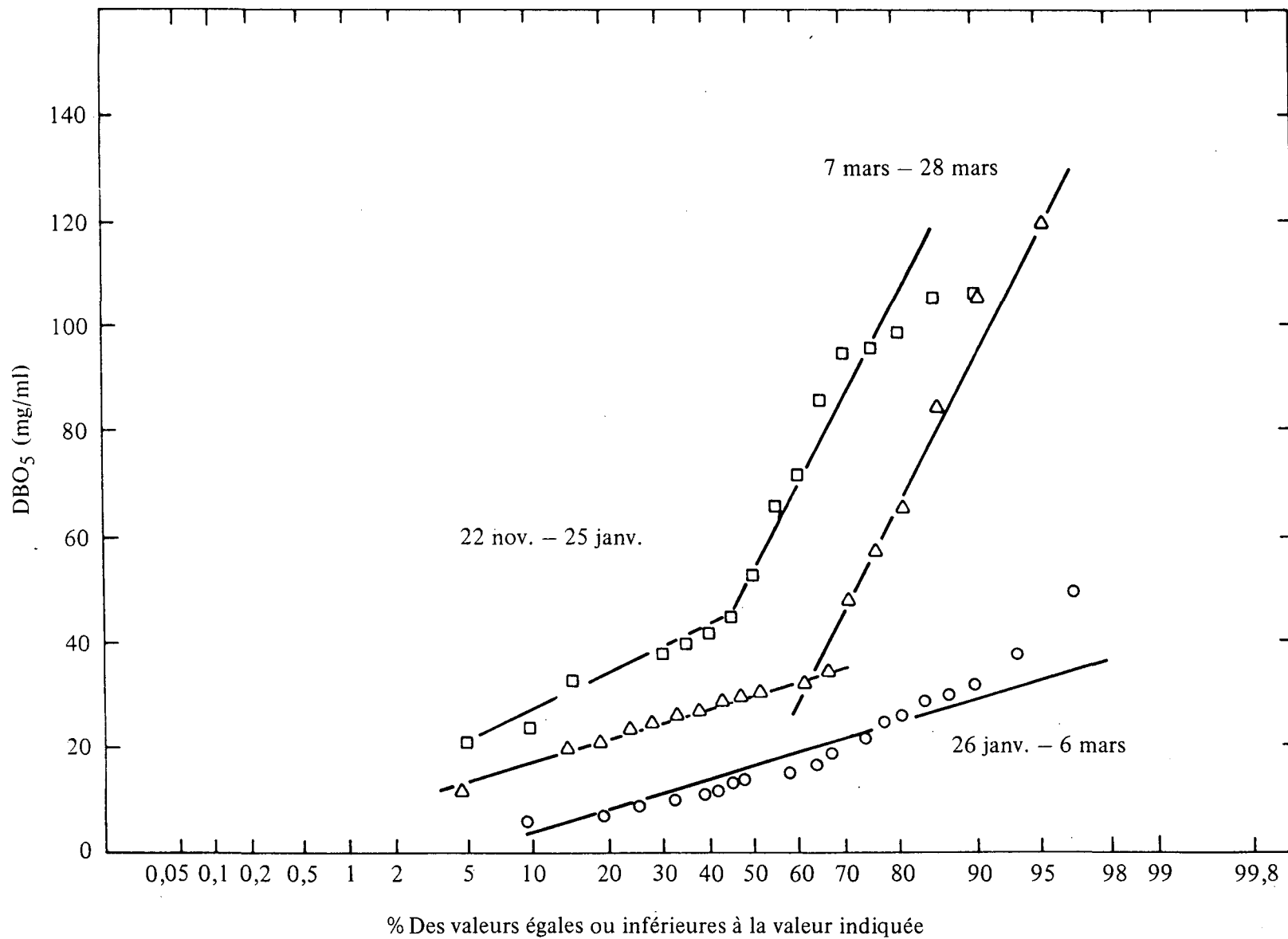


Fig. 4 Probabilité de distribution de la DBO<sub>5</sub> de l'effluent du système monostade

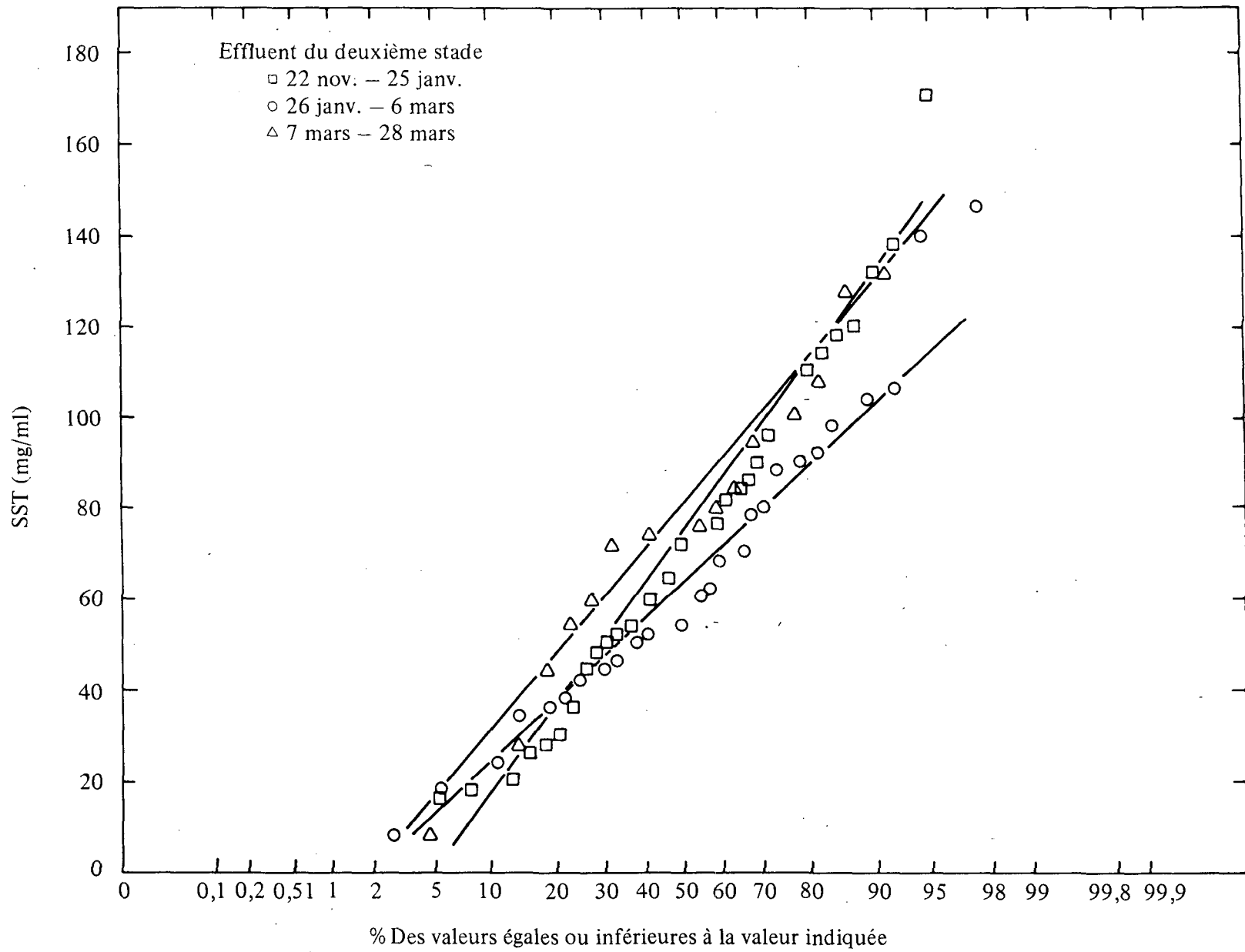


Fig. 5 Probabilité de distribution des SST de l'effluent final du système distade

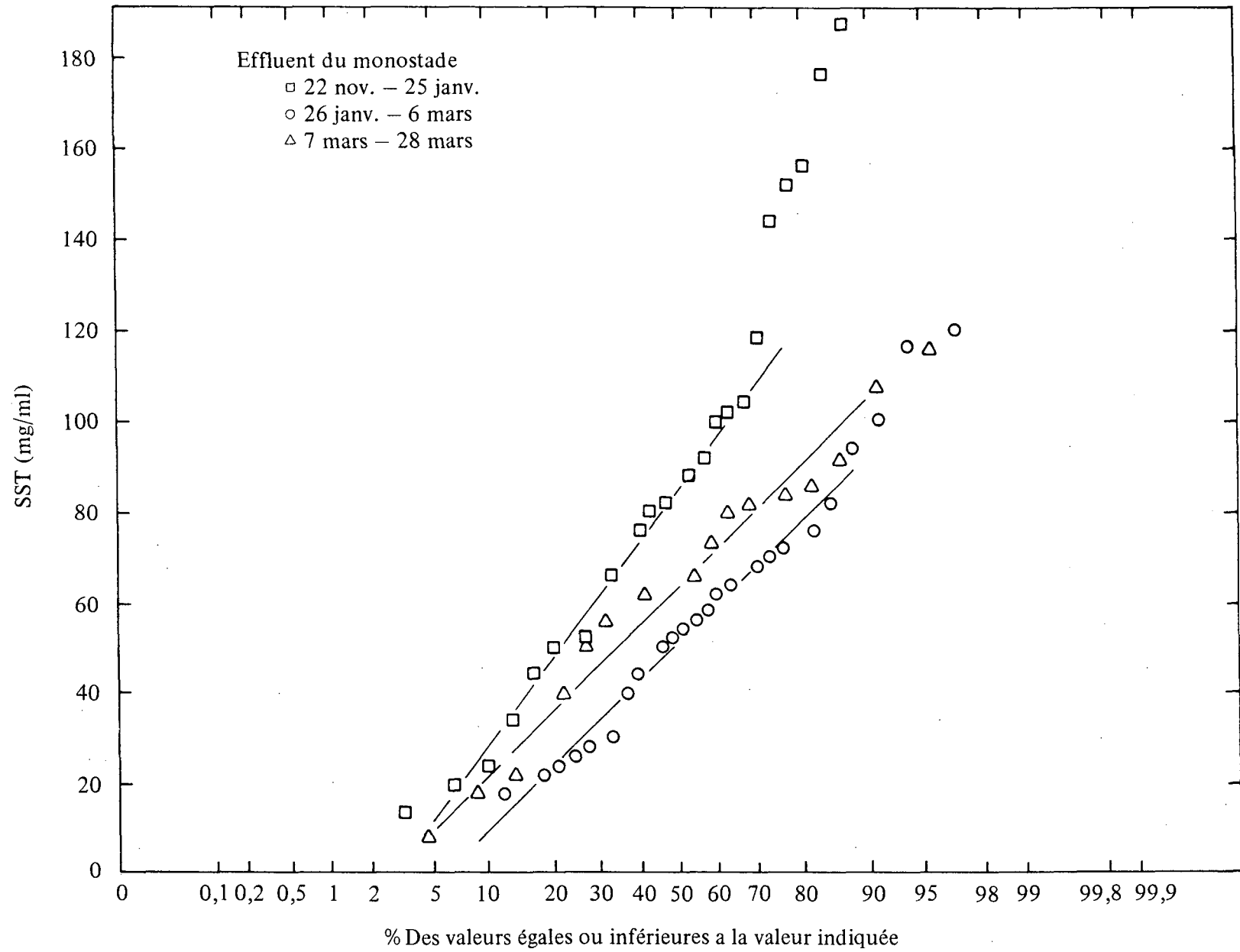


Fig. 6 Probabilité de distribution des SST de l'effluent du système monostade

est légèrement supérieure à celle obtenue au cours des deux autres périodes. Quoique la charge superficielle imposée au décanteur ait été de  $9,3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jour}$  ( $190 \text{ gpd}/\text{pi}^2$ ), soit la même que celle appliquée durant la seconde période d'activité, le fonctionnement de l'usine fut instable durant cette période, ce qui a provoqué une variation notable de la qualité de l'effluent.

On a fait la moyenne des données de SSTLM, de OD et de IVB sur une période de trois jours; ces valeurs sont présentées dans la figure 7. Les variations brusques de la concentration de SSTLM sont dues généralement à des boues jetées ou, dans le cas du système distade, à un renvoi pour recyclage des boues du second décanteur dans le premier bassin d'activation. On trouvera, en annexe IV, parmi les remarques de l'opérateur de l'usine, des indications sur la quantité de boues jetées ou recyclées.

Les fluctuations élevées du contenu en oxygène dissous dans les bassins d'activation provenaient généralement d'interruptions d'alimentation dues à un bris de pompe ou à une panne de l'usine de blanchiment.

Les fluctuations quotidiennes de IVB n'étaient généralement pas importantes, ce qui indique la stabilité relative de l'épuration biologique.

Les pompes à émulsion d'air ne pouvaient pas contrôler adéquatement le taux de recirculation des boues des bassins du système distade et du système monostade. On réglait le taux de recirculation des boues de façon à éviter de boucher les tuyaux. Par conséquent, la vitesse d'écoulement des boues recirculées n'était pas réglée à un pourcentage constant du débit afférent des eaux résiduaires durant tout le programme. Le tableau 7 présente le pourcentage approximatif d'écoulement des boues recirculées dans les bassins d'activation par rapport à l'écoulement des eaux résiduaires.

**Tableau 6** Boues recirculées (% des eaux résiduaires)

Période d'activité	Premier stade : %	Deuxième stade : %	Monostade %
22 nov. – 25 janv.	300	150	100
26 Janv. – 6 mars	200	100	100
7 mars – 28 mars	100	100	50

On a effectué une étude préliminaire pour examiner les possibilités de déshydratation et de filtration des boues produites au cours du traitement de l'effluent du blanchiment de la pâte kraft par les procédés de boues activées. Les résultats de cette étude sont présentés en annexe VIII.

On a voulu standardiser les paramètres de conception technique, c'est-à-dire le taux spécifique d'élimination de la DBO, le taux d'utilisation d'oxygène et de production de boues. Nos efforts ont été vains, principalement à cause de la variabilité des données recueillies. Les problèmes rencontrés au cours de l'exploitation de la station expérimentale sont principalement responsables de cette variabilité.

Les problèmes majeurs rencontrés étaient au nombre de trois. Le premier a été l'impossibilité d'obtenir une source continue d'effluents de l'usine de blanchiment, à cause des bris de pompe et des pannes de l'usine de blanchiment. Les bris de pompe étaient causés par des déversements accidentiels provenant de la zone de l'usine de blanchiment qui provoquaient parfois l'inondation des moteurs. De plus, l'effluent non épuré du blanchiment kraft, qui est corrosif, détériorait

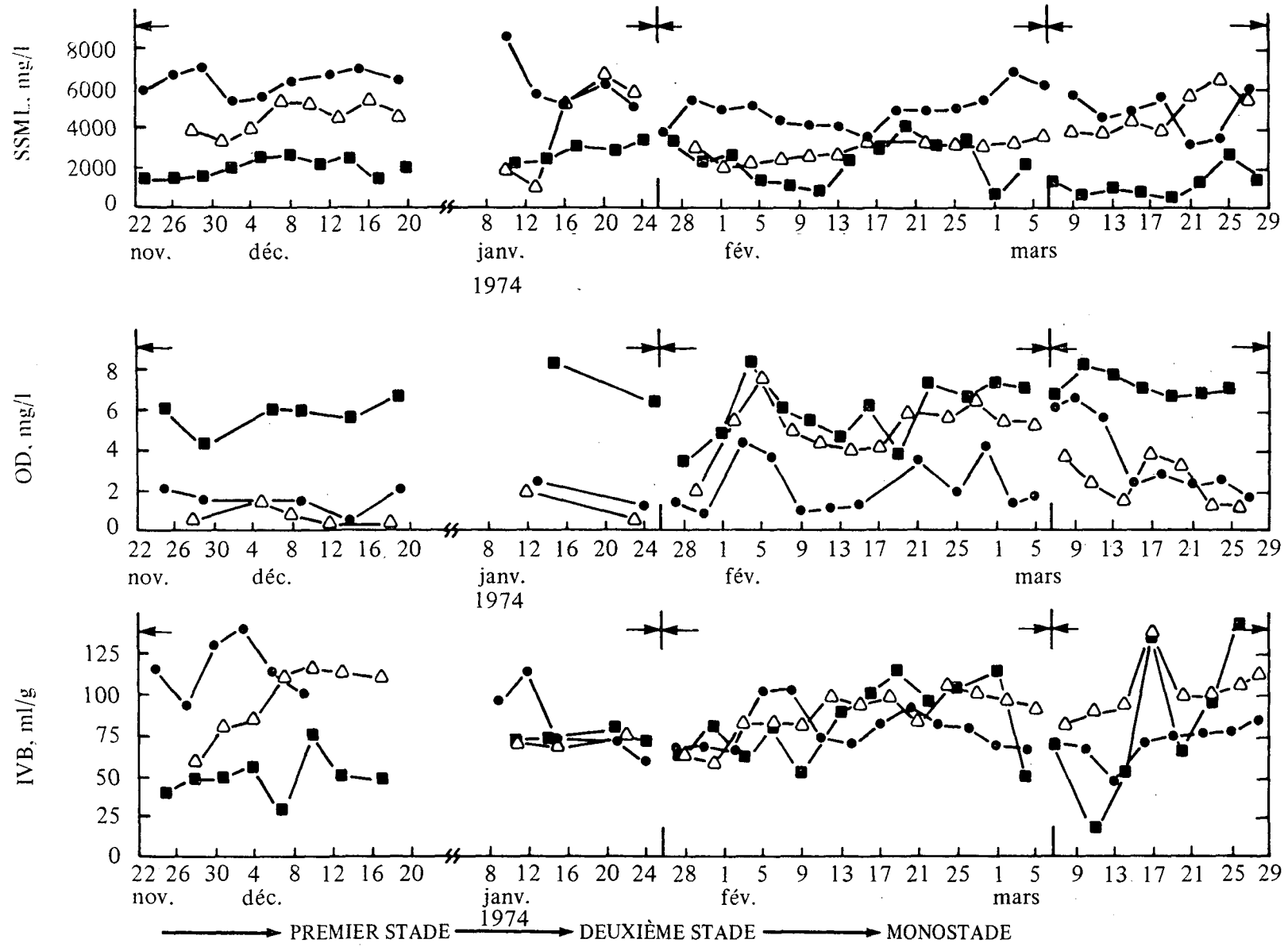


Fig. 7 Variation quotidiennes des paramètres du bassin d'activation

Tableau 7 Principaux résultats de CL<sub>50</sub> après 96 heures de bio-essais en courant continu

Période d'activité	CL <sub>50</sub> après 96 heures en courant continu		distade	Essence de bois	Date	Temp. °C
	non épuré	monostade				
1	6-13 %	----	----	Bois mou	07-11 nov.	9,5
	10 %	----	----	Bois mou	10-16 nov.	9,5
	9,4 %	----	30 %	Bois mou	23-27 nov.	5
	Aucune mort 14 %	----	65 %	Bois dur	15-19 nov.	15
2	12,8 %	28 %	43 %	Bois dur	19-23 fév.	15
	8,2 %	34 %	28 %	Bois mou	22-26 fév.	15
	16,7 %	39 %	42 %	Bois dur	02-06 mars	15
3	6,6 %	18 %	26 %	Bois mou	07-11 mars	15
	8,8 %	13,5 %	26 %	Mélange de bois mou et dur	15-19 mars	16
	13 %	18 %	40 %	Bois mou	23-27 mars	15



les pompes d'alimentation, et on devait les remplacer régulièrement. La fermeture de l'usine, causée soit par une panne ou l'entretien prévu, se produisait fréquemment. À plusieurs reprises, n'ayant pas été informé à temps de l'interruption du fonctionnement de l'usine, on ne pouvait pas prévenir l'arrivée d'eaux résiduelles extrêmement toxiques dans les systèmes d'épuration.

Le second problème provenait de l'accumulation de mousse à la surface des bassins d'activation. Ce problème qui se produit fréquemment en présence des effluents des usines de pâtes a été rencontré par d'autres chercheurs (Carpenter, 1966) et a fait l'objet d'études sur des procédés telle l'extraction par moussage. Comme le temps nous manquait pour tester la toxicité possible de divers additifs antimousse, on a corrigé le problème en augmentant la hauteur du franc-bord de tous les bassins d'activation. Ce procédé a réduit le problème dans une certaine proportion, mais ce n'est peut-être pas la solution la plus praticable sur une grande échelle. En plus d'engendrer un problème de nature esthétique, la production de mousse entraîne la perte de solides en suspension dans le liquide mixte.

Un troisième problème concernait le système de la recirculation des boues dans les trois bassins d'activation. Il était lié au fonctionnement de la pompe à émulsion d'air. Un trop grand apport d'air augmentait le volume des boues à un niveau inacceptable et brisait la compacité des boues dans le bassin de sédimentation. Si le niveau d'arrivée d'air était trop bas, le transfert de solides très concentrés bouchait les tuyaux; ceci s'est produit à plusieurs reprises au premier stade du système distade. Il en résultait une fluctuation de la concentration des solides du liquide mixte dans les bassins d'activation. On doit aussi reconnaître qu'un tel problème est inhérent à l'exploitation d'une station expérimentale et qu'il devrait être solutionné par l'emploi de pompes appropriées dans un système à grandeur réelle.

## 4.2 Résultats des bio-essais

Les essais biologiques avaient comme objectifs principaux d'établir l'efficacité des systèmes de boues activées destinées à diminuer la toxicité de l'effluent du blanchiment kraft et de déterminer la  $CL_{50}$  après 96 heures de l'effluent épuré. Les sections suivantes contiennent les résultats des essais biologiques en eau non renouvelée et en courant continu effectués pour atteindre ces objectifs.

**4.2.1 Résultats des essais en eau non renouvelée.** — On a utilisé les essais en eau non renouvelée pour déterminer le temps médian de survie (TMS) dans des échantillons composites contenant 100 % d'effluent. Au cours de novembre et décembre, on a déterminé les TMS dans des échantillons composites d'une heure. Les résultats ont indiqué que la variation horaire des TMS durant une période de 24 heures pour des effluents épurés et non épurés était importante. On a, par conséquent, modifié le programme expérimental de façon à utiliser des échantillons composites de 24 heures dans le but de contrôler les variations du procédé. L'annexe V présente les TMS obtenus à partir d'échantillons composites horaires et quotidiens. L'essence de bois utilisée, le moment et la durée de la prise d'échantillon, les conditions d'exécution de l'essai biologique et les TMS avec leur intervalle de confiance sont présentés sous forme de tableau.

La figure 8 présente en graphique les TMS quotidiens à partir des effluents épurés et non épurés pour la période du 19 février au 28 mars. Les TMS à partir de l'effluent du blanchiment kraft non épuré varient de 30 minutes à 370 minutes et les résultats montrent une fluctuation considérable. À partir des effluents épurés, les TMS varient de 35 minutes à aucune mort pour les effluents du monostade et de 95 minutes à aucune mort pour les effluents du distade. Cette

représentation graphique permet la comparaison des TMS à des temps d'échantillonnage précis; il s'est cependant avéré difficile de comparer l'efficacité respective des systèmes monostade et distade de boues activées à éliminer la toxicité.

Au cours de l'analyse des données, on a fait un graphique de la fréquence de distribution d'un ensemble déterminé de TMS. On a utilisé cette méthode pour comparer l'efficacité respective des deux procédés d'épuration à éliminer la toxicité et pour déterminer les différences entre la toxicité provenant du bois mou et celle provenant du bois dur.

La figure 9 présente la probabilité de distribution des TMS à partir des effluents non épurés, du monostade et du distade au cours de la deuxième période d'opération. Au cours de la période s'échelonnant du 19 février au 6 mars, les médianes des TMS à partir des effluents non épurés du monostade et du distade, étaient respectivement 94, 400 et 1300 minutes. Ce graphique montre que les deux systèmes réduisent la toxicité de l'effluent du blanchiment; l'effluent du système distade est cependant beaucoup moins toxique que celui du système monostade.

La figure 10 présente la probabilité de distribution des TMS au cours de la troisième période d'activité. Les médianes des TMS à partir des effluents non épurés du monostade et du distade étaient respectivement 45, 300 et 450 minutes. L'effluent du système distade n'était que légèrement moins toxique que celui du système monostade. Comme la charge volumique du système distade est beaucoup plus grande que celle du système monostade, on en conclut que le système distade possède une capacité considérablement plus grande d'éliminer la toxicité que le système monostade.

Les médianes des TMS obtenues au cours de la troisième période d'activité étaient inférieures à celles obtenues au cours de la deuxième période d'activité, et ce à partir des deux systèmes d'épuration. On peut attribuer partiellement cette toxicité accrue au fait que l'effluent de blanchiment non épuré était beaucoup plus toxique au cours de la troisième période d'activité, soit 94 contre 45 minutes. Cette toxicité accrue peut être due à l'essence de bois utilisée par l'usine de blanchiment au moment de la prise d'échantillon. On peut constater, dans la figure 8, que du 19 février au 6 mars l'usine de blanchiment a utilisé du bois dur pendant huit jours et du bois mou pendant cinq jours. Du 6 mars au 28 mars, on n'a utilisé du bois dur que pendant quatre jours et du bois mou pendant quinze jours. Ces observations indiquent que la toxicité accrue observée au cours de la troisième période d'activité peut être reliée directement au blanchiment de la pâte de bois mou.

Pour vérifier s'il y avait un rapport entre la toxicité et l'essence de bois, on a déterminé les probabilités de distribution des TMS à partir d'échantillons pris durant le blanchiment de bois dur et durant le blanchiment de bois mou, au cours de la période s'échelonnant du 19 février au 28 mars. On a combiné les temps médians de survie déterminés au cours de la seconde et de la troisième période d'activité dans le but d'obtenir un nombre suffisant de valeurs pour calculer la fréquence de distribution. D'après les résultats présentés à la figure 11, les médianes des TMS à partir des effluents non épurés du monostade et du distade provenant de bois mou étaient respectivement 55, 250 et 350 minutes, et celles provenant de bois dur étaient respectivement 120, 600 et 2200 minutes. Ces résultats confirment l'hypothèse que les effluents déversés au cours du blanchiment du bois mou sont manifestement plus toxiques que ceux déversés au cours du blanchiment du bois dur.

On a pensé que la toxicité accrue du bois mou pouvait provenir de chlorures résiduels dans l'effluent, car la pâte de bois mou requiert plus de chlorure au cours du processus de blanchiment que la pâte de bois dur. On a comparé, dans le tableau V-2 de l'annexe V, les concentrations de chlorures résiduels et les TMS correspondants; on n'a cependant pas pu établir de relation entre la toxicité et la présence de chlorures résiduels.

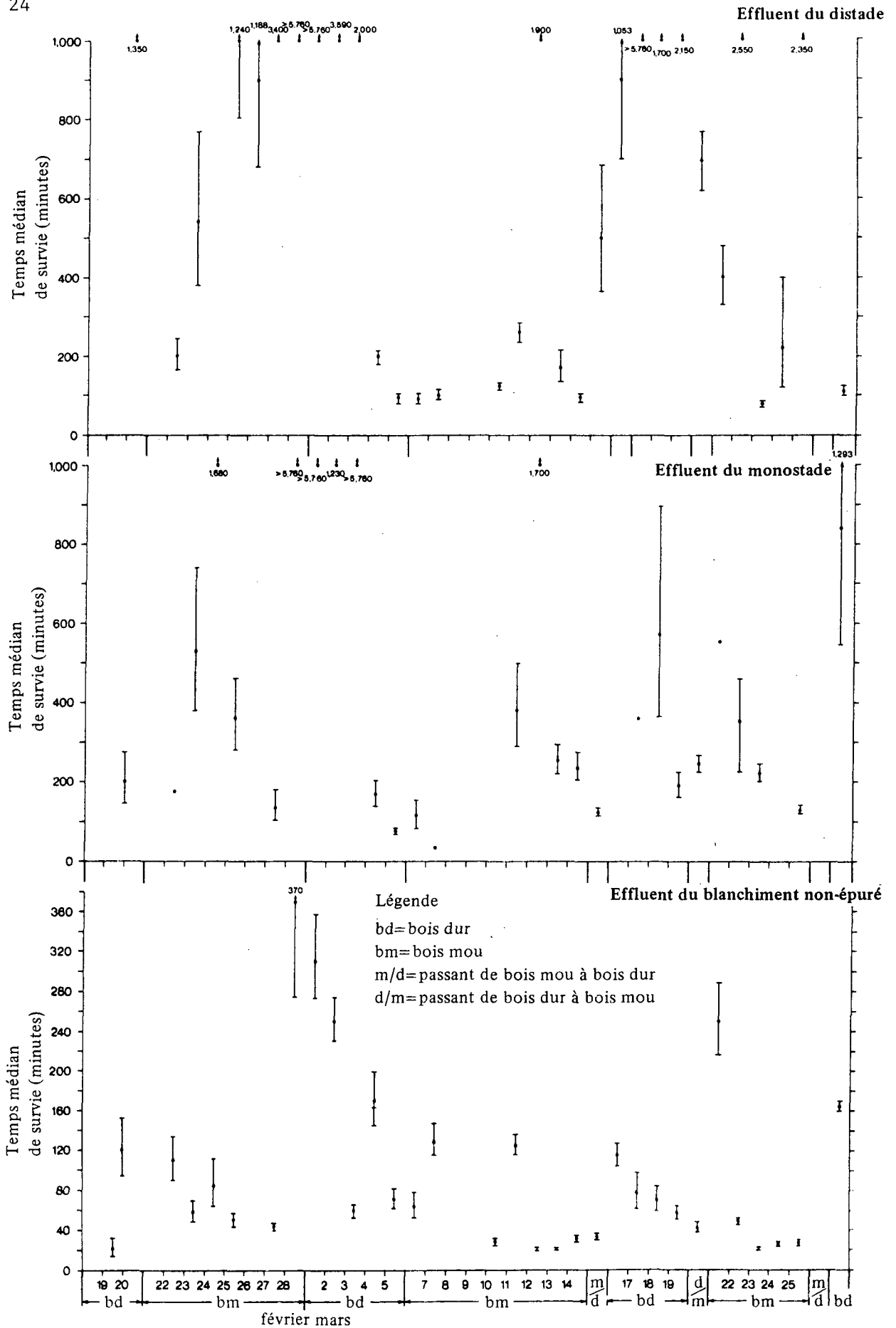


Fig 8 Résultats des TMS d'échantillons composites de 24 heures du 19 fév. au 20 mars 1974

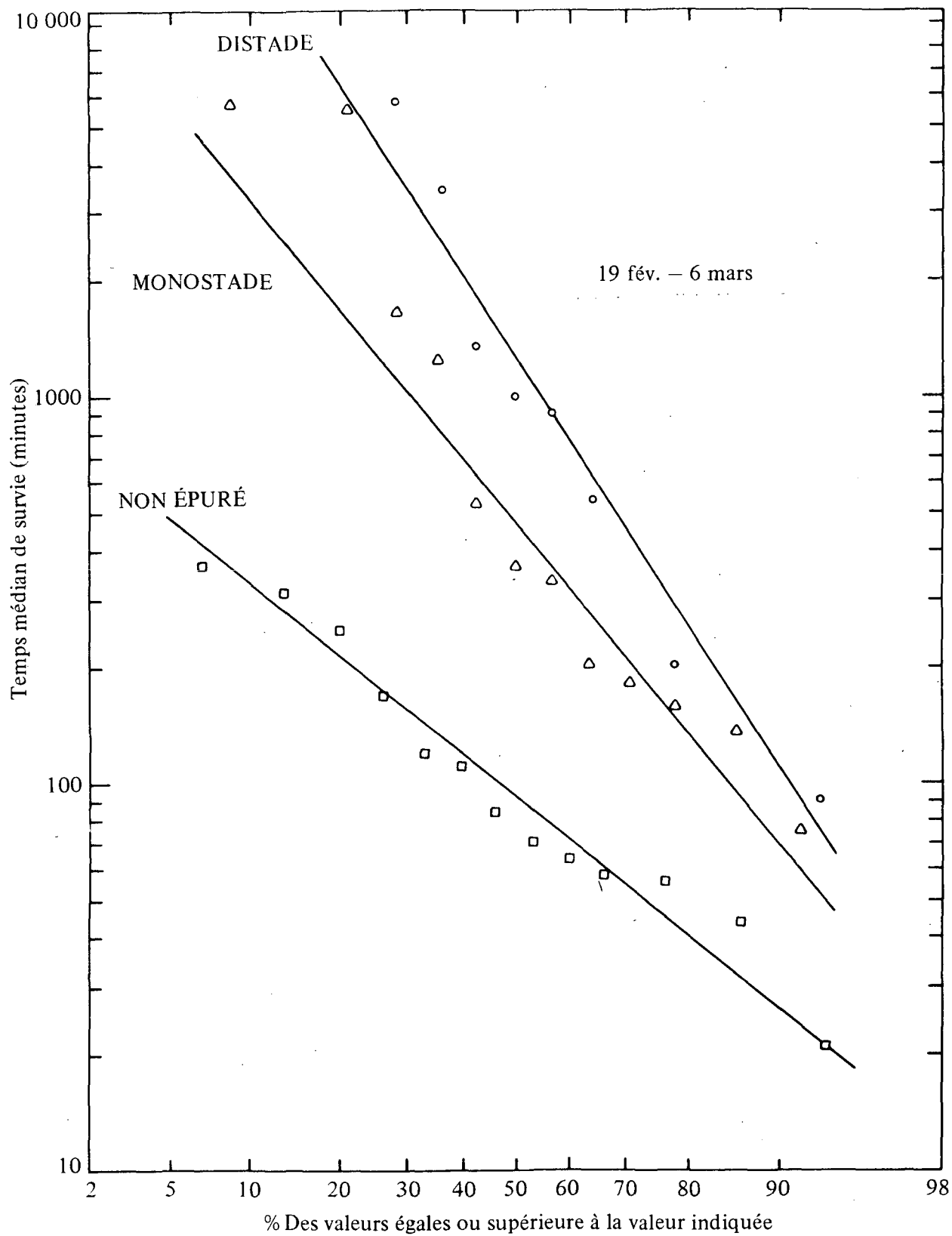


Fig. 9 Probabilité de distribution des TMS de la deuxième période d'activité pour toutes les essences de bois

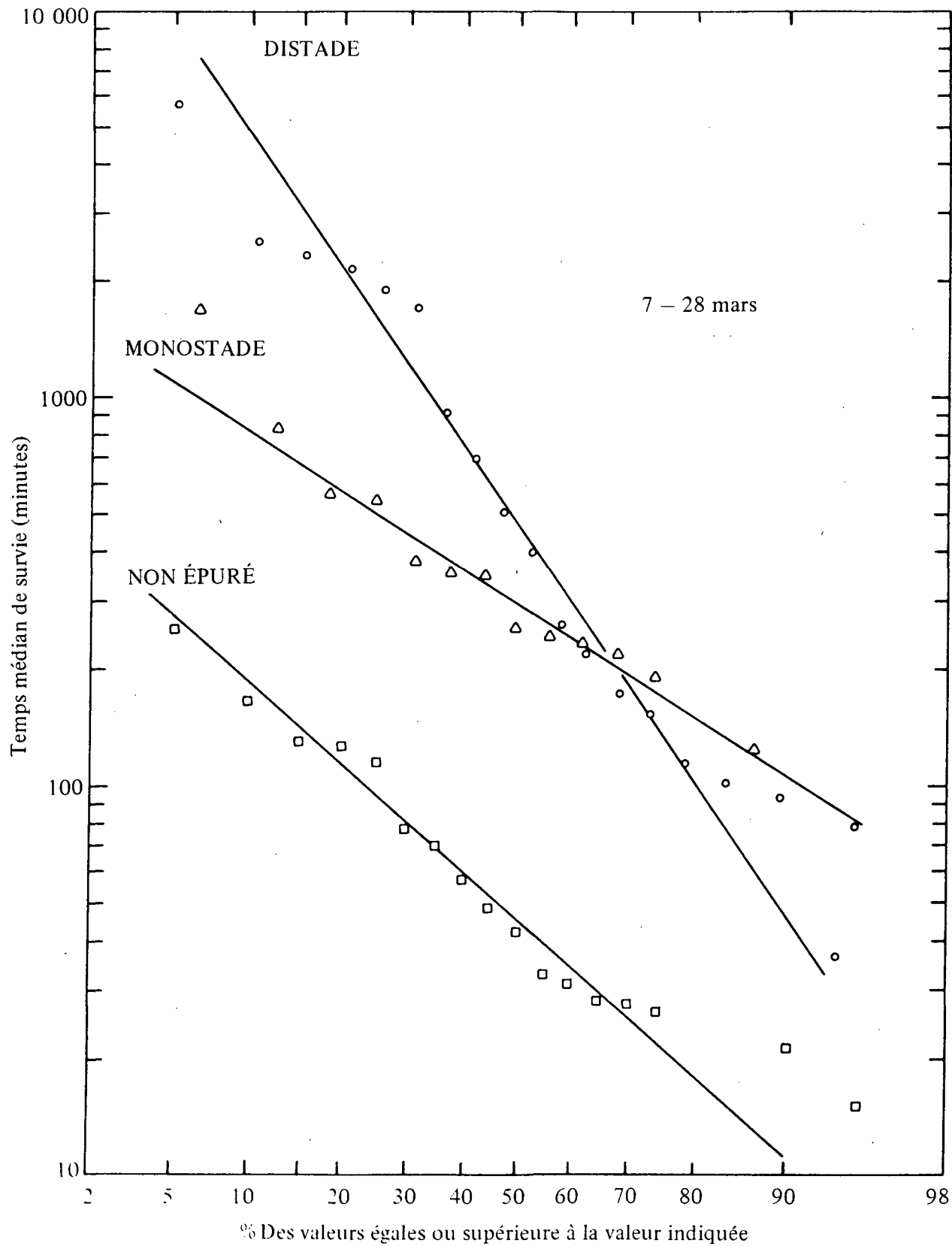


Fig. 10 Probabilité de distribution des TMS de la troisième période d'activité pour toutes les essences de bois

Les résultats présentés à la figure 11 vérifient également que le système distade de boues activées produit un effluent beaucoup moins toxique que le système monostade. Il est cependant manifeste que la capacité de détoxification du système distade est réduite au cours de l'épuration de l'effluent de blanchiment du bois mou et que, dans ce cas, elle se rapproche de celle du système monostade.

À l'aide du nombre limité de TMS mesurés au cours de la première période d'activité, on a déterminé, à la figure 12, la probabilité de distribution des TMS à partir des effluents non épurés et des effluents du distade. Les médianes des TMS à partir des effluents non épurés et du distade étaient respectivement 70 et 650 minutes. Comme la majeure partie des échantillons ont été pris au cours de la transformation de bois mou, les TMS déterminés à partir des deux effluents sont légèrement plus élevés que durant les périodes d'activité finales. La variation des TMS peut être attribuée aux différences de température auxquelles les essais ont été soumis.

Au cours de la première période d'opération (du 7 novembre au 1<sup>er</sup> décembre), la température des bassins de réserve des poissons et celle de l'eau de dilution ont diminué de 10 à 5 °C. On a montré que la truite arc-en-ciel est plus résistante aux effluents de blanchiment des usines kraft à basse température (Loch et MacLeod, 1974); ce qui signifie que les TMS devraient être plus élevés à 5 °C qu'à 15 °C. On peut douter que cette tendance se soit manifestée au cours de la période d'activité à 5 °C car les valeurs de TMS, provenant d'un nombre limité d'échantillons, n'étaient pas sensiblement plus élevées que celles obtenues à 15 °C.

Les TMS étant déterminés à partir d'échantillons d'effluent de 20 litres, la variation de la taille des poissons influençait la densité de charge (litres d'effluent par gramme de poisson) dans les réservoirs servant aux essais biologiques. David et Mason (1973), qui ont signalé l'importance de la densité de charge, ont trouvé que des charges supérieures à 2,5 litres de solution par gramme de poisson ne modifiaient pas les TMS mais que des valeurs aussi basses que 0,5 litre augmentaient les TMS d'un facteur de 1,5. Au cours de la première période d'activité, les charges pour chaque essai étaient en moyenne de 0,3 l/g, ce qui aurait dû, encore une fois, augmenter les TMS. Les densités de charge au cours de la deuxième et la troisième période d'activité variaient de 3 à 10 l/g, ce qui excède le niveau de l'effet (2,5 l/g) suggéré par Davis et Mason (1973) et par Sprague (1969).

L'âge des poissons utilisés aurait pu influencer sur les TMS. Servizi *et al.* (1966) ont trouvé que les saumons adultes étaient moins résistants aux effluents de blanchiment des usines kraft que les saumons juvéniles. L'effluent de blanchiment kraft aurait pu entraîner un effet identique, ce qui aurait eu tendance à diminuer les TMS au cours de la première période d'activité. L'effet causé par l'utilisation de poissons plus âgés aurait donc eu tendance à compenser l'effet des densités de charges plus basses.

On devrait comparer l'efficacité respective des systèmes monostade et distade de boues activées à éliminer la toxicité en fonction de charges qui entraînent une élimination identique de  $\text{DBO}_5$ . Cela s'est produit au cours de la deuxième période d'activité pour le système monostade et au cours de la première période pour le système distade. On ne dispose pas toutefois de résultats assez nombreux pour les essais biologiques de la première période d'activité; on a donc utilisé seulement les résultats de la deuxième période d'activité pour comparer les deux systèmes. Au cours de la deuxième période, le système distade de boues activées recevait des charges massiques et volumiques environ quatre fois plus grandes que le système monostade et même dans ces conditions la médiane des TMS du système distade était 1300 minutes, comparativement à 400 minutes pour le système monostade. Ce rapport s'est maintenu pour toutes les charges

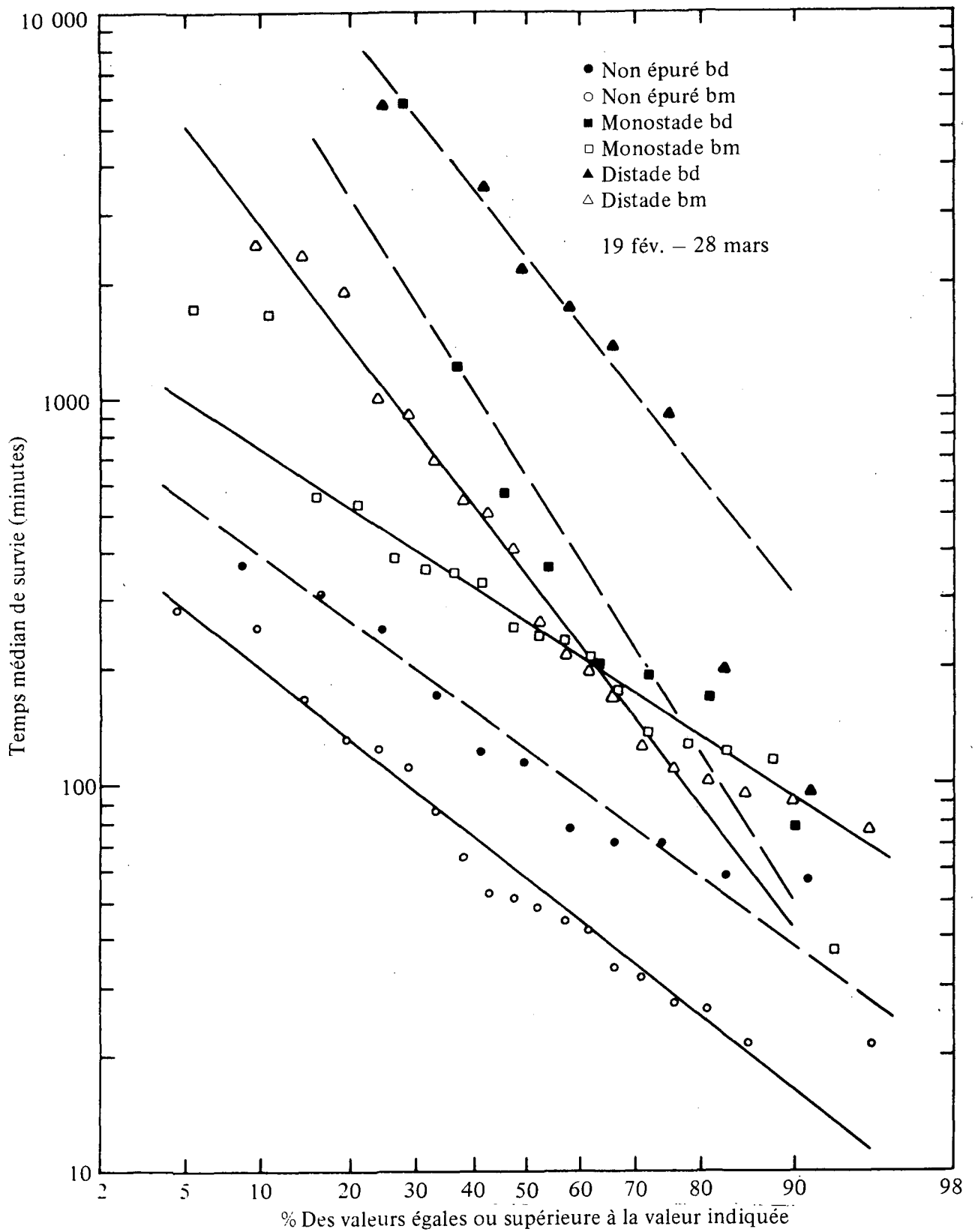


Fig. 11 Probabilité de distribution des TMS pour les effluents de bois dur et de bois mou

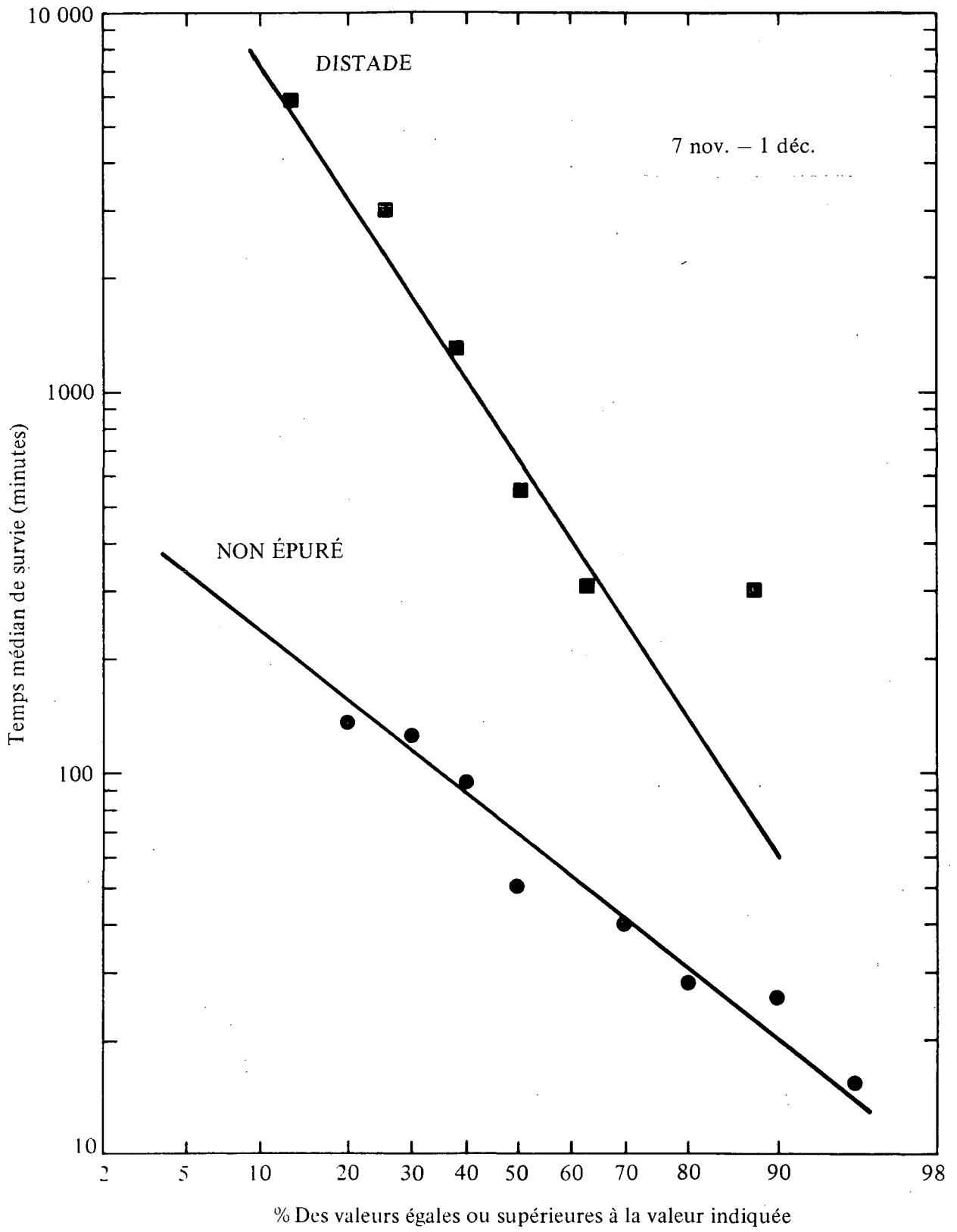


Fig. 12 Probabilité de distribution des TMS de la première période d'activité pour toutes les essences de bois



étudiées, ce qui confirme le fait que le système distade de boues activées possède une capacité plus grande de détoxification que le système monostade.

**4.2.2 Résultats des essais en courant continu.** — Les essais en courant continu avaient pour but de déterminer la  $CL_{50}$  après 96 heures de chaque effluent, au cours de chacune des périodes d'activité. Le temps médian de survie dans un effluent à 100 % s'est avéré très utile pour comparer facilement les effluents épurés, mais cette méthode était impropre à la prévision des niveaux acceptables de toxicité dans les effluents, tels qu'ils sont prescrits par le *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* (1971). D'après ce règlement, 80 % des truites arc-en-ciel doivent pouvoir survivre pendant 96 heures dans une solution à 65 % d'effluent.

Le Règlement n'exige pas le calcul de la  $CL_{50}$  après 96 heures; on l'a déterminé quand même pour effectuer des comparaisons entre les effluents. On a prévu une concentration d'effluent à 65 % dans chaque essai en courant continu pour vérifier s'il y avait conformité avec le Règlement sur les effluents.

On a réalisé des essais en courant continu aussi fréquemment que possible, dans toutes les conditions d'activité. On a déterminé la  $CL_{50}$  après 96 heures en mettant en graphique, sur du papier de probabilité logarithmique, le pourcentage de mortalité en regard du temps de survie pour chaque concentration. On a calculé le temps médian de survie et son intervalle de confiance (Litchfield, 1949) et on a tracé les courbes de toxicité pour chaque essai (Sprague, 1969). L'annexe VII présente pour chaque essai les courbes de toxicité, le poids des poissons, l'essence de bois utilisée, les niveaux d'oxygène dissous et le pH. Le tableau 8 montre un résumé des  $CL_{50}$  après 96 heures à partir des effluents non épurés du monostade et du distade.

Les  $CL_{50}$  après 96 heures à partir de l'effluent de blanchiment kraft non épuré variaient de 6,6 % à 16,7 %. Ceux à partir des effluents épurés du monostade variaient de 13,5 % à 39 % et ceux à partir des effluents épurés du distade variaient de 26 % à 65 %. Les effluents provenant du système monostade de boues activées ne satisfaisaient pas aux exigences du Règlement sur les effluents. En ce qui concerne le système distade, un seul des huit échantillons répondait aux exigences du Règlement; et la toxicité moindre de cet effluent pouvait provenir en partie de la toxicité réduite de l'échantillon afférent. L'effluent brut de blanchiment kraft échantillonné au cours de cette période s'est en effet révélé moins toxique qu'à tout autre moment au cours de l'étude.

Tout au long de l'étude, on a constaté une plus grande toxicité des effluents à 100 % dans les essais en courant continu que dans les essais en eau non renouvelée. Même si les deux types d'essais n'ont jamais été effectués sur les mêmes échantillons, c'-à-d. des échantillons pris durant la même période d'échantillonnage, on devrait s'attendre à des résultats comparables sur toute la durée du programme expérimental. On a mis en graphique, sur du papier de probabilité logarithmique, les TMS des essais en courant continu et ceux des essais en eau non renouvelée à partir des effluents du monostade (figure 13) et du distade (figure 14). Les graphiques montrent des valeurs plus élevées de TMS (à partir d'effluents à 100 %) pour les essais en eau non renouvelée que pour les essais en courant continu, que ce soit à partir des effluents du monostade ou du distade, c.-à-d. 300 en regard de 150 minutes à partir des effluents du monostade et 500 en regard de 160 à partir des effluents du distade.

Ces résultats s'accordent avec ceux de Loch et MacLeod (1974) et Davis et Mason (1973), selon qui les effluents de blanchiment des usines kraft apparaissent plus toxiques quand ils sont soumis à des essais en courant continu qu'à des essais en eau non renouvelée. On a attribué cette toxicité accrue révélée par les essais en courant continu à un rapport plus élevé du volume

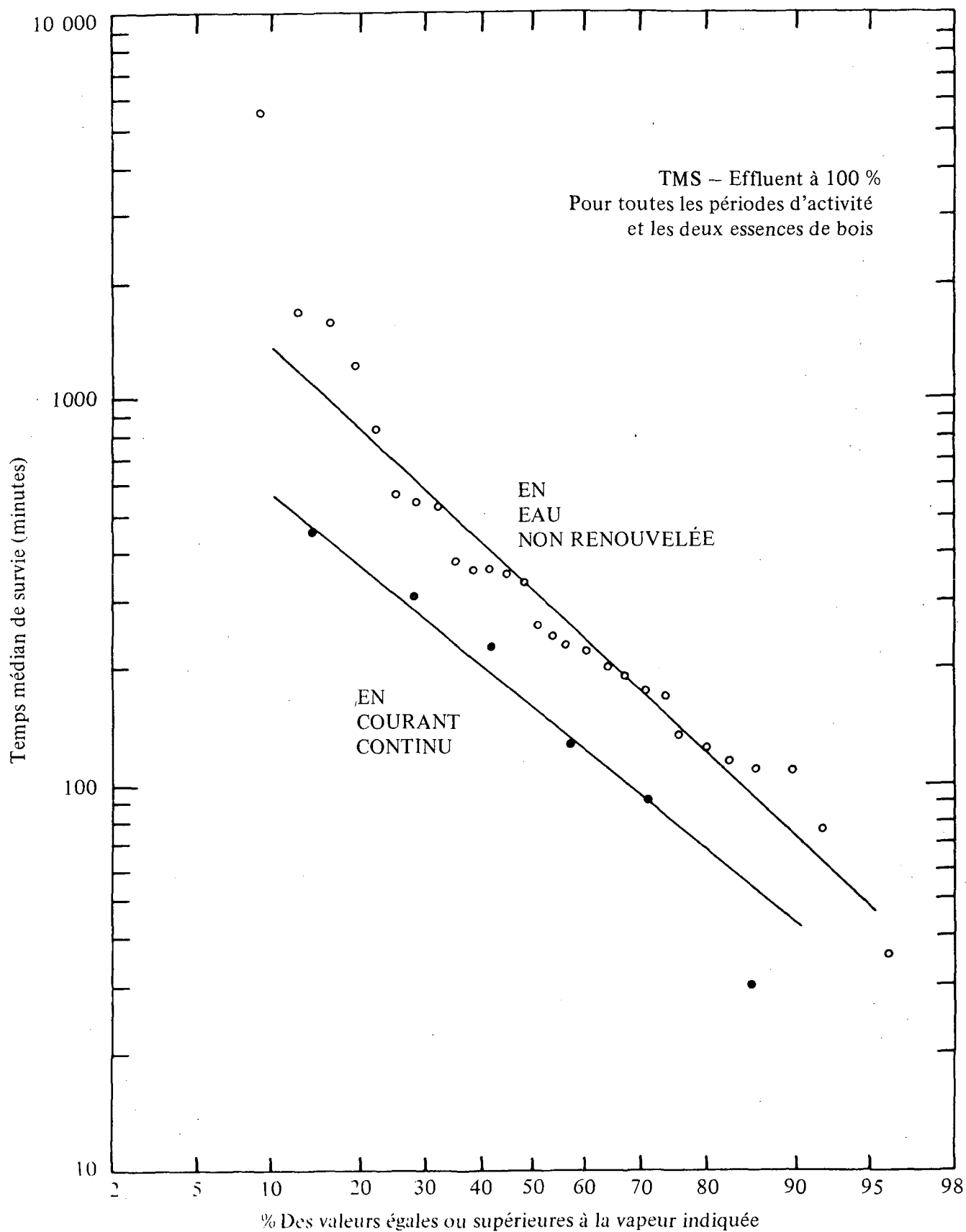


Fig. 13 Comparaison des TMS provenant des essais en eau non renouvelée et des essais en courant continu sur les effluents du monostade

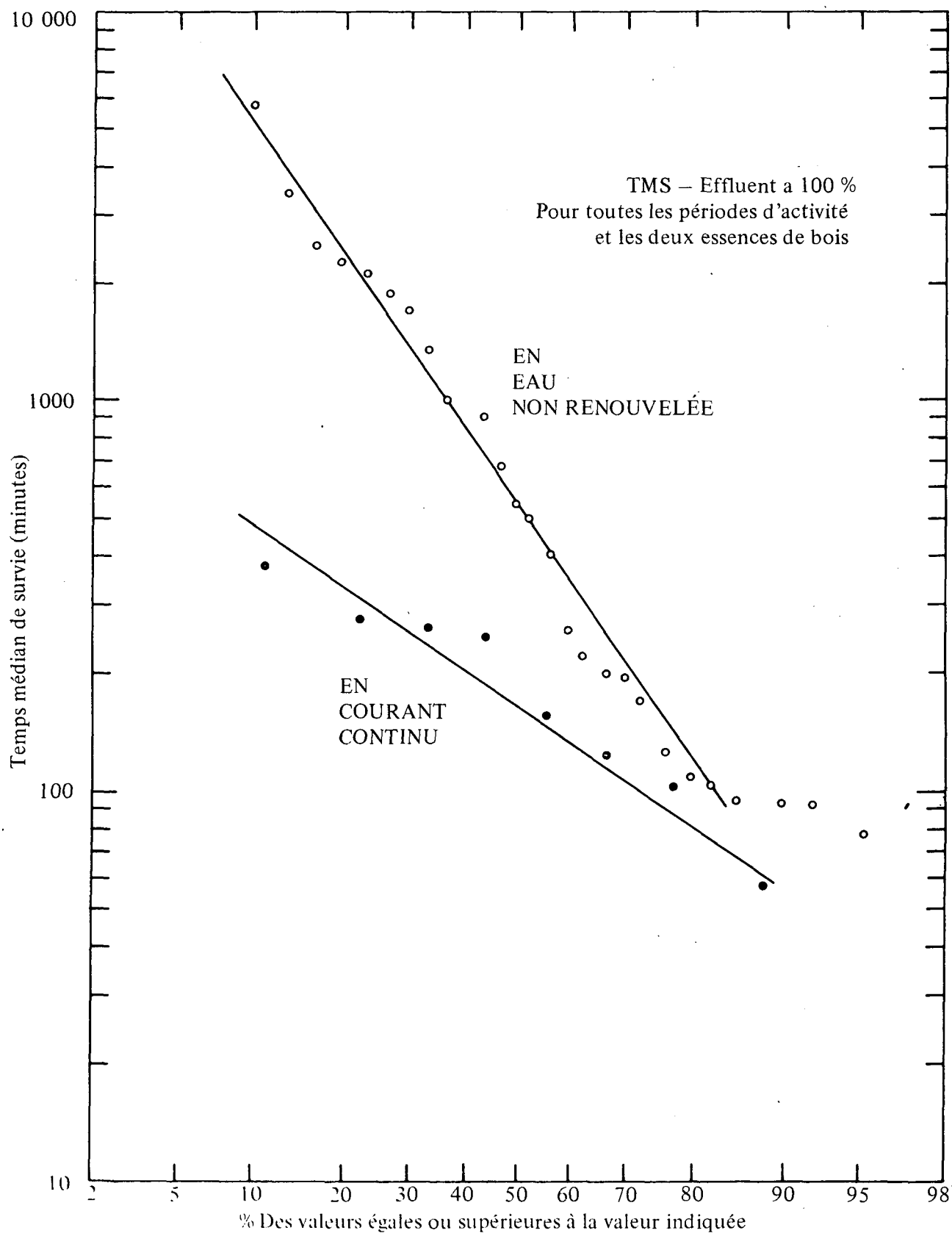


Fig. 14 Comparaison des TMS provenant des essais en eau non renouvelée et des essais en courant continu sur les effluents du distade

d'effluent sur la masse de poissons, provoqué par le renouvellement continu de l'effluent. Au cours de la présente étude, les essais en eau non renouvelée fournissaient 10 litres d'effluent par gramme de poissons, comparativement à 12 l/g pour les essais en courant continu. Ces deux valeurs se situent bien au-dessus du niveau d'innocuité de 2,5 l/g observé par Davis et Mason (1973) pour les effluents de blanchiment des usines kraft. Il est douteux que la toxicité accrue observée au cours des essais en courant continu puisse être attribuée à la densité de charge en poissons. La toxicité accrue pouvait provenir de l'alimentation continue par les systèmes d'épuration au cours des essais en courant continu par opposition à la prise au hasard ou composite d'échantillon effectuée au cours des essais en eau non renouvelée.

Howard et Walden (1965) attribuèrent la toxicité au choc initial d'exposition à l'effluent de blanchiment de la pâte kraft et démontrèrent que les saumons sockeye juvéniles pouvaient s'acclimater à des changements successifs de l'effluent de blanchiment pourvu que ces changements s'effectuent de façon graduelle. Il est possible que l'augmentation croissante de la concentration des substances toxiques provenant continuellement des systèmes d'épuration se soit faite à un rythme trop rapide pour permettre aux poissons de s'acclimater.

À partir de ces observations, on peut conclure que les systèmes monostade et distade de boues activées ne répondent pas aux exigences du *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* (1971). Les résultats des essais en courant continu confirment que le système distade est supérieur au système monostade pour réduire la toxicité. Les CL<sub>50</sub> après 96 heures obtenus à partir des effluents bruts variaient de 6 % à 13 % durant la transformation du bois mou, et de 13 % à 17 % durant la transformation du bois dur, ce qui confirme que les effluents provenant du bois dur sont moins toxiques que les effluents provenant du bois mou.

### 4.3 Mesure de la variabilité de l'affluent et de l'effluent

On a mis sur pied des programmes d'échantillonnage pour établir le degré de variabilité des échantillons, avec en tête deux objectifs. Le premier consistait à vérifier s'il était nécessaire de prévoir un bassin de régularisation ou d'établir un mode particulier de fonctionnement du système d'épuration qui maintiendrait les caractéristiques de l'effluent relativement constantes. Cela impliquait des changements connexes dans le mode d'exploitation de l'usine de blanchiment, comme l'ont révélé les mesures faites sur l'effluent de blanchiment brut, et impliquait également la capacité du système d'épuration de s'adapter à ces changements. Le deuxième objectif consistait à indiquer la fréquence d'échantillonnage requise, au cours des essais futurs, pour évaluer adéquatement les différents effluents qui présentent un intérêt, c.-à-d. soit l'effluent brut, soit l'effluent final provenant d'un système d'épuration biologique.

On a effectué trois programmes d'échantillonnage de 24 heures au cours de cette étude régionale. Le premier programme, qui comportait des essais en courant continu, a été réalisé avant que les systèmes d'épuration ne soient en marche. On a instauré ce programme pour déterminer la variation de toxicité de l'effluent de blanchiment brut traité à laquelle on devait s'attendre au cours de l'étude. Ce programme pouvait en outre contribuer à déterminer la fréquence des analyses futures. Les deux autres programmes d'échantillonnage de 24 heures comprenaient, en plus des essais en eau non renouvelée, le contrôle de la DBO<sub>5</sub>, de la DCO et des SST de l'effluent épuré. L'annexe VI contient les résultats des essais biologiques des trois programmes d'échantillonnage de 24 heures ainsi que les calculs de TMS, la température d'analyse, la taille des poissons, les niveaux d'oxygène, le pH et l'essence de bois utilisée.

L'étude initiale a été menée les 7 et 8 novembre 1973, alors que l'usine utilisait du bois mou. La figure 15 illustre graphiquement la variation des TMS. Les TMS variaient de 15 à 105 minutes (moyenne : 55 minutes). La température approximative au cours de cette période d'analyse était de 10 °C. Cette variabilité dans les TMS provenant des usines de blanchiment n'était pas tellement inattendue car B.C. Research (1971) avait déjà indiqué que «la toxicité de l'effluent de la première étape de chloration variait brusquement sur de courtes périodes» et qu'on en ignorait la cause. Le premier programme d'échantillonnage confirma nos craintes que les systèmes d'épuration seraient soumis à des fluctuations soudaines de la toxicité et qu'un échantillonnage au hasard de l'effluent brut ne serait pas représentatif de la toxicité quotidienne moyenne.

La deuxième étude de 24 heures a été effectuée les 15 et 16 décembre 1973, alors que l'usine utilisait du bois dur. Au cours de cette étude, on a recueilli les effluents du système distade de même que les eaux résiduelles de blanchiment neutralisées et non épurées. À cette époque, le système monostade ne produisait pas un effluent adéquat en ce qui a trait à la  $DBO_5$ . On a donc considéré comme impraticable l'évaluation de la détoxification de cet effluent. On a pris des échantillons composites d'une heure pour les essais biologiques et on en a combiné une certaine quantité, de façon à obtenir des échantillons composites de deux heures pour les analyses chimiques.

La figure 16 présente les résultats de  $DBO_5$ , de DCO et de SST des deux effluents au cours de cette deuxième période d'étude. On n'a observé que de légères fluctuations de la DCO et de la  $DBO_5$  de l'effluent de blanchiment tout au long de la journée, et l'effluent épuré s'est avéré également stable. Les SST de l'effluent brut ont cependant varié de façon considérable, et ces fluctuations se reflétaient jusqu'à un certain point dans l'effluent épuré.

Les résultats des TMS de cette deuxième période d'analyse (figure 17) indiquent encore des fluctuations de toxicité de l'effluent brut de blanchiment kraft sur une période d'une heure. On a observé une différence considérable entre les TMS moyens déterminés au cours des périodes d'analyse du 15 décembre et du 7 novembre : le TMS moyen pour l'effluent brut était de 304 minutes au cours de la transformation du bois dur et de 55 minutes au cours de la transformation du bois mou. Cela confirme les résultats présentés dans la section 4.2.1, à savoir que l'effluent de blanchiment brut obtenu à partir de bois dur est beaucoup moins toxique que celui obtenu à partir de bois mou. Au cours de la deuxième période d'analyse, l'effluent du distade a été échantillonné après une période d'attente de huit heures pour compenser le temps de transit dans les bassins d'activation et les décanteurs. La figure 17 montre les résultats des TMS pour l'effluent du distade et indique que le système de traitement distade est incapable d'éliminer les fluctuations horaires de toxicité, en dépit d'un mélange complet dans les bassins d'activation.

La troisième étude d'échantillonnage, effectuée les 24 et 25 mars 1974, a fourni des résultats sur l'effluent du monostade, en plus de ceux sur l'effluent de blanchiment et l'effluent du distade. À cette époque, l'usine utilisait du bois mou. On a pris des échantillons composites à toutes les deux heures pour les essais biologiques, car il n'y avait pas assez de place dans les bains pour effectuer simultanément des analyses horaires sur chacun des trois effluents. On a combiné deux des échantillons de deux heures pour obtenir un échantillon de quatre heures qui a été utilisé pour les mesures analytiques. La figure 18 présente les résultats de  $DBO_5$  et de SST pour les trois effluents. On a encore remarqué peu de variation de la  $DBO_5$  du EBK au cours de cette journée, et les effluents des deux systèmes se sont avérés relativement stables, quoique la  $DBO_5$  de l'effluent du monostade diminuait à mesure que l'échantillonnage se déroulait. Alors qu'en décembre, les SST ont varié considérablement, les résultats de mars ont indiqué moins de variation, les SST de l'effluent traité étant à peu près à la même concentration que dans l'effluent de blanchiment brut.

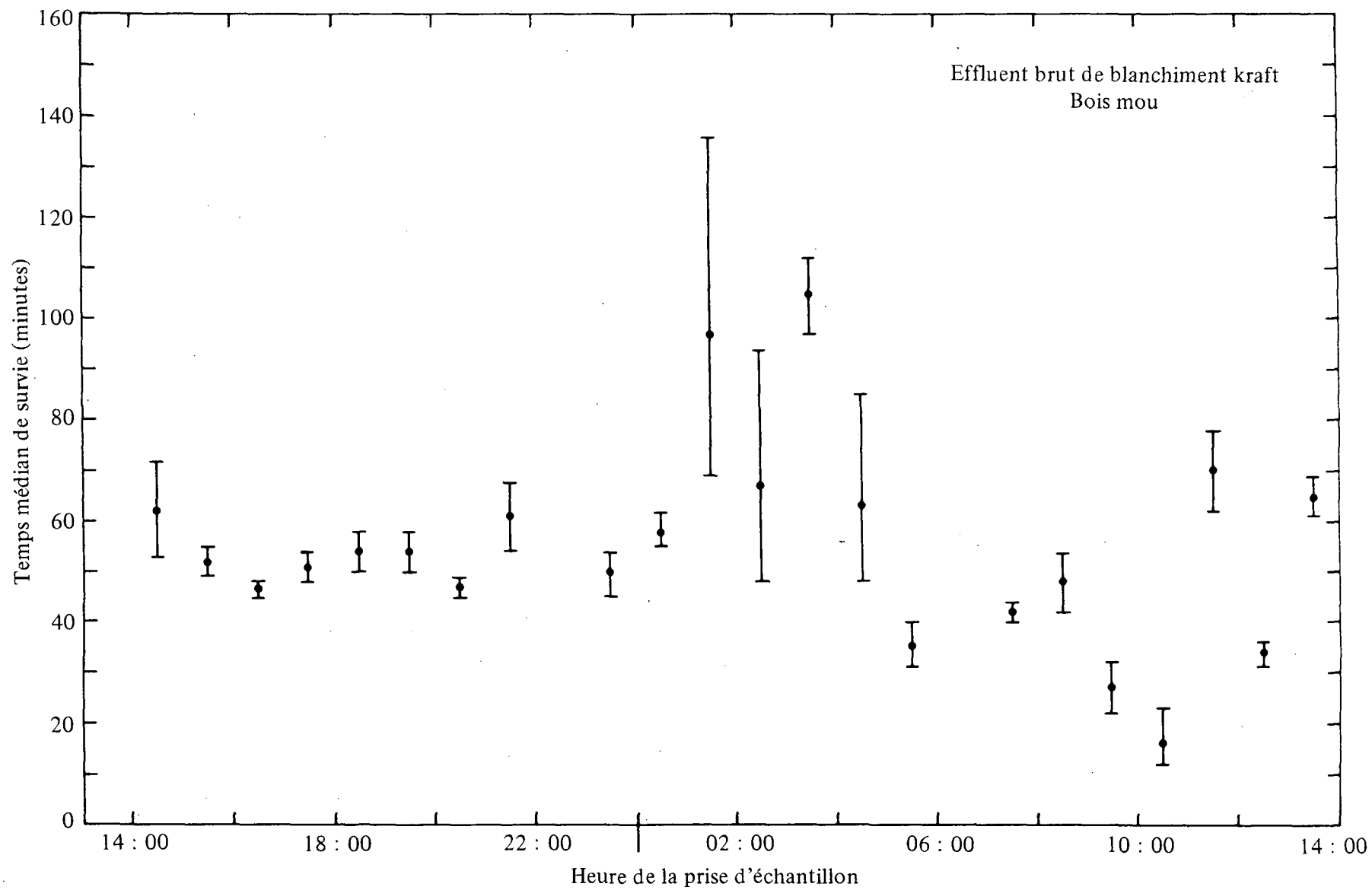


Fig. 15 Variations horaires des TMS au cours des 7 et 8 nov. 1973

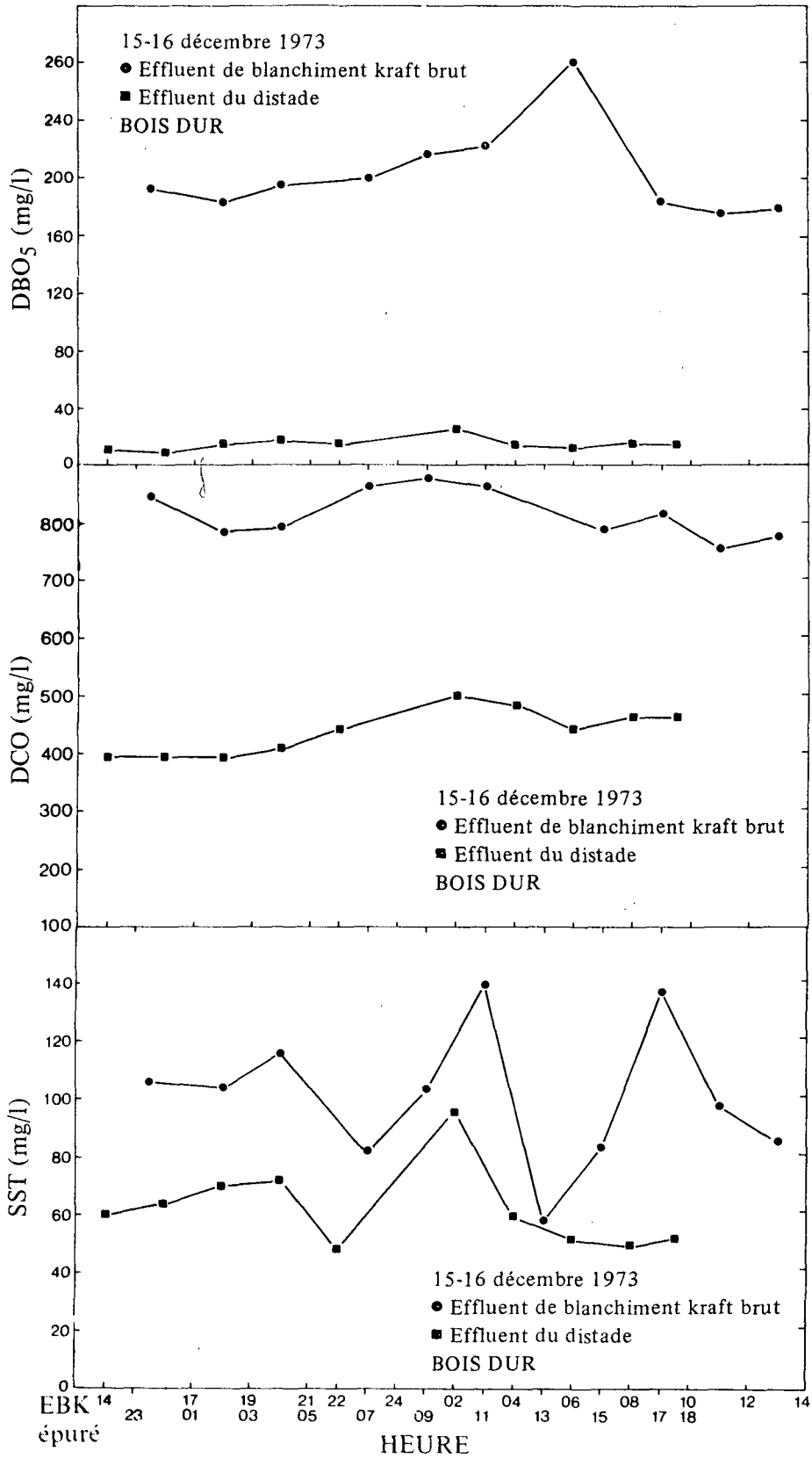


Fig. 16 Variations de la DBO<sub>5</sub>, la DCO et les SST au cours des 15 et 16 déc. 1973

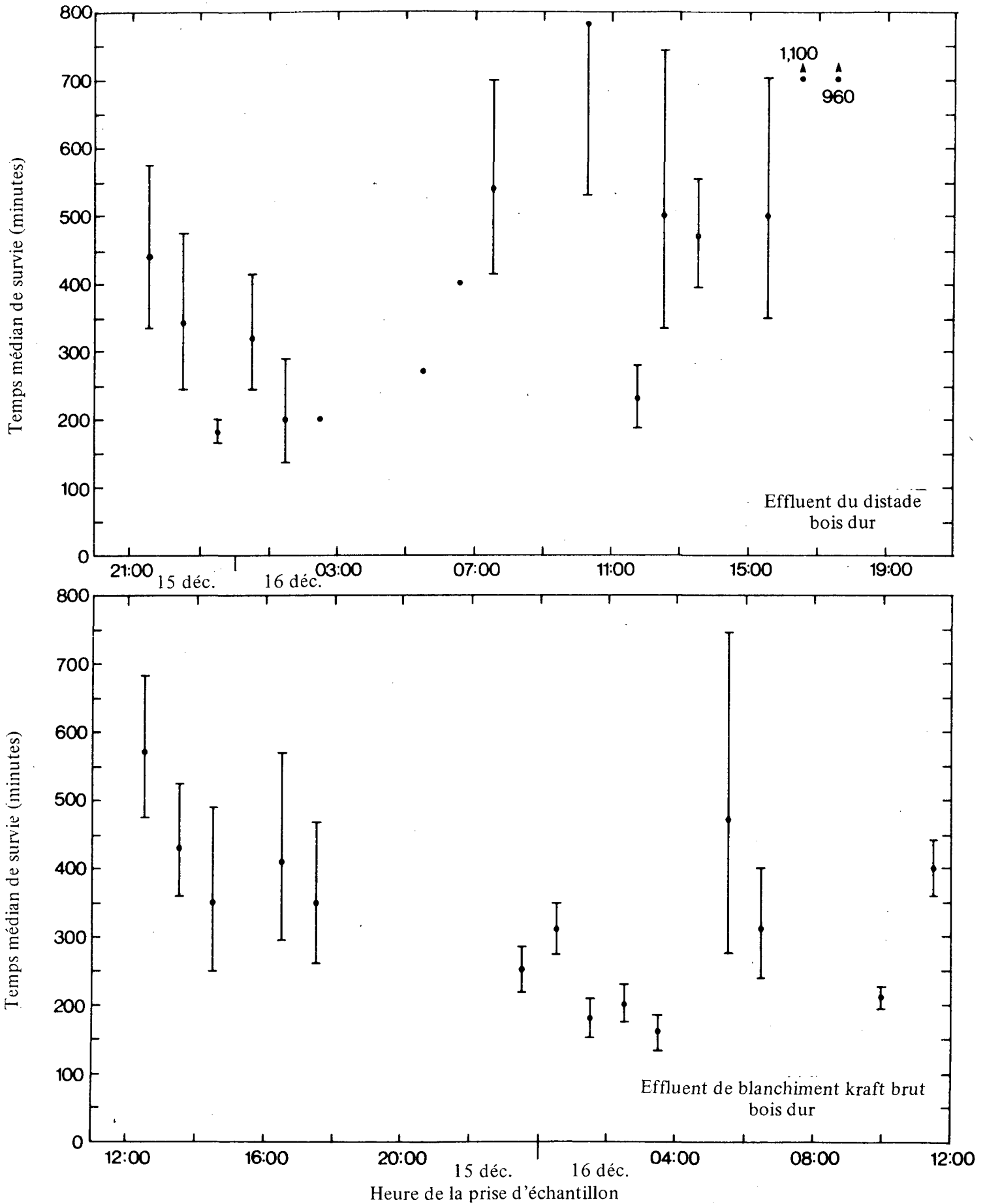


Fig. 17 Variations horaires des TMS au cours des 15 et 16 déc. 1973



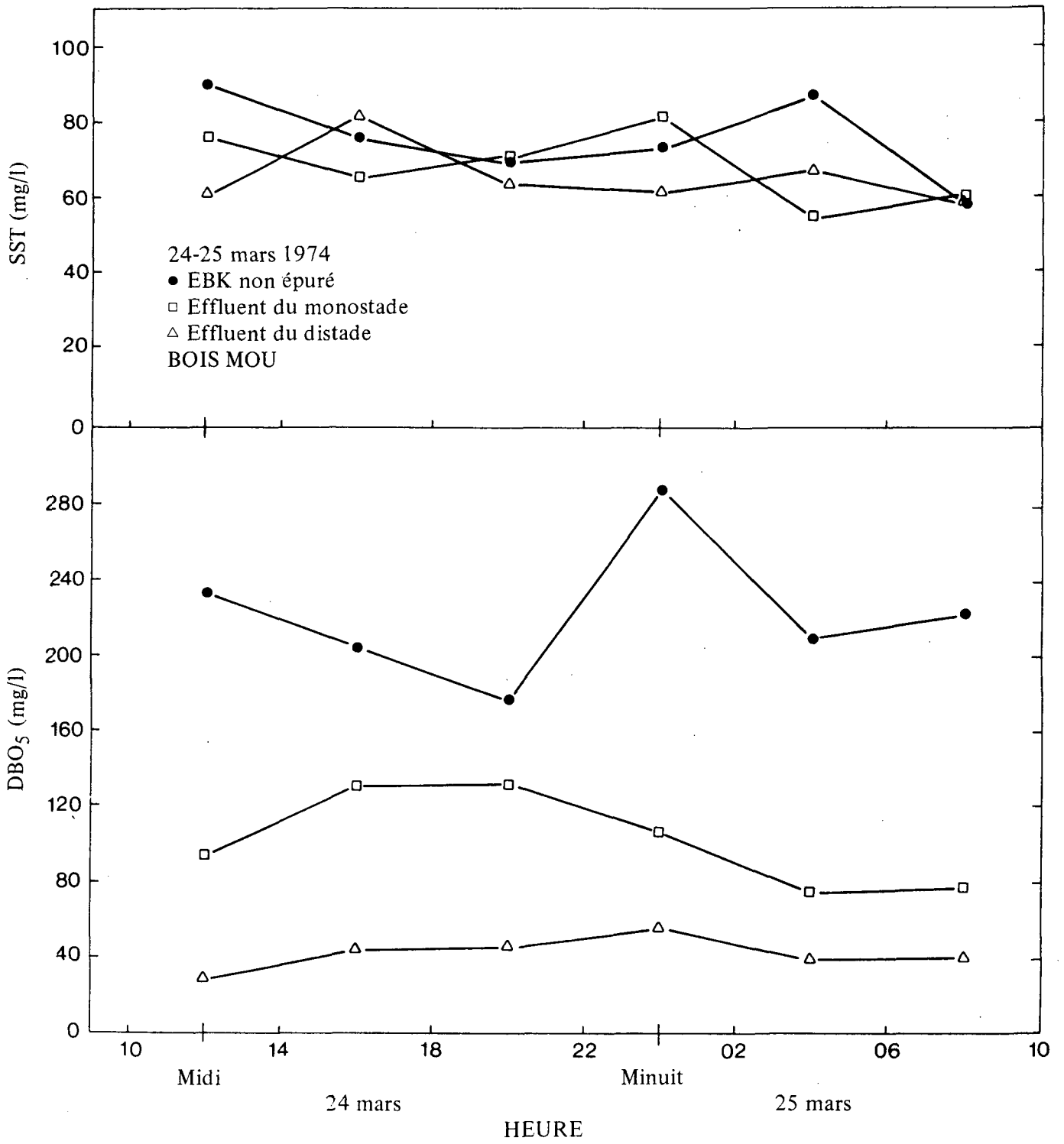


Fig. 18 Variations de la DBO<sub>5</sub> et des SST au cours des 24 et 25 mars 1974

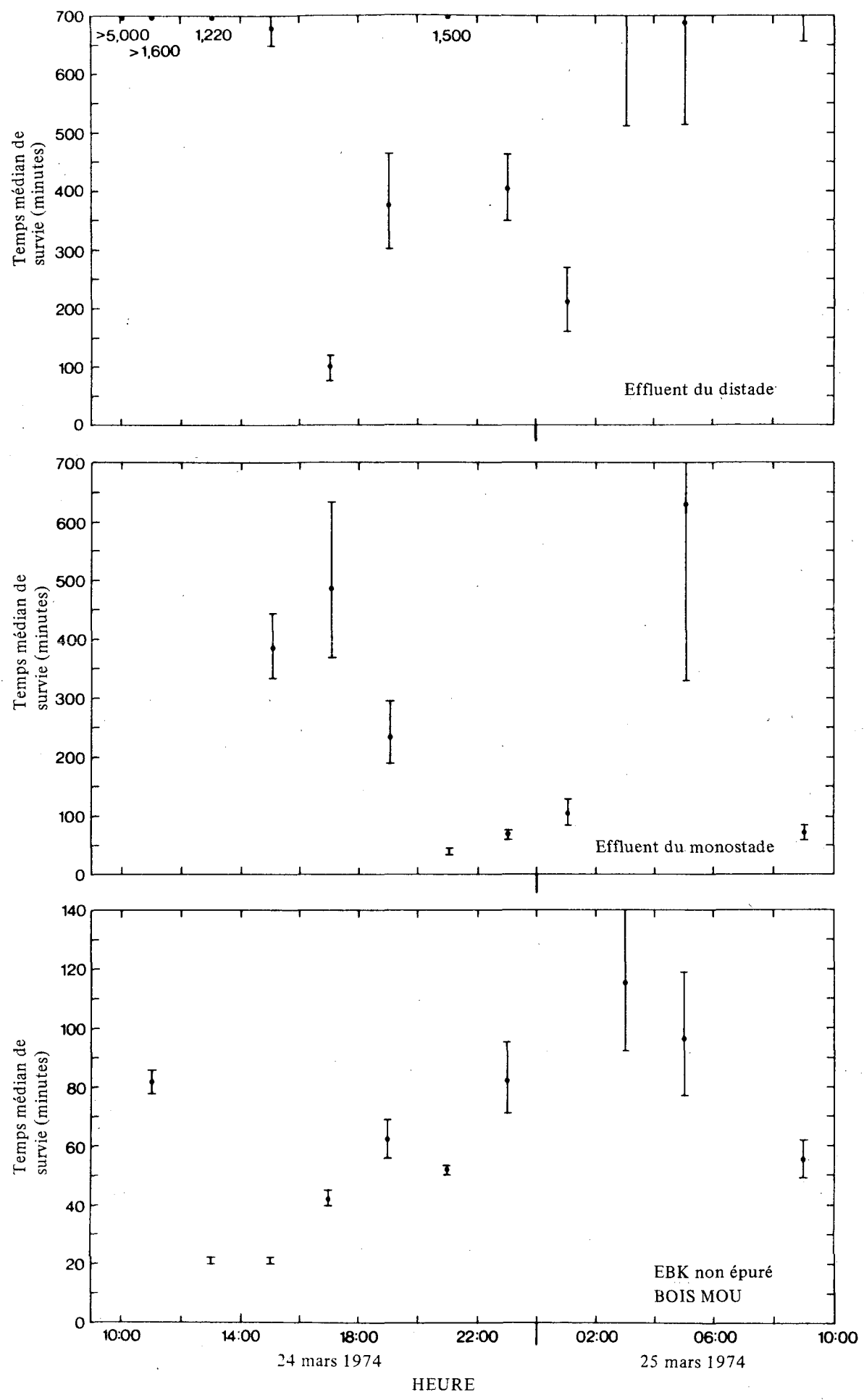


Fig. 19 Variations des TMS au cours des 24 et 25 mars 1974

La figure 19 indique une variabilité énorme entre les TMS obtenus à partir des effluents bruts, des effluents du monostade et de ceux du distade. Les TMS de l'effluent brut variaient de 22 à 450 minutes, pour des échantillons d'une heure pris pendant 24 heures. De même, les TMS de l'effluent du système monostade variaient de 45 à 7 000 minutes et ceux de l'effluent du système distade, de 100 à 5 000 minutes.

Les résultats précédents montrent qu'il y avait ordinairement peu de fluctuations de la concentration des déchets provenant du blanchiment au cours de la période d'analyse. De plus, la DBO<sub>5</sub> et les SST de l'effluent demeuraient relativement constants au cours de la journée, ce qui indique la stabilité de fonctionnement du système d'épuration. On peut conclure que dans la conception d'un système distade de réduction de la DBO<sub>5</sub>, il n'est nul besoin de mettre sur pied des conditions spéciales de fonctionnement et de prévoir un bassin d'attente pour régulariser les charges de DBO<sub>5</sub>. On doit noter que pour assurer un minimum de protection au système d'épuration biologique, on devra prévoir une unité d'emménagement en cas de déversement accidentel.

Le *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* (1971) indique les méthodes de prise d'échantillon pour vérifier la qualité des effluents, en ces termes : « Si les eaux résiduelles ont subi un traitement biologique, ce qui implique que les systèmes en place assurent un bon mélange et des temps de rétention prolongés, il suffira de prendre un seul échantillon au hasard, de la taille requise pour l'analyse, à la décharge du système de traitement. » Au moment où ces directives ont été énoncées, les seuls systèmes d'épuration au Canada étaient les étangs aérés; on n'a pas encore vérifié si des systèmes utilisant des temps de rétention plus courts étaient utilisables. Les résultats de la présente étude indiquent que l'échantillonnage au hasard ne convient que pour l'analyse de la DBO<sub>5</sub>, et peut-être aussi des solides en suspension. Les échantillons pris au hasard ne sont pas acceptables pour les essais biologiques. Le Règlement dit bien que « le bureau responsable de la réglementation peut exiger la prise d'échantillons composites quand il le juge approprié ».

D'après les résultats de ce programme d'échantillonnage, il est évident que l'échantillonnage composite est nécessaire pour analyser adéquatement les effluents provenant d'un système de traitement par des boues activées, qu'il soit conventionnel ou rapide.

\*

\* \*

## CONCLUSIONS

Le présent rapport contient les résultats d'une étude régionale sur le traitement-pilote en un ou deux stades de l'effluent de blanchiment de la pâte kraft par des boues activées. On a insisté sur l'évaluation et la comparaison de l'efficacité des deux systèmes de boues activées à réduire la toxicité aiguë des effluents pour des truites arc-en-ciel juvéniles. Voici les conclusions qu'on peut en tirer :

1<sup>o</sup> Le système distade de boues activées s'est révélé supérieur au monostade pour diminuer la toxicité des eaux résiduaires. On a réussi à diminuer la toxicité de façon accrue, au cours de périodes où les charges organiques et volumiques étaient plus importantes dans le système distade que dans le système monostade.

2° Les effluents épurés des deux systèmes de boues activées ne satisfont pas aux exigences de détoxification du *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* (1971), qui stipule que 80 % des truites arc-en-ciel doivent pouvoir survivre pendant 96 heures dans une solution de l'effluent à 65 %.

3° Avec le système distade, des charges volumiques totales de 3,8 et 1,6 kg de  $\text{DBO}_5/\text{m}^3 \cdot \text{jour}$  (235 et 100 lb  $\text{DBO}_5/1000 \text{ pi}^3 \cdot \text{jour}$ ) ont permis la réduction de  $\text{DBO}_5$  dans une proportion respective de 67 % et 89 %. Pour obtenir une réduction similaire de  $\text{DBO}_5$  de la part du monostade, il a fallu l'opérer à des charges volumiques de 1,6 et 0,7 kg  $\text{DBO}_5/\text{m}^3 \cdot \text{jour}$  (100 et 45 lb  $\text{DBO}_5/1000 \text{ pi}^3 \cdot \text{jour}$ ).

4° On a remarqué que le niveau de toxicité des eaux résiduaires du procédé de blanchiment de la pâte kraft variait beaucoup. Les mêmes fluctuations ont été enregistrées pour les effluents épurés du monostade et du distade, au cours des périodes où la fluctuation des concentrations de  $\text{DBO}_5$  et de solides en suspension dans l'effluent était minimale.

5° Les eaux résiduaires du blanchiment de la pâte se sont toujours révélées plus toxiques quand elles provenaient de bois mou que de bois dur.

\*

\* \*

## RECOMMANDATIONS

Les résultats de l'étude-pilote permettent de formuler quatre recommandations principales.

1° Pour effectuer des essais biologiques sur les effluents épurés provenant des systèmes de boues activées opérant à des charges conventionnelles ou élevées, on doit prélever des échantillons composites.

2° Pour effectuer la comparaison des niveaux de toxicité dans les effluents épurés provenant de plus d'un système de traitement à la fois, on recommande de recueillir des échantillons composites sur une période de 24 heures, de déterminer les temps médians de survie dans des effluents à 100 % et de préparer des graphiques de probabilité de distribution des temps médians de survie.

3° Des études additionnelles sont nécessaires pour établir si un système combiné physique, chimique et biologique, incorporant le procédé distade de boues activées, peut éliminer la toxicité de façon efficace.

4° Des données additionnelles provenant du niveau pilote sont requises pour établir les critères de conception technique qui touchent les systèmes de boues activées, dans le traitement de l'effluent de blanchiment de la pâte kraft.

## BIBLIOGRAPHIE

- APHA, AWWA, WPCF, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 13<sup>e</sup> édition, 1971.
- B.C. Research, *Origin of Toxicity and BOD in the Bleached Kraft Process*, CPAR Project Report No. 10-1a, 1971.
- Biological Treatment and Toxicity Studies*, Service de la protection de l'environnement, Rapport n° EPS 3-WP-73-6, 1973.
- Biological Waste Treatment Case Histories in the Pulp and Paper Industry*, dans *NCASI Technical Bulletin*, n° 220, 1968.
- Caron, A.L., *The Effect of Waste Activated Sludge Addition on Vacuum Filtration of Primary Clarifier Sludges*, dans *NCASI Technical Bulletin*, n° 223, 1968.
- Carpenter, W.L., *Foaming Characteristics of Pulping Wastes During Biological Treatment*, dans *NCASI Technical Bulletin*, n° 195, 1966.
- Charles, G.E. et G. Decker, *Biological Treatment of Bleach Plant Wastes*, dans *JWPCF*, 42, p. 1925, 1970.
- Davis, J.C. et B.J. Mason, *Bioassay Procedures to Evaluate Acute Toxicity of Neutralized Bleached Kraft Pulp Mill Effluent to Pacific Salmon*, dans *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 30 (10), p. 1565-1573, 1973.
- Eckenfelder, W.W. et D.L. Ford, *Water Pollution Control*, Jenkins Publishing Company, New York, 1970.
- Edde, H., *A Manual of Practice for Biological Waste Treatment in the Pulp and Paper Industry*, dans *NCASI Technical Bulletin*, n° 214, 1968.
- Gehm, H., *State-of-the-Art Review of Pulp and Paper Waste Treatment*, Environmental Protection Agency Report, EPA-R2-73-184, 1973.
- Hichks, D.B. et J.W. DeWitt, *Effects of Dissolved Oxygen on Kraft Pulp Mill Effluent Toxicity*, dans *Water Research*, 5, p. 693, 1971.
- Howard, T.E. et C.C. Walden, *Pollution and Toxicity Characteristics of Kraft Pulp Mill Effluents*, dans *TAPPI*, 48, 136, 1965.
- Litchfield, J.T., *A Method for Rapid Graphic Solution of Time-Percent Effect Curves*, dans *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 97, p. 399-408, 1949.
- Loch, J.S. et J.C. MacLeod, *Factors Affecting Acute Toxicity Bioassays with Pulp Mill Effluent*, Service des pêches et de la mer, rapport technique n° CENK-74-2, 1974.
- Marier, J.R., *L'effet des déchets de pâtes et papiers sur la vie aquatique en portant une attention particulière aux poissons et aux méthodes tests-témoins employées pour mesurer les effets nuisibles*. Publ. n° 13502 du Conseil national de recherches du Canada, Div. des sci. biol., Ottawa, 1974.
- Mount, D.I. et W.A. Brungs, *A Simplified Dosing Apparatus for Fish Toxicology Studies*, dans *Water Research*, 1, p. 21, 1967.

*Multi-System Biological Treatment of Bleached Kraft Effluents*, Environmental Protection Agency Report No. 12040 EMY, 12/71, 1971.

*Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers*, Service de la protection de l'environnement, rapport n° EPS 1-WP-71-1, 1971.

Servizi, J.A., T.E. Stone et R.W. Gordon, *Toxicity and Treatment of Kraft Pulp Bleach Plant Waste*, International Pacific Salmon Fisheries Commission, Progress Report no. 13, 1966.

*Sludge Dewatering*, WPCF Manual of Practice No. 20, Corporate Press, Washington, 1969.

Sprague, J.B., *Measurement of Pollutant Toxicity to Fish : 1, Bioassay Methods for Acute Toxicity*, *Water Research*, 3, p. 793, 1969.

Annexe I  
CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES ET PHYSIQUES DES EAUX DE  
LA RIVIÈRE SPANISH

Analyse des eaux de la rivière Spanish qui ont servi de milieu aux poissons dans les bassins et d'eau de dilution.

Ca*	6,3 mg/l
Mg*	1,0 mg/l
Al*	95 µg/l
Cd*	3 µg/l
Cr*	4 µg/l
Cu*	10 µg/l
Fe*	136 µg/l
Mn*	34 µg/l
Ni*	35 µg/l
Pb*	15 µg/l
Zn*	55 µg/l
DBO <sub>5</sub>	0,5-1 mg/l
OD	7,8-11 mg/l
pH	6,6-7,2

Les paramètres marqués d'un astérisque représentent la moyenne des résultats provenant de deux échantillons pris dans le canal principal de l'Eddy Forest Products Limited, en octobre et en novembre 1973.

Annexe II  
**DONNÉES QUOTIDIENNES DE RENDEMENT ET D'EXPLOITATION**

1. Effluent épuré du premier stade
2. Effluent épuré du deuxième stade
3. Effluent épuré du monostade
4. Eaux résiduelles de l'usine de blanchiment

**Essence de bois**

BD : Bois dur à 100 %

BM : Bois mou à 100 %

MD : Passage du bois mou au bois dur

DM : Passage du bois dur au bois mou



Tableau II-1 Données d'exploitation du 22 nov. 1973 au 25 janv. 1974

jour	bois	DBO mg/l				DCO mg/l				SST mg/l				SSV mg/l				pH				*
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
326	BM	84	40		136	843	930		608	48	96		42	8	34		28	8.00	7.80		6.60	*
327	BM	50	33		153	704	848		1083	106	100		62	94	86		50	7.40	7.60		2.50	*
328	BM	13	13		179	864	814		1135	120	86		86	70	50		42	7.50	7.75		2.50	*
329	BM	48	25		217	973	857		1187	124	100		90	90	70		68	7.50	7.80		3.30	*
330	BM	49	18		234	1420	1142		1891	148	20		152									*
331	BM	66	21		192	1170	1041		1457	170	132		96	120	94		78	7.60	7.80		2.30	*
332	BM	40	27		340	1090	1027		1423	144	120		50	118	92		23	7.65	7.75		2.30	*
333	BM	43	46		227	886	886	1267	1086	104	138	190	88	76	86	132	72	7.55	7.80	7.75	2.40	*
334	BM	42	31			850	895	1080		66	54	66										*
335	BM																					*
336	BM																					*
337	MD																					*
338	BD	31	12			835	710	764	1067	126	82	52	74	106	78	52	74	7.95	8.20	8.00	2.95	*
339	BD	50	25		195	764	729	1181	1101	98	114	228	98	38	66	160	36				3.40	*
340	BD	43	31	38	219	587	577	597	798	90	118	104	116	66	78	60	96	7.80	8.20	7.90	3.50	*
341	BD	41	25	40	222	556	522	562	792	56	76	50	38	28	36	30	24	7.35	7.75	7.50	3.50	*
342	BD	65	14	107	226	580	480	604	966	112	48	102	80	84	42	70	62	7.50	7.85	7.65	3.40	*
343	DM					670	552	787	1002	102	76	118	100	74	40	80	74	7.20	7.50	7.20	2.60	*
344	BM	39	14	38	227	509	636	872	1072	70	246	152	92	50	210	88	18	7.10	7.40	7.40	2.70	*
345	BM	35	11	53	153	763	727	1000	1018	78	76	156	88	72	54	144	88	7.20	7.50	7.10	2.50	*
346	BM	56	11	106	150	872	709	964		210	76	190		118	26	114						*
347	MD	44	12	42	146	754	644	820	1081	14	16	24	12					7.30	7.80		2.00	*
348	BD			96	219			1065	1249			88	82			42	20			7.35	2.90	*
349	BD	73	20	99	309	730	686	756	984	72	44	52	150	52	28	38	116	7.15	7.50	7.15	3.70	*
350	BD					801	452	543	817	96	90	66		78	70	62		7.25	7.65	7.30		*
351	DM					698	491	615	840	98	60	76	110	60	34	50	76	7.10	7.65	7.40	5.05	*
352	BM					640	480	608	800	34	16	34	52	22	14	34	38					*
353	BM					1080	780	1080	1258	38	20	60	40	10	10	40	20					*
354	BM					1160	1122	1178	1214	50	18		20	44	6		8					*
009	BM	96	30	21	140	1078	809	803	1097	92	72	84	190	54	24	38	190	7.00	7.40	7.30	3.00	*
010	BM	224	23	33	147	1184	815	630	1166	124	36	20	20	82	34	12	12	7.20	7.60	7.60	3.60	*
011	BM																					*
012	BM																					*
013	BM	152	6	86	156	806	623	800	1181	120	170	92	62	94	134	82	58	7.10	7.50	7.10	2.30	*
014	BM	167	21		171	963	774	926	1050	94	26	44	40	44	20	32	36	7.10	7.50	7.10	3.20	*
015	BM	89		72	119	870	722	814	999	58	28	14	10	52	20	8	8	7.20	7.50	7.10	3.00	*
016	BM	38	10	66	150	726	712	979	1104	162	060	176	68	114	30	80	56	7.10	7.40	7.20	4.00	*
017	MD	53	15	95	183	1110	965	1147	1147	210	110	186	90	90	68	76	20	7.20	7.60	7.10	4.00	*
018	BD		47	45	183	655	710	728	819	28	84	76	68	20	76	58	56					*
019	BD																					*
020	BD																					*
021	BM	38	17	38	162	702	558	684	720	20	64	100	72	12	46	74	46					*
022	BM	38	12		186	566	418		1362	68	52		80	16	44		59					*
023	BM					600	564	619	801	44	50	144	82	70	38	112	68	7.15	7.40	7.20	3.70	*
024	BM	26	12	24	82	609	560	620	855	100	64	82	40	66	42	48	16	7.20	7.40	7.20	4.50	*
025	BM	27	8		140	660	574	589	897	82	30		54	40	4		34	7.00	7.30		3.40	*

Tableau II-2 Données d'exploitation du 22 nov. 1973 au 25 janv. 1974

jour	SSTLM mg/l			SSVLM mg/l			OD mg/l			IVB mg/l			TDO mg/g . jour			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
326	5790	3040									116			21	13	*
327	5520	540		4400	360		1.50	7.30						14	36	+
328	5340	1090		4810	770						115	37		10	12	+
329	5430	1050		4410	780		3.30	6.80			116	42		27	14	+
330	6160	1370		5120	860						90	41		19	15	+
331	8310	1990	4810	6830	1460	4180	1.50	4.30	0.50	91	44	56	29	32	17	+
332	8340	1630	3470	6760	1150	2490	2.00	4.10	0.60	98	44	46	45	44	11	+
333	6530	1690	3540	5460	1250	2730	2.70	4.20	0.65	118	57	73	12	28	20	+
334	5990	1500	3280	4280	1190	2650				129	53	80				+
335	6340	1120	3310	6170	750	2390				139	43	75				+
336	4990	1270	3440	3930	750	2490				172	50	84				+
337	4670	1770	3240	3890	1260	2540	0.50	5.00	0.50	137	54	72	137		23	+
338	4220	2220	3330	3740	1740	3130				108	61	86				+
339	6630	2480	5370	5510	1670	4240	0.90	5.20	2.50	112	55	98	56	46	28	+
340	5360	2830	4920	4980	2090	3990	1.60	6.40	1.50	115	44	116	31	33	17	+
341	5510	2840	5440	4630	2120	4500	1.60	6.50	1.60	113	21	103	33	31	11	+
342	6680	3180	5560	5540	2450	4570	1.70	6.30	0.45	105	18	114	44	39	35	+
343	6660	2000	4600	5570	1410	3900	2.30	6.40	0.70	107	40	146	17	31	22	+
344		2770	4870		2520	3550					51	93				+
345	7340	1830	5850	5310	1310	4330	0.60	4.90	0.30		127	108	20	68	8	+
346	7210	2010	4850	5640	1410	4190	0.60	5.90	0.50	83	45	82	72	27	9	+
347	5240	1850	4470	4550	1480	4080				118	65	134				+
348	6380	2520	4130	4720	1690	3060	0.60	5.30	0.40				71	63	60	+
349	7070	3170	5990	5390	2630	5600	0.50	5.55	0.50	110	41	122	50	43	8	+
350	7240	2400	5690	6110	1990	4510				105	38	124	43	41	8	+
351	7680	520	4520	6370	400	3980				103	38	155	41	79	10	+
352		1280	4370		1010	4200	5.00	6.60	0.35					41	37	+
353	5520	1280	4420	4450	840	4040	0.60	6.20	0.40				31	31	19	+
354	5620	1570	4620	4500	1310	4160	0.80	7.10	0.40				25	33	13	+
009	9440	3292	2560	7330	2340	1990				93	64	52	10	25	24	+
010	9540	2450	1210	7570	1750	990				91	73	76	3	14	23	+
011	6360	2310	1940	5080	1800	1670				148	76	66	3	12	13	+
012	5790	1910	1410	4700	1370	1190	6.10		5.10	137	67	68	12	5	12	+
013	6310	2740	1200	4880	2050	960	0.50	9.70	0.40	55	62	50	21	21	67	+
014	5240	2340	440	4370	1880	400				85	68		34	26		+
015	5000	1850	5860	4300	1490	4750	0.50	8.50	0.25	90	86	88	34	33	39	+
016	4790	2960	5240	4010	2000	4110							38	10	34	+
017	5720	2890	4480	4540	1960	3410				44			37			+
018	6810	3170	6120	5570	2490	4870										+
019																+
020	6060	2800	7980	5310	2330	6940				96	100	63	31	16	15	+
021	5370	3020	5580	4170	2000	4420				56	66	43	12	27	12	+
022	5100	2610	5940	4320	1890	4830				59	69	61	10	33	2	+
023	5320	3500	5940	4300	2750	4810	0.80	6.30	0.90	62	77	120	21	25	15	+
024	4590	2770	5600	3700	2120	4470	0.85	6.40	0.60	63	84	71	13	18	8	+
025	4200	3660		3440	2840		1.80	6.40		50	46		55	28		+

Tableau II-3 Données d'exploitation du 26 janv. 1974 au 6 mars 1974

jour	bois	DBO mg/l				DCO mg/l				SST mg/l				SSV mg/l				pH				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
026	MD	59	25		162	744	714		943	108	98		48	68	60		38	6.85	7.20		2.75	*
027	BD	51	31		138	590	545		588	84	54		60	80	42		58	6.85	7.30		4.75	*
028	BD	57	18		132	505	324		541	50	78		68	50	36		62	6.90	7.30		5.80	*
029	BD	56	35	14	187	662	575	435	600	36	90	78	70	62	40	40	32	6.70	7.20	7.15	4.55	*
030	BD	31	35	29	86					32	54	18	26	30	50	14	24	7.00	7.25	7.40	9.35	*
031	DM	53	27	30	170	642	625	608	765	6	8	50	12	4	6	34	10	6.90	7.20	7.20	2.90	*
032	BM	41	20	17	123	642	625	608	765	12	74	22	16	8	24	16	6	6.80	7.20	7.40	2.90	*
033	BM	51	23	7	169	765	661	609	1090	30	68	18	10	20	36	10	6	6.90	7.30	7.30	2.50	*
034	BM	63	24	51	167	940	870	835	1149	156	24	120	34	76	10	44	26	6.90	7.30	7.30	2.40	*
035	MD																					*
036	BD																					*
037	BD	103		25	187	685		633	765	144	70	92	82	134		84	80					*
038	BD	67	40	22	31	595	582	480	638	56	104	68	60	66	96	52	60	7.00	7.30	7.30	5.45	*
039	DM	115	30	17	126					46	44		10	32	24	0	0	7.10	7.50	7.40	6.15	*
040	BM	41	17	38	129	325	366	301	513	24	62	22	42	22	24	14	38	7.00	7.40	7.40	4.00	*
041	BM	61	26	12	175	822	721	603	1065	58	50	40	48	54	34	32	42	6.95	7.40	7.30	2.95	*
042	BM	91	49	9	169	920	940	800	1040	56	58	50	58	50	54	48	58	6.90	7.30	7.35	2.80	*
043	BM	96	48	5	165					24	44	30	76	22	34	24	20	6.80	7.20	7.35	2.70	*
044	BM	71	35	32	162	870	837	700	994	46	42	18	26	44	38	10	24	6.80	7.20	7.35	2.70	*
045	MD	66	20	13	157	730	672	576	920	64	36	28	30	52	14	20	8	6.90	7.20	7.30	3.50	*
046	DM	104	46	26	216	921	902	712	1195	46	52	30	30	18	22	18	22	7.00	7.20	7.20	2.80	*
047	DM	108	54	15	193		673	777	1107	43	50	44	48		44	18	30		7.20	7.30	3.00	*
048	DM	110	51	9	123	738	660	369	796	40	70	78	70	10	18	26	34					*
049	BD	130	50	19	217	990	893	641	1029	62	54	66	66	36	30	38	50	7.20	7.20	7.40	4.90	*
050	BD	116	46	15	168	835	700	322	966	66	78	100	154	60	62	74	126	7.10	7.20	7.40	4.35	*
051	BD	107	40	15	252	1015	837	596	1192	88	104	116	82	80	94	100	74	7.20	7.40	7.50	4.50	*
052	BM	111	43	6	153	856	772	545	815	106	36	94	82	86	32	64	62	7.00	7.40	7.50	4.00	*
053	BM																					*
054	BM	73	40	10	165	853	580	645	682	68	106	62	52	52	78	44	34	6.95	7.30	7.30	3.95	*
055	BM	127	47	11	285	1130	355	750	1360	38	46	86	54	36	42	80	46	7.10	7.25	7.30	2.50	*
056	BM	123	44	11	207					94	60	72	68	62	26	22	40	7.00	7.20	7.20	2.50	*
057	BM	102	34	10	167	1040	942	805	1100	80	140	80	88	72	112	74	82	7.00	7.20	7.30	2.60	*
058	BM																					*
059	BM	118	95	22	228	1256	1221	960	1396	30	18	26	8	28	12	24	6	7.00	7.30	7.20	2.40	*
060	MD	47	22	7	134	751	843	843	899	26	24	18	20	22	18	14	16	6.90	7.10	7.20	4.60	*
061	BD	42	12	15	136	500	500	407	592	126	88	74	78	82	50	70	52	7.10	7.30	7.40	6.00	*
062	BD	52	35	6	88	527	509	304	673	138	92	64	116	78	16	12	34	7.10	7.30	7.50	6.10	*
063	BD	64	43	7	96	382	382	273	437	118	146	86	92	90	136	86	82	7.10	7.30	7.60	6.50	*
064	BD	66	23	6	137	545	582	347	600	40	80	24	56	32	72	22	30	7.00	7.30	7.50	6.90	*
065	BD					473	436	327	691	20	90	82	36	18	64	70	32					*

Tableau II-4 Données d'exploitation du 26 janv. 1974 au 6 mars 1974

jour	SSTLM mg/l			SSVLM mg/l			OD mg/l			IVB ml/g			TDO mg/g . jour			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
026	3440	3690		2840	2740		2.80	5.40		64	57		44	25		*
027	3700	3020		3100	2400		3.80	3.00		73	66		30	56		*
028	4370	3120	2950	3760	2430	2260	1.00	2.60	1.30	62	68	54	52	41	23	*
029	6730	1140	3090	5570	800	2340	0.30	4.70	0.45	84		61	58	55	21	*
030	4370	880	2560	4180	730	1950	1.20	3.30	4.45	62	114	63	42	77	35	*
031	5330	1820	2080	4560	1610	1630				56	63	63				*
032	4410	1940	1910	3710	1320	1540	1.00	5.50	5.00	61	62	73	40	56	23	*
033	4350	1660	2130	3720	1160	1420	0.70	5.60	5.00	64	72	70	37	89	23	*
034	5850	4120	2350	4530	1370	1770	4.40	7.00	6.50	70	29	72	8	18	10	*
035	5460	1510	1880	4900	1250	1580	8.10	8.90	8.60	152	79	101	6	19	11	*
036	3800	1310	2360	3110	1070	1660	9.20	3.40	9.40	74	92	76	25	15	2	*
037	3860	930	2320	3290	640	2020	1.10	6.00	5.20	75	54	82	31	11	17	*
038	5130	830	2190	4680	810	1950	0.80	6.00	4.30	119	96	82	19	51	13	*
039	3750	1410	2600	3380	1120	2120	0.80	5.80	4.50	67	32	73	81	68	22	*
040	4240	1060	2380	3910	861	1990	1.50	5.50	5.70	120	71	90	28	57	17	*
041	4730	390	2580	4250	320	2130	0.80	5.00	4.00	57		81	59	77	17	*
042	3250	690	2420	3600	580	2100	1.40	6.20	4.50	73	43	91	38	65	28	*
043	4420	1330	2550	3970	1110	2090	0.90	4.60	4.30	90	90	98	25	66	7	*
044	3970	2500	2370	3610	2280	2080	1.10	4.30	4.00	71	76	105	45	46	29	*
045	3500	2020	2710	3370	1400	2030	1.20	5.40	4.10	71	94	103	69	80	24	*
046	4040	2400	3270	3440	1750	2360	1.40	5.10	3.60	64	104	86	63	68	19	*
047	3290	2490	2920	2970	2550	2270	1.40	6.30	4.40	64	137	89	56	6	21	*
048	3000	3640	3350	2380	3000	2530	2.60	7.30	4.00	113	60	84	64	38	36	*
049	5060	2420	3340	4620	2030	2820	2.85	5.40	4.00	59	136	90	32	50	30	*
050	4310	5420	3980	4390	4500	3440	1.40	2.70	4.40	62	79	118	26	80	21	*
051	4390	3930	3680	3970	3190	3260	1.10	3.30	4.50	103	120	76	60	95	21	*
052	7550	2750	3360	7060	2320	2970	8.20	3.00	8.70	107	115	95	8	15	24	*
053	4650	2370	3190	4280	2060	2750	1.10	7.10	7.00	111	101	89	38	23	14	*
054	5410	3300	3200	5020	2830	2770				55	67	122	30		17	*
055	5810	3650	2610	5110	2330	2460	1.50	5.90	5.20	72	71	105	25	62	37	*
056	5000	2340	3280	4350	1780	2640	2.20	4.70	4.60	74	124	88	24	51	13	*
057	4000	3520	3340	3720	3030	2790	2.00	5.20	5.30	83	111	99	30	42	22	*
058	6120	4470	3220	5330	3620	2550	3.80	9.80	9.80	78	89	93	10	5	13	*
059	5680	280	2930	5550	230	2570	1.40	6.90	4.30	69		99				*
060	3290	770	2750	5170	740	2630	1.40	7.60	5.60	68	130	102	25	130	20	*
061	6790	660	3100	6170	570	2410	1.20	7.40	5.70	66	121	90	28	121	17	*
062	6700	1240	3230	5820	1064	2650	1.50	6.90	5.00	58	65	90	25	13	17	*
063	6600	1600	3210	6130	1380	2910	1.30	7.40	5.50	64	63	93	27	38	16	*
064	5360	3640	3430	5180	2450	2980	1.60	6.80	5.80	71	16	90	35	45	18	*
065	6630	1920	3430	5920	1430	3100	1.80	7.30	4.30	77	63	90	29	65	16	*

Tableau II-5 Données d'exploitation du 7 mars 1974 au 28 mars 1974

jour	bois	DBO mg/l				DCO mg/l				SST mg/l				SSV mg/l				pH				*
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
066	BM	66	46	58	243	1074	887	807	1162	98	128	116	68	76	98	34	54	6.60	6.95	7.10	2.80	*
067	BM	109	45	85	158					82	76	108	44	52	46	80	44	6.00	6.00	6.65	2.60	*
068	BM																					*
069	BM	113	41	27	133	865	904	735	950	64	76	82	62	58	72	68	48	6.80	6.90	7.00	4.10	*
070	BM	124	115		39	914	362		741	40	84	84	64	22	76	64	24	6.60	6.60		5.10	*
071	BM	128	43	49	237					6	8	22	12	4	6	14	10	6.70	7.10	7.20	2.70	*
072	BM	146	105	25	161	1130	1095	831	1165	80	100	66	32	66	54	36	22	7.10	7.30	7.50	2.60	*
073	BM	162	118	35	175	1309	1270	1061	1304	52	28	40	50	28	16	16	4	7.40	7.45	7.40	2.70	*
074	BM	151	110	120	226	1276	1138	1207	1310	34	100	84	36	28	72	64	32	7.20	7.40	7.30	3.20	*
075	MD	137	85	26	209	1017	1189	1460	1845	12	44	8	20	10	38	6	12	7.10	7.30	7.50	3.20	*
076	BD	147	116	31	237	823	862	603	948	40	94	86	84	26	52	54	56	7.20	7.50	7.60	4.10	*
077	BD	126	94	106	157	603	741	796	741	196	192	62	54	156	152	46	48	7.10	7.10	7.30	4.50	*
078	BD		63	20	153		569	336	655		108	50	100		42	10	32		7.00	7.10	4.20	*
079	DM	125	74	12	162					106	132	74	72	62	68	54	42	6.80	7.00	7.20	4.70	*
080	BM	172	115	33	209	825	686	466	661	52	74	66	90	48	68	56	80	6.90	7.05	7.20	3.60	*
081	BM	145	130	24	146	900	906	613	615	64	76	62	55	48	66	54	42	7.70	7.05	7.30	6.20	*
082	BM	146	113	29	197	1060	900	720	1040	52	72	66	66	38	54	40	38	6.80	7.10	7.20	2.70	*
083	BM	153	38	20	204	1652	1018	912	1233	84	74	56	70	40	50	40	32	6.85	7.15	7.15	2.60	*
084	BM	159	79	66	216	1345	993	926	1102	40	60	80	66	32	48	62	46	6.90	7.10	7.20	2.70	*
085	BM	143	78	33	258					50	28	92	26	28	18	10	12					*
086	MD	133	63	30	178	975	876	790	1044	80	54	40	26	68	52	38	20	6.90	7.20	7.20	2.90	*
087	BD	105	41	21	180	818	783	579	924		80	18	50		52	14	40	7.00	7.30	7.20	3.00	*

Tableau II-6 Données d'exploitation du 7 mars 1974 au 28 mars 1974

jour	SSTLM mg/l			SSVLM mg/l			OD mg/l			IVB ml/g			TDO mg/g . jour			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
066	6060	1320	4040	5630	1160	3390	5.10	4.70	1.10	51	114	77	21	12	13	*
067	3700	310	3740	3300	190	3250	7.30	8.30	1.40	84		78	5	69	22	*
068	3800	550	4030	3210	420	3560	5.70	9.10	8.80	86	36	84	7	47	7	*
069	3270	520	3850	3060	510	3470	6.60	7.80	4.20	61	19	73	96	185	15	*
070	4530	660	3670	3990	430	3180	6.20	7.50	1.30	44	15	82	24	136	13	*
071	3640	1070	3150	3250	750	2950	7.30	7.70	1.30	36	9	105	32	85	13	*
072	4980	1000	4220	4560	740	3810	3.80	7.70	1.50	55	20	76	19	11	20	*
073	6050	660	3900	5200	260	3450	2.80	7.50	1.50	48	68	103	32	91	14	*
074	3650	1070	4420	3250	350	4000	2.75	6.60	1.40	49	65	94	33	52	15	*
075	4340	740	4520	4090	670	4270	1.30	6.50	1.70	67	135	88	53	76	16	*
076	6430	410	4550	6000	260	4110	4.40	7.80	6.30	87	171	180	9	58	9	*
077	4530	410	4720	4330	220	4330	2.10	6.90	2.80	55	98	127	15	244	25	*
078	5170	840	5230	4530	310	4570	1.50	6.60	1.30	58	36	99	22	135	12	*
079	2500	420	5500	2380	320	4990	1.20	6.30	2.00	104	95	96	20	248	7	*
080	3160	540	5690	2870	430	5140	0.80	7.30	6.20	89	56	97	27	68	23	*
081	3380	810	5510	3180	630	4990	4.50	6.40	1.10	77	49	82	1	15	16	*
082	3850	2110	5620	3600	1630	5070	2.90	6.60	1.20	57	52	109	12	80	16	*
083	3210	1080	6050	2960	870	5360	2.60	5.80	1.50	81	176	101	16	134	14	*
084	3000	3090	7080	2830	2510	5660	1.50	7.10	0.90	57	84	99	18	73	10	*
085	3070	3220	5820	2830	2460	5610	1.30	7.00	1.50	81	118	122	26	31	11	*
086	5390	1080	5170	2940	920	4780	3.80	6.20	1.10	74	222	97	15	56	8	*
087	8890	1340	4770	8690	1210	4430	2.70	7.90	6.40	92	254	109	18	42	3	*

Annexe III  
ANALYSE DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE

Date	1		2		3		4	
	NTK*	Ortho-phosphate**	NTK	Ortho-phosphate	NTK	Ortho-phosphate	NTK	Ortho-phosphate
09 JANV.				4,8				
13 –		5,3		4,3		4,5		0,8
23 –		3,8		3,6		3,3		1,0
26 –					11,8		2,2	
30 –	13,4		9,0		11,1			
12 FÉV.	8,0		5,2		3,9		0,4	
20 –		3,1		2,9		3,2		1,5
25 –	2,2		2,0		3,6		3,1	
07 MARS		2,6		2,2		2,4		0,8
12 –	10,6	2,9	2,1	2,9	5,1	3,0	5,6	1,0
20 –	6,4	1,1	3,7	1,5	1,6	1,6	2,2	1,1
26 –	2,4	2,1	3,0	0,9	2,6	1,5	0,6	1,0

\* NTK, en mg/l de N

\*\* Orthophosphate, en mg/l de P

1. Effluent du premier stade
2. Effluent du deuxième stade
3. Effluent du monostade
4. Effluent de blanchiment

Annexe IV  
APPORT DE SOUDE, TEMPÉRATURE ET REMARQUES DE  
L'OPÉRATEUR DE L'USINE

Jour – 326 (22 novembre 1973) à 354 (20 décembre 1973)  
– 4 (4 janvier 1974) à 87 (28 mars 1974)

Bois – BM : Bois mou  
BD : Bois mou  
MD, DM : Mélange des deux essences

NaOH – Apport de soude en lb/jour  
– 1 lb/jour = 0,454 kg/jour

Température 1 – Trop-plein de l'usine de blanchiment, °C  
2 – Réservoir de mélange, °C  
3 – Effluent du premier stade, °C  
4 – Effluent du deuxième stade, °C

jour bois	NaOH	Température				Remarques	
		1	2	3	4		
326	FSW	9	21	42	28	Recyclage des boues du monostade bloqué durant l'avant-midi Enfermé thermocouple n° 1 dans un tube d'acier inoxydable	
327	FSW	13	43	41	37		
328	FSW	0	43	41	37	Installé un nouveau système de ventilation. Monostade à 2,35 gpm. Bassin d'activation : 390 gal	
329	FSW	0	45	42	36		
330	FSW	42	42	42	37	32	
331	FSW	55	47	45	34		
332	FSW	44	46	46	36	33	
333	FSW	44			32		
334	FSW	0			26	Recyclage de l'usine à 16 h. Dû à panne usine blanchiment	
335	FSW	0			21	Recyclage se continue	
336	FSW	33	46	46	24	Recyclage se continue - Remplacé pompe d'alimentation hydromatique	
337	S/W	0	44	44	33	Usine de nouveau en marche à 13 h	
338	DHW	0	44	43	35	33	
339	DHW	0	44	43	36		
340	DHW	11	44	43	34	Panne électronique du contrôle du pH	
341	DHW	22	43	42	34	Usine de blanchiment fermée de 12 h à 16 h 30.	
342	DHW	22	41	39	33		
343	H/S	0	46	44	35	33	
344	FSW	11	48	47	35		
345	FSW	11	49	49	42	34	Renvoi des boues du 2 <sup>e</sup> décanteur au 1 <sup>er</sup> bassin d'activation pendant 1 heure
346	FSW	11	48	48	37	35	
347	S/H	0	44	44	35		
348	DHW	15	44	42	33	32	Usine de blanchiment fermée à 23 h
349	DHW	15	48	46	34	32	Usine de blanchiment fermée jusqu'à 05.00 h
350	DHW	15	47	46	34	32	32
351	H/S	0	46	45	34		
352	FSW	0				32	
353	FSW	0					
354	FSW	0				Apport de soude suffisant jusqu'au 20 déc.	
4						Station expérimentale fermée	
5						Mise en marche de l'unité distade à 17 h. Débit : 1,0 gpm	
9	FSW	0			32	31	Mise en marche du monostade à 14 h. Débit : 2,35 gpm. Bassin d'activation : 390 gal
10	FSW	0			26	24	Recyclage de l'usine. Usine de blanchiment fermée à 13 h 30 HRS
11	FSW	0			18	17	Usine de blanchiment fermée
12	FSW	0	42	42	21	21	Usine de blanchiment remise en marche à 12 h. Moteur usine alimentation brûlé
13	FSW	0	43	42	26	29	Remplacé pompe alimentation principale
14	FSW	26	42	41	29	31	30
15	FSW	0	40	39	31		
16	FSW	26	37	37	31	29	29
17	S/H	0	38	37	30		
18	DHW	0					Usine de blanchiment fermée à 05.00 h. Moteur usine alimentation brûlé
19	DHW	15					Remplacé tuyauterie alimentation et tuyau vidange gelé, à 11 h
20	DHW	0	44	44	26	25	Usine reparé à 05.00 h
21	FSW	0	46	45	35	33	33
22	FSW	13	47	46	36		
23	FSW	0	46	46	36	34	Échantillonneur n° 3 arrêté. Échantillonneur n° 4 obstrué par fibres.
24	FSW	0	46	44	37	35	38
25	FSW	0	46	45	39		
26	S/H	0	46	44	37	35	Débit de distade augmenté à 2,0 gpm.
27	DHW	0	45	43	38	37	Usine de blanchiment arrêtée pendant 6 h. Joint étanche de pompe aliment défectueux. Pompe remplacée
28	DHW	0	39	39	37	36	Cloison du bassin d'activation monostade enlevée
29	DHW	22					Usine reparée. Débit : 2,35 gpm. Capacité aération de 780 gal
30	DHW	0					Renvoi des boues du 2 <sup>e</sup> décanteur du distade au bassin d'activation monostade pendant 1 h
31	H/S	0	43	42	38	37	Usine blanchiment fermée à 23 h 45. Réparé décanteur du 1 <sup>er</sup> stade. Pertes de boues
32	FSW	11	43	42	38	36	36
33	FSW	33	43	42	38		
34	FSW	0					Encore beaucoup d'écume dans le 2 <sup>e</sup> bassin d'activation
							Recyclage de l'usine dû à un bris de la pompe d'alimentation



jour	bo s	NaOH	Température				Remarques
			1	2	3	4	
35	MD						Remplacé pompe d'alimentation mais tuyaux d'alimentation gelés
36	BD		39	38	25	24	Usine de nouveau en marche à 14 h
37	BD		39	38	34	33	
38	BD						Usine de blanchiment fermée de 09.00 à 20 h
39	DM		43	43	35	33	
40	BM		42	42	35	33	Usine de blanchiment fermée pendant 8 h. Remplacé pompe alimentation principale
41	BM		43	42	38	36	
42	BM		42	41	37	35	
43	BM		42	41	37	35	
44	BM		41	40	36	34	
45	MD		39	38	35	33	Addition de boues à l'unité monostade
46	DM		38	38	34	33	
47	DM		38	38	35	33	Ligne d'échantillonnage n° 1 gelée
48	DM		38	38	34	33	
49	BD		39	39	34	33	
50	BD		39	39	36	34	Renvoi de 30 gal de boues densité : 4000 mg/l du 2 <sup>e</sup> décanteur au 1 <sup>er</sup> bassin d'activation – Beaucoup de mousse dans les bassins d'activation
51	BD						Jeté 110 gal de boues densité : 3250 mg/l provenant du 2 <sup>e</sup> bassin d'activation
52	BM						Usine de blanchiment fermée – Recyclage de l'usine
53	BM						Usine remise en marche dans l'A.M. V.
54	BM		42	43	38		
55	BM		42	43	38	37	
56	BM		43	42	38	36	
57	BM		39	38	36	35	Panne de l'usine de blanchiment à 23 h
58	BM						Jeté 100 gal de boues densité : 2250 mg/l provenant du 2 <sup>e</sup> décanteur
59	BM						Usine de nouveau en marche à 17 h. Utilise pompe alimentation Viking
60	BM		39	39	34	32	
61	BM		42	42	37	36	
62	BM		43	42	37	36	
63	BM		43	44	37	37	Usine de blanchiment fermée pendant 10 h
64	BM		44	43	36	34	
65	BM		46	46	39	37	
66	BM		44	46	39	39	Augmenté débit monostade à 3,5 gpm et distade à 3,0 gpm
67	BM		39	39	37	37	Contrôle du pH augmenté pour compenser augmentation de débit
68	BM		42	41	34	36	Usine de blanchiment fermée à 15 h. – Usine en recyclage
69	BM		42	42	38	32	Usine remise en marche à 14 h. Pompe alimentation Viking remplacée
70	BM		46	44	41	39	Arrêt de l'usine de blanchiment pendant 8 heures
71	BM		47	47	42	41	Tuyaux de pompe alimentation de usine de blanchiment aplatis
72	BM		46	46	41	39	
73	BM		47	46	42	39	
74	BM		43	43	39	38	
75	BM		43	43	41	39	
76	BM		41	41	38	37	Usine de blanchiment fermée à 22 h
77	BM						Usine de blanchiment en marche à 14 h
78	BM		45	45	41	39	
79	BM		46	46	41	39	
80	BM		46	46	42	40	Usine de blanchiment fermée de 07.00 h à 19 h 30
81	BM		46	46	41	43	
82	BM		46	46	42	39	
83	BM		46	45	41	38	
84	BM		45	45	41	38	
85	BM		45	44	37	37	Jeté 135 gal boues monostade densité : 6850 mg/l –
86	BM						Renvoi de boues distade au monostade pendant 1 heure
87	BM		44	44	38	37	Jeté 100 gal de boues du monostade densité : 1950 mg/l
88	BM						Fermeture de la station expérimentale

Annexe V  
**TEMPS MÉDIANS DE SURVIE POUR DES ÉCHANTILLONS  
COMPOSITES D'UNE HEURE ET DE 24 HEURES**

- TABLEAU V-1 TMS pour des échantillons composites d'une heure provenant des EBK brut et épuré, recueillis entre le 23 novembre et le 18 décembre.
- TABLEAU V-2 TMS pour des échantillons composites de 24 heures provenant du EBK brut, recueillis entre le 19 février et le 28 mars.
- TABLEAU V-3 TMS pour des échantillons composites de 24 heures provenant de l'effluent du distade, recueillis entre le 20 février et le 28 mars.
- TABLEAU V-4 TMS pour les échantillons composites de 24 heures provenant de l'effluent du monostade, recueillis entre le 20 février et le 28 mars.

Tableau V-1 TMS pour des échantillons composites d'une heure provenant des EBK non traité (NT) et traité (T-M)\*\* , recueillis entre le 23 novembre et le 18 décembre

Date	Essence de poisson	Traite- ment	Vol. (l)	OD (mg/l)	pH	Nombre de poissons	Lon- gueur (cm)	Poids (g)	MST (mn)	Intervalle de confian- ce à 95 %		S*	Temp. (°C)	Heure d'échantil- lonnage
										Sup.	Inf.			
Nov.														
23	BM	NT	20	8.3	8.3	6	9.2	10.2	135	152	119	1.18	5	19:00 - 20:00
24	BM	NT	20	8.2	8.0	6	10.3	13.3	240	271	212	1.17	5	13:30 - 14:30
26	BM	NT	20	7.0	7.4	6	9.8	12.6	94	100	89	1.07	5	01:00 - 02:00
Déc.														
13	MD	NT	20	8.7	7.8	4	10.8	13.4	28	40	19	1.45	15	11:15 - 12:15
13	MD	NT	20	8.7	7.5	4	10.2	13.4	40	43	37	1.07	15	15:00 - 16:00
13	MD	NT	20	8.0	7.2	4	10.5	13.0	50	77	33	1.53	15	21:00 - 22:00
17	BD	NT	20	-	-	6	10.8	13.2	125	161	97	1.35	15	10:30 - 11:30
18	BM	NT	20	7.8	7.5	6	10.7	13.4	40	60	27	1.68	15	10:30 - 11:30
18	BM	NT	20	7.8	7.5	6	10.5	13.2	16	18	14	1.16	15	14:00 - 15:00
Nov.														
23	BM	T-M	20	7.5	7.9	6	10.7	13.4	300	447	201	1.56	5	19:00 - 20:00
24	BM	T-M	20	10.2	8.0	6	11.4	15.0	310	372	258	1.26	5	13:30 - 14:30
26	BM	T-M	20	7.0	8.4	6	10.0	11.7	550	720	420	1.41	5	01:00 - 02:00
Déc.														
13	MD	T-M	20	8.0	7.9	4	10.2	13.0	300	372	242	1.24	15	20:30 - 21:30
17	MD	T-M	20	-	-	6	10.4	12.4	3000	3300	2720	1.13	15	10:30 - 11:30
18	BM	T-M	20	-	-	6	-	-	Aucune mortalité en 96 h			15	15	18:30 - 19:30
18	BM	T-M	20	8.0	7.5	6	-	-	1300	2093	807	1.85	15	22:00 - 23:00

\*S =  $(ET_{84} - ET_{50} - ET_{50}/ET_{16})/2$  (Litchfield, 1949)

\*\*T-M = Traitement monostade

Tableau V-2 TMS pour des échantillons composites de 24 heures provenant du EBK non traité, recueillis entre le 19 février et le 28 mars

Date	Essence de bois	Vol. (l)	OD (mg/l)	pH	Cl (mg/l)	Nombre de poissons	Longueur (cm)	Poids (g)	MST (mn)	Intervalle de confiance à 95 %		S*	Temp. (°C)	Heure d'échantillonnage
										Sup.	Inf.			
Fév.														
19-20	BD	10	-	-	-	7	3.3	.40	21	32	14	1.71	15	9:00 - 8:00
20	BD	10	8.5	7.2		5	3.3	.40	120	152	94	1.31	15	9:00 - 21:00
22-23	BM	20	10.8	7.4	1.94	5	3.3	.40	110	134	90	1.26	15	9:00 - 9:00
23-24	BM	20	-	7.2	2.96	5	-	-	58	69	48	1.24	15	9:00 - 9:00
24-25	BM	20	10.6	7.3		5	3.6	.53	84	111	64	1.37	14	9:00 - 9:00
25-26	BM	20	8.5	7.4	0.4	10	4.0	.77	50	57	44	1.23	14	9:00 - 9:00
27-28	BM	10	8.3	7.3	0	10	4.8	.60	44	46	41	1.11	14	20:00 - 08:00
28-1 <sup>er</sup> mars	BD	20	9.2	7.7	4.7	10	4.3	.70	370	499	274	1.63	16	9:00 - 9:00
1-2	BD	20	9.8	7.0	8.8	10	4.4	.75	310	352	273	1.23	16	9:00 - 9:00
2-3	BD	20	11.2	7.0	11.8	10	4.1	.60	250	272	229	1.15	15	9:00 - 9:00
3-4	BD	20	11.4	6.8	6.4	10	3.9	.65	59	65	53	1.18	15	9:00 - 9:00
4-5	BD	20	11.6	7.8	16.8	10	2.5	.15	170	199	145	1.30	16	9:00 - 9:00
5-6	BD	20	10.8	6.2	18.8	10	2.6	.15	71	81	62	1.23	16	9:00 - 9:00
6-7	BM	20	8.2	7.2	0	10	2.4	.14	64	78	52	1.37	15	9:00 - 9:00
7-8	BM	10	11.6	7.0	0	10	2.5	.15	130	147	115	1.19	14	9:00 - 9:00
10-11	BM	20	12.0	7.1	0	10	2.5	.15	28	31	26	1.15	14	9:00 - 9:00
11-12	BM	10	11.4	7.8	0	10	2.6	.15	125	136	115	1.15	14	21:00 - 9:00
12-13	BM	20	11.8	7.2	0	10	2.5	.15	21	22	20	1.10	13	9:00 - 9:00
13-14	BM	20	10.4	7.2	0	10	2.6	.16	21	22	20	1.10	15	9:00 - 9:00
14-15	BM	20	11.4	7.9	0	10	2.7	.16	31	34	28	1.15	14	9:00 - 9:00
15-16	BM	20	9.6	6.9	0	10	2.6	.20	33	36	30	1.13	14	9:00 - 9:00
16-17	BD	10	11.0	6.6	0	5	2.7	.23	115	127	104	1.12	14	9:00 - 8:00
17-18	BD	10	8.6	6.9	4.2	5	2.7	.20	77	97	61	1.30	15	9:00 - 9:00
18-19	BD	20	-	7.5	3.4	10	2.7	.19	70	84	58	1.34	14	9:00 - 9:00
19-20	BD	20	10.0	6.6	1.4	10	3.0	.35	57	64	51	1.20	14	9:00 - 9:00
20-21	BM	20	9.2	6.9	0	10	3.0	.27	42	47	37	1.22	15	9:00 - 9:00
21-22	BM	10	9.2	6.2	8.6	10	3.0	.40	250	288	217	1.26	14	21:00 - 9:00
22-23	BM	20	9.2	7.3	0	10	3.1	.40	48	51	45	1.11	13	9:00 - 9:00
23-24	BM	20	10.2	7.4	-	10	3.3	.32	21	22	20	1.10	13	9:00 - 9:00
24-25	BM	20	9.8	6.7	0	10	3.0	.33	26	28	24	1.16	13	9:00 - 9:00
25-26	BM	20	9.8	6.8	0	10	3.2	.36	27	30	24	1.21	13	9:00 - 9:00
27-28	BM	20	11.4	7.9	0	10	3.3	.35	165	169	160	1.03	11	9:00 - 9:00

\* S = (ET<sub>84</sub>/ET<sub>50</sub> + ET<sub>50</sub>/ET<sub>16</sub>)/2 (Litchfield, 1949)

Tableau V-3 TMS pour des échantillons composites de 24 heures provenant de l'effluent du distade, recueillis entre le 20 février et le 28 mars

Date	Essence de bois	Vol. (l)	OD (mg/l)	pH	Cl (mg/l)	Nombre de poissons	Longueur (cm)	Poids (g)	MST (mn)	Intervalle de confiance à 95 %		S+	Temp. (°C)	Heure d'échantillonnage
										Sup.	Inf.			
Fév.														
20-21	BD	10	12.4	7.6	-	5	3.2	.32	1350	1674	1088	1.28	15	09:00 - 21:00
22-23	BM	20	10.9	7.6	0	5	-	-	200	244	164	1.25	15	09:00 - 09:00
23-24	BM	20	-	7.5	-	4	-	-	540	772	378	1.44	15	09:00 - 09:00
24-25	BM	20	11.0	7.2	0	5	-	-	1000	1240	807	1.28	14	09:00 - 09:00
25-26	BM	20	8.9	7.2	0	10	-	-	900	1188	682	1.57	14	09:00 - 09:00
27-28	BM	10	9.3	7.3	0	10	3.5	.56	3400	seul. 60 % mortalité		14		20:00 - 08:00
28	BD	20	7.5	7.4	0	10	-	-	Pas de mort en 5 760 mn			16		09:00 - 09:00
Mars														
01-02	BD	20	8.9	7.9	0	10	-	-	Pas de mort en 5 760 mn					09:00 - 09:00
02-03	BD	20	10.0	7.2	0	10	-	-	10 % de mortalité en 3 590 mn					09:00 - 09:00
03-04	BD	20	9.4	7.8	0	10	3.9	.73	20 % de mortalité en 2 000 mn					09:00 - 09:00
04-05	BD	20	10.6	8.2	0	10	2.6	.25	198	215	182	1.14	17	09:00 - 09:00
05-06	BD	20	9.0	7.7	0	10	2.5	.20	93	107	81	1.26	17	09:00 - 09:00
06-07	BM	20	10.8	6.5	0	10	2.4	.18	92	103	82	1.20	15	09:00 - 09:00
07-08	BM	20	11.0	6.8	0	10	2.3	.18	102	117	89	1.25	14	09:00 - 09:00
08-09	BM	20												
09-10	BM	20												
10-11	BM	20	10.0	6.8	0	10	2.2	.20	125	135	116	1.14	14	09:00 - 09:00
11-12	BM	20	11.8	7.4	0	10	2.6	.13	260	285	237	1.16	14	09:00 - 09:00
12-13	BM	10	11.6	7.5	0	10	-	-	1900	-	-	-	14	09:00 - 21:00
13-14	BM	20	8.5	7.3	0	10	2.5	.14	170	216	134	1.47	15	09:00 - 09:00
14-15	BM	20	9.2	7.7	0	10	2.5	.15	94	104	85	1.18	14	09:00 - 09:00
15-16	BM	20	9.2	7.3	0	10	2.5	.15	500	685	365	1.66	14	09:00 - 21:00
16-17	BD	10	11.6	7.9	0	5	2.5	.15	900	1053	770	1.19	14	09:00 - 09:00
17-18	BD	10	7.6	7.3	0	5	-	-	Pas de mort en 5 760 mn			-	15	09:00 - 09:00
18-19	BD	20	7.4	7.1	0	10	2.5	.15	1700	-	-	-	14	09:00 - 09:00
19-20	BD	20	10.0	7.5	0	10	2.5	.15	2150	2760	1674	1.51	14	09:00 - 09:00
20-21	BM	20	9.0	7.0	0	10	2.5	.16	696	769	619	1.19	15	09:00 - 09:00
21-22	BM	10	9.6	7.4	0	10	2.8	.20	400	480	333	1.34	14	21:00 - 09:00
22-23	BM	20	9.2	7.2	0	10	2.8	.20	2550	3266	1990	1.50	13	09:00 - 21:00
23-24	BM	20	7.5	7.5	0	10	2.9	.25	78	83	74	1.10	13	09:00 - 09:00
24-25	BM	20	8.6	7.3	0	10	3.0	.26	220	402	120	2.67	13	09:00 - 09:00
25-26	BM	20	10.0	7.3	0	10	3.0	.26	2350	-	-	-	13	09:00 - 09:00
26-27														
27-28	BM	20	8.4	7.2	0	10	3.0	.26	112	124	101	1.18	13	09:00 - 09:00

\* S = (ET<sub>84</sub>/ET<sub>50</sub> + ET<sub>50</sub>/ET<sub>16</sub>)/2 (Litchfield, 1949)

Tableau V-4 TMS pour des échantillons composites de 24 heures provenant de l'effluent du monostade, recueillis entre le 20 février et le 28 mars

Date	Essence de bois	Vol. (l)	OD (mg/l)	pH	Cl (mg/l)	Nombre de poissons	Longueur (cm)	Poids (g)	MST (mn)	Intervalle de confiance à 95 %		S*	Temp. (°C)	Heure d'échantillonnage
										Sup.	Inf.			
Fév.														
20	BM	10	13	8.2	-	5	3.3	0.41	200	276	145	1.44	15	09:00 - 21:00
22-23	BM	20	10.4	7.6	0	5	3.3	0.41	175	mortalité incomplète		-	15	09:00 - 09:00
23-24	BM	20	-	7.5	-	5	-	0.70	530	743	379	1.47	15	09:00 - 09:00
24-25	BM	20	10.6	7.2	0	5	-	-	1680	mortalité incomplète		-	14	09:00 - 09:00
25-26	BM	20	8.5	7.1	0	10	-	-	335	352	318	1.10	16	09:00 - 09:00
26-27	BM	20	8.5	7.1	0	10	-	-	360	462	280	1.29	16	09:00 - 09:00
27-28	BM	10	9.3	7.2	0	10	4.1	.86	135	187	101	1.34	14	20:00 - 08:00
28-1 <sup>er</sup> mars	BD	20	9.2	7.6	0.4	10	-	-	pas de mort en 5 760 mn		-	14	09:00 - 09:00	
01-02	BD	20	9.7	7.7	1.64	10	2.9	.28	pas de mort en 5 760 mn		-	14	09:00 - 09:00	
02-03	BD	20	10.4	7.8	2.2	10	3.5	.35	1230	-	-	-	14	09:00 - 09:00
03-04	BD	20	10.8	7.8	0.6	10	-	-	pas de mort en 5 760 mn		-	14	09:00 - 09:00	
04-05	BD	20	11.4	8.1	1.8	10	2.5	.23	169	206	139	1.39	16	09:00 - 09:00
05-06	BD	20	10.4	7.8	6.36	10	2.7	.16	76	85	68	1.20	16	09:00 - 09:00
06-07	BM	20	10.4	6.2	0	10	2.5	.14	115	155	85	1.35	15	09:00 - 09:00
07-08	BM	20	11.6	6.0	0	10	2.9	.18	36	40	33	1.16	14	09:00 - 09:00
11-12	BM	10	11.4	7.8	0	10	2.6	.16	380	498	290	1.55	14	21:00 - 09:00
12-13	BM	20	12.6	7.6	0	10	2.6	.16	1700	2295	1259	1.64	13	09:00 - 09:00
13-14	BM	20	10.4	7.3	0	10	2.9	.19	255	295	221	1.32	15	09:00 - 09:00
14-15	BM	20	10.6	7.7	0	10	2.7	.18	237	275	204	1.27	14	09:00 - 09:00
15-16	BM	20	9.6	7.4	0	10	2.9	.20	125	133	117	1.11	14	09:00 - 09:00
16	BD	10	11.6	7.8	0	5	-	-	115	-	-	-	14	08:00 - 21:00
17-18	BD	10	8.0	7.2	0	5	-	-	360	-	-	-	15	21:00 - 09:00
18-19	BD	20	8.2	7.3	1.4	10	-	-	570	895	363	2.10	14	09:00 - 09:00
19-20	BD	20	10.0	7.7	0	10	2.9	.26	190	225	160	1.32	14	09:00 - 09:00
20-21	BM	20	9.0	7.2	0	10	2.9	.26	245	268	224	1.16	15	09:00 - 09:00
21-22	BM	10	9.4	7.2	0	10	-	-	550	-	-	-		21:00 - 09:00
22-23	BM	20	9.4	7.3	0	10	-	-	350	462	224	1.56	13	09:00 - 09:00
23-24	BM	20	11.0	7.1	0	10	-	-	220	244	199	1.18	13	09:00 - 09:00
25-26	BM	20	8.4	7.2	0	10	-	-	127	135	120	1.10	13	09:00 - 09:00
27-28	BM	20	12.0	7.2	0	10	-	-	840	1293	546	2.02	11	09:00 - 09:00

\* S = (ET<sub>84</sub>/ET<sub>50</sub> + ET<sub>50</sub>/ET<sub>16</sub>)/2

(Litchfield, 1949)

Annexe VI  
**VARIATION DES TEMPS MÉDIANS DE SURVIE AU COURS DE  
PÉRIODES D'ÉCHANTILLONNAGE DE 24 HEURES**

- TABLEAU VI-1 Variation des TMS pour des échantillons composites d'une heure recueillis les 7 et 8 novembre.
- TABLEAU VI-2 Variation des TMS pour des échantillons composites d'une heure recueillis les 15 et 16 décembre.
- TABLEAU VI-3 Variation des TMS pour des échantillons composites de 2 heures recueillis les 24 et 25 mars.

Tableau VI-1 Variation des TMS pour des échantillons composites d'une heure recueillis les 7 et 8 novembre

Date	Trai- tement	Vol. (l)	OD (mg/l)	pH	Nombre de poissons	Lon- gueur (cm)	Poids (g)	MST (mn)	Intervalle de confian- ce à 95 %		S*	Temp. (°C)	Heure d'échantil- lonnage
									Sup.	Inf.			
Nov.													
7	NT	20	7.9	7.4	6	9.9	9.7	62	72	53	1.13	10	14:00 - 15:00
7	NT	20	8.4	7.0	6	9.9	9.7	52	55	49	1.08	9	15:00 - 16:00
7	NT	20	8.1	6.8	6	9.4	8.6	47	48	45	1.04	10	16:00 - 17:00
7	NT	18	7.6	6.9	6	9.0	8	51	54	48	1.08	9	17:00 - 18:00
7	NT	18	7.6	6.9	6	9.3	9.7	54	58	50	1.10	9.5	18:00 - 19:00
7	NT	18	8.2	6.9	4	9.4	9.5	54	58	50	1.10	9.0	19:00 - 20:00
7	NT	18	7.9	7.6	4	9.4	9.2	47	49	45	1.05	9.0	20:00 - 21:00
7	NT	18	8.4	7.0	4	8.1	6.5	61	68	54	1.11	8.5	21:00 - 22:00
7	NT	18	8.3	7.3	4	10.6	11.5	50	54	46	1.08	9.0	23:00 - 24:00
7	NT	9	8.5	7.5	4	8.4	5.9	58	62	55	1.06	9.5	00:00 - 01:00
7	NT	9	8.2	8.0	4	9.5	10.1	97	136	69	1.40	9.5	01:00 - 02:00
8	NT	18	8.3	7.0	4	8.4	6.1	67	94	48	1.40	8.5	02:00 - 03:00
8	NT	9	9.4	7.6	4	8.4	6.2	105	112	97	1.07	9.0	03:00 - 04:00
8	NT	9	8.1	7.4	4	9.0	8.2	63	85	47	1.35	9.5	04:00 - 05:00
8	NT	20	7.7	7.6	4	8.1	5.8	35	40	31	1.14	9.5	05:00 - 06:00
8	NT	18	7.5	8.0	4	7.5	7.0	42	44	40	1.05	9.0	07:00 - 08:00
8	NT	18	8.4	7.4	4	8.4	5.8	48	54	42	1.14	9.5	08:30 - 09:30
8	NT	18	7.4	-	4	8.9	7.8	27	34	22	1.26	9.5	09:30 - 10:30
8	NT	18	7.4	-	4	9.2	8.9	16	23	12	1.41	9.5	10:30 - 11:30
8	NT	18	9.2	-	4	9.0	9.4	70	78	62	1.11	9.5	11:30 - 12:30
8	NT	18	7.5	-	4	9.0	7.6	34	36	32	1.06	9.5	12:30 - 13:30
8	NT	18	7.2	7.8	4	-	-	65	69	61	1.07	10.5	13:30 - 14:30
7	T-M	18	9.0	7.5	6	-	-	116	-	-	-	-	21:30 - 22:30
8	T-M	18	6.8	6.6	6	-	-	310	390	246	1.33	-	03:00 - 04:00

- Essence de bois : BM

\* S =  $(ET_{84}/ET_{50} + ET_{50}/ET_{16})/2$  (Litchfield, 1949)



Tableau VI-2 Variation des TMS pour des échantillons composites d'une heure recueillis les 15 et 16 décembre

Date	Traite- ment	Vol. (l)	OD (mg/l)	pH	MST (mn)	Intervalle de confian- ce à 95 %		S*	Heure d'échantil- lonnage
						Sup.	Inf.		
Déc.									
15	NT	20	7.9	7.0	570	684	475	1.25	12:00 - 13:00
15	NT	20	8.2	8.2	430	525	352	1.29	13:00 - 14:00
15	NT	20	9.1	7.4	350	490	250	1.52	14:30 - 15:30
15	NT	20	8.6	7.5	410	569	295	1.50	16:00 - 17:00
15	NT	20	7.6	7.5	350	469	261	1.44	17:00 - 18:00
15	NT	20	8.0	7.2	250	285	219	1.18	23:00 - 24:00
16	NT	20	7.8	7.2	310	350	274	1.17	00:00 - 01:00
16	NT	20	8.0	7.2	180	209	155	1.21	01:00 - 02:00
16	NT	20	8.4	7.2	200	230	174	1.18	02:00 - 03:00
16	NT	20	9.2	7.5	160	186	138	1.20	03:00 - 04:00
16	NT	20	-	-	470	749	278	1.93	05:00 - 06:00
16	NT	20	8.9	7.4	310	400	240	1.36	06:00 - 07:00
16	NT	20	-	-	210	225	196	1.08	09:00 - 11:00
16	NT	20	-	-	400	444	360	1.13	11:00 - 12:00
16	NT	20	-	-	210	227	194	1.10	12:00 - 13:00
16	NT	20	-	-	205	242	174	1.23	13:00 - 14:00
16	NT	20	-	-	160	200	128	1.32	16:00 - 17:00
Déc.									
15	T-M	18	-	-	-	-	-	-	20:00 - 21:00
15	T-M	18	8.7	7.2	440	576	336	1.40	21:00 - 22:00
15	T-M	18	7.8	7.6	340	476	243	1.51	22:00 - 23:00
15	T-M	18	7.8	7.0	180	198	164	1.14	23:00 - 24:00
16	T-M	18	8.2	7.1	320	416	246	1.39	00:00 - 01:00
16	T-M	18	-	-	200	290	138	1.60	01:00 - 02:00
16	T-M	18	9.2	7.8	200	-	-	-	02:00 - 03:00
16	T-M	18	-	-	270	-	-	-	05:00 - 06:00
16	T-M	20	-	-	400	-	-	-	06:00 - 07:00
16	T-M	20	8.0	-	540	702	415	1.39	07:00 - 08:00
16	T-M	20	-	-	780	1146	531	1.63	09:30 - 11:00
16	T-M	20	-	-	230	280	189	1.29	11:30 - 12:00
16	T-M	20	-	-	500	740	337	1.65	12:00 - 13:00
16	T-M	20	-	-	470	557	397	1.24	13:00 - 14:00
16	T-M	20	-	-	500	710	352	1.56	15:00 - 16:00
16	T-M	20	-	-	1100	1441	840	1.41	16:00 - 17:00
16	T-M	20	-	-	960	1248	739	1.40	17:00 - 18:00

Essence de bois : BD

\* S = (ET<sub>84</sub>/ET<sub>50</sub> + ET<sub>50</sub>/ET<sub>16</sub>)/2 (Litchfield, 1949)

Longueur moyenne des poissons : 10,8 cm

Poids moyen des poissons : 13,4 g

Nombre de poissons : 6

Temp. d'analyse : 15 °C

Tableau VI-3 Variation des TMS pour des échantillons composites de deux heures recueillis les 24 et 25 mars

Date	Traite- ment	OD (mg/l)	pH	Cl (mg/l)	Lon- gueur (cm)	Poids (g)	MST (mn)	Intervalle de confian- ce à 95 %		S*	Temp. (°C)	Heure d'échantil- lonnage
								Sup.	Inf.			
Mars												
24	NT	9.8	7.3	-	3.1	.35	32	86	78	1.07	14	10:00 - 12:00
24	NT	8.4	7.0	-	3.1	.31	21	22	20	1.10	13	12:00 - 14:00
24	NT	7.0	7.3	0	3.0	.29	21	22	20	1.10	13	14:00 - 16:00
24	NT	8.0	7.3	-	3.1	.26	42	45	40	1.10	15	16:00 - 18:00
24	NT	8.0	7.4	-	2.9	.27	62	69	56	1.19	13	18:00 - 20:00
24	NT	7.5	7.1	-	2.8	.26	52	53	51	1.04	-	20:00 - 22:00
24	NT	7.0	7.1	-	2.8	.26	82	95	70.7	1.27	13	22:00 - 24:00
25	NT	8.2	7.6	-	2.8	.26	450	482	421	1.12	13	24:00 - 02:00
25	NT	10.0	7.2	-	2.8	.26	115	144	92	1.44	13	02:00 - 04:00
25	NT	8.7	7.5	-	-	-	96	119	77	1.42	13	04:00 - 06:00
25	NT	8.9	7.4	-	-	-	55	62	49	1.22	14	08:00 - 10:00
24	T-M	10.4	7.3	0	-	-	Pas de mort en 4 170 mn			-	14	09:00 - 11:00
24	T-M	10.0	7.4	-	-	-	4000	Mortalité incomplète		-	14	10:00 - 12:00
24	T-M	8.2	7.5	-	-	-	Pas de mort en 7 500 mn			-	13	12:00 - 14:00
24	T-M	8.2	7.2	0	-	-	385	445	333	1.26	13	14:00 - 16:00
24	T-M	8.0	7.3	-	-	-	485	635	370	1.55	13	16:00 - 18:00
24	T-M	8.0	7.3	-	-	-	235	294	188	1.95	14	18:00 - 20:00
24	T-M	8.0	7.4	-	-	-	40	44	37	1.16	13	20:00 - 22:00
24	T-M	7.0	7.1	-	-	-	68	74	62	1.15	13	22:00 - 24:00
25	T-M	8.0	7.5	-	-	-	105	130	85	1.42	13	24:00 - 02:00
25	T-M	8.2	7.5	-	-	-	30 % de mortalité en 6 030 mn			-	13	02:00 - 04:00
25	T-M	8.7	7.3	-	-	-	630	1197	332	2.93	13	04:00 - 06:00
25	T-M	8.4	7.1	-	-	-	72	84	63	1.27	12	08:00 - 10:00
24	T-D	9.2	7.6	0	3.1	.35	5000	Mortalité incomplète		-	14	09:00 - 11:00
24	T-D	8.2	7.2	0	3.2	.35	1600	Mortalité incomplète		-	14	10:00 - 12:00
24	T-D	7.6	7.3	0	3.5	.35	1220	1342	1109	1.17	13	12:00 - 14:00
24	T-D	8.2	7.2	0	-	-	680	714	648	1.09	13	14:00 - 16:00
24	T-D	8.0	7.3	-	2.9	.33	99	121	81	1.39	13	16:00 - 18:00
24	T-D	8.3	7.4	-	2.9	.32	375	465	302	1.41	13	18:00 - 20:00
25	T-D	7.0	7.3	-	-	-	1500	-	-	-	13	20:00 - 22:00
25	T-D	7.5	7.4	-	2.8	.33	405	466	352	1.25	13	22:00 - 24:00
25	T-D	7.0	7.4	-	-	-	210	271	163	1.53	13	24:00 - 12:00
25	T-D	7.2	7.3	-	-	-	730	1036	514	1.76	13	02:00 - 04:00
25	T-D		7.4	-	-	-	690	925	515	1.61	13	04:00 - 06:00
25	T-D	8.0	7.4	-	-	-	900	1233	657	1.67	12	08:00 - 10:00

## Annexe VII

**COURBES DE TOXICITÉ POUR LES BIO-ESSAIS EN COURANT CONTINU**

- FIGURE VII-1 Courbes de toxicité pour les essais biologiques en courant continu commencés les 7 et 10 novembre 1973
- FIGURE VII-2 Courbes de toxicité pour les essais biologiques en courant continu commencés le 23 novembre et le 15 décembre 1973
- FIGURE VII-3 Courbes de toxicité pour les essais biologiques en courant continu commencés les 19 et 20 février 1974
- FIGURE VII-4 Courbes de toxicité pour les essais biologiques en courant continu commencés le 22 février 1974
- FIGURE VII-5 Courbes de toxicité pour les essais biologiques en courant continu commencés le 2 mars 1974
- FIGURE VII-6 Courbes de toxicité pour les essais biologiques en courant continu commencés le 7 mars 1974
- FIGURE VII-7 Courbes de toxicité pour les essais biologiques en courant continu commencés le 15 mars 1974
- FIGURE VII-8 Courbes de toxicité pour les essais biologiques en courant continu commencés le 23 mars 1974

Commencé le : 7/11/73  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 8,6 g  
 9,9 cm  
 Temp. : 9,5°C OD : 7,2 mg/l  
 pH 7,4

Commencé le : 10/11/73  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 7,6 g  
 8,9 cm  
 Temp.: 10°C OD : 8,5 mg/l  
 pH 8,2

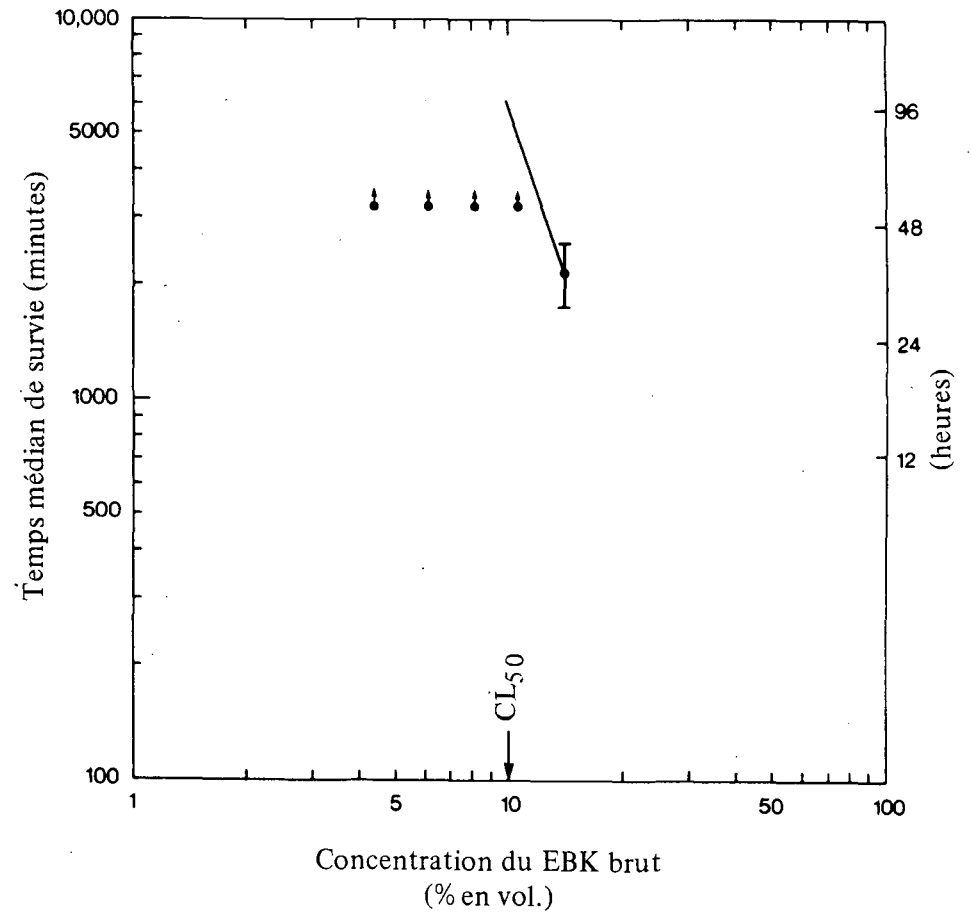
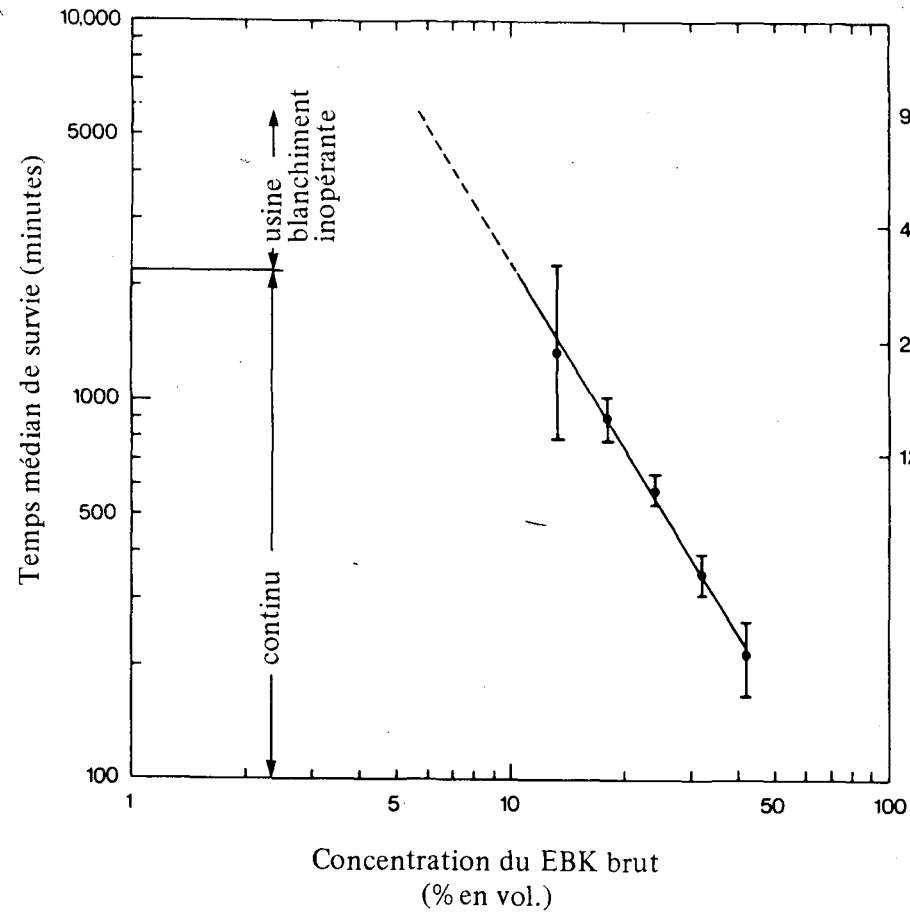
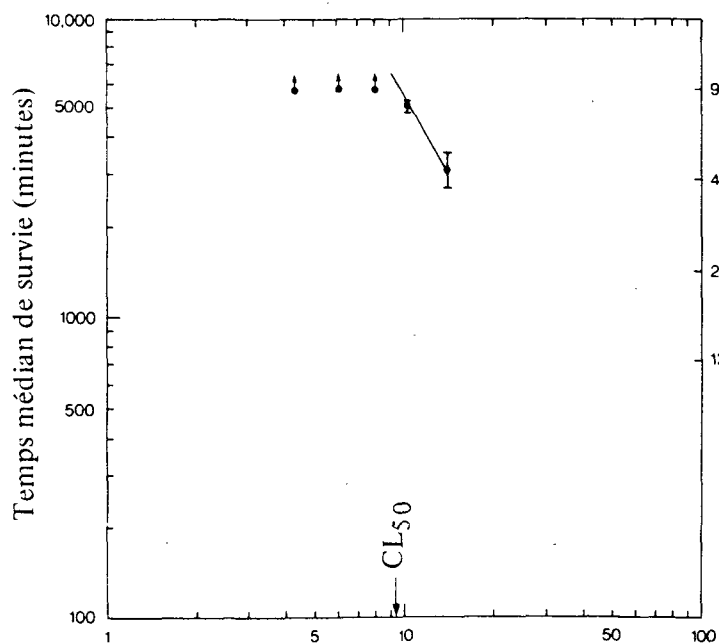


FIGURE VII-1 Courbes de toxicité des bio-essais en courant continu commencés les 7 et 10 novembre 1973

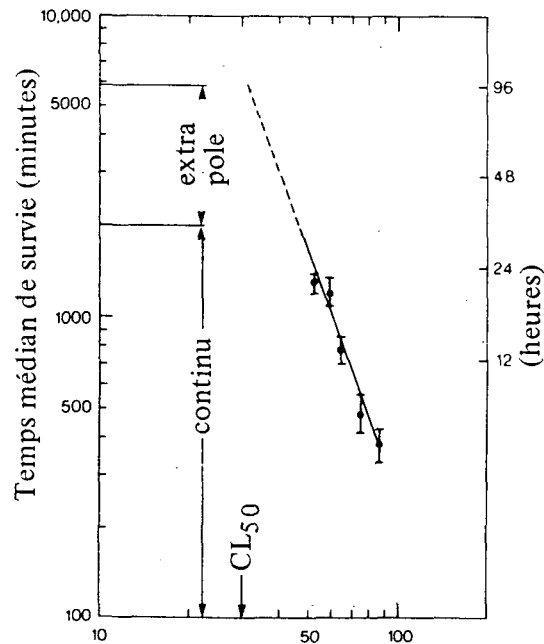
Commencé le : 23 11/73  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 9,36 g  
 9,0 cm  
 Temp. : 5°C OD : 8,5 mg/l  
 pH 8,3

Commencé le : 23/11/73  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 10,13 g  
 9,2 cm  
 Temp. : 5°C OD : 7,5 mg/l  
 pH 7,9

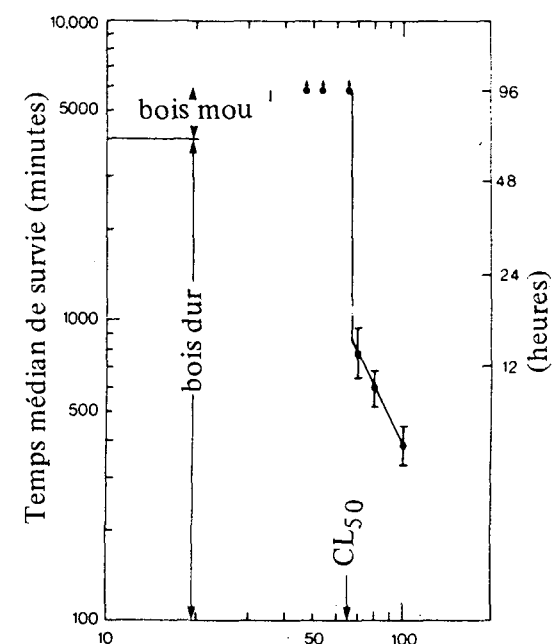
Commencé le : 15/12/73  
 Essence de bois : Bois dur  
 Taille des poissons : 13,4 g  
 10,8 cm  
 Temp. : 15°C OD : 10,0 mg/l  
 pH 7,5



Concentration du EBK brut  
 (% en vol.)



Concentration du EBK  
 épuré par distade  
 (% en vol.)



Concentration du EBK  
 épuré par distade  
 (% en vol.)

**FIGURE VII-2** Courbes de toxicité des bio-essais en courant continu commencés le 23 novembre et le 15 décembre 1973

Commencé le : 19/2/74  
 Essence de bois : Bois dur  
 Taille des poissons : 0,40 g  
 3,4 cm  
 Temp. : 15°C OD : 9,3 mg/l  
 pH 7,25

Commencé le : 20/2/74  
 Essence de bois : Bois dur  
 Taille des poissons : 0,41 g  
 3,5 cm  
 Temp. : 15°C OD : 8,6 mg/l  
 pH 7,5

Commencé le : 19/2/74  
 Essence de bois : Bois dur  
 Taille des poissons : 0,47 g  
 3,6 cm  
 Temp. : 15°C OD : 8,5 mg/l  
 pH 7,2

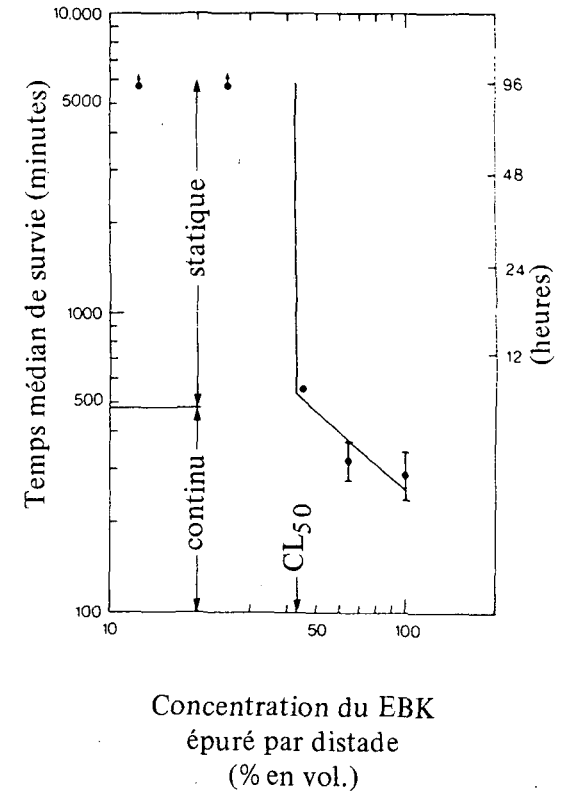
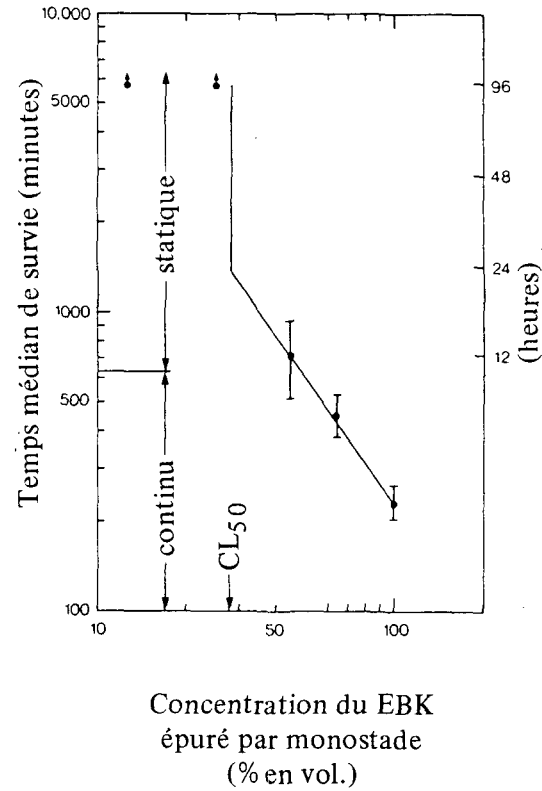
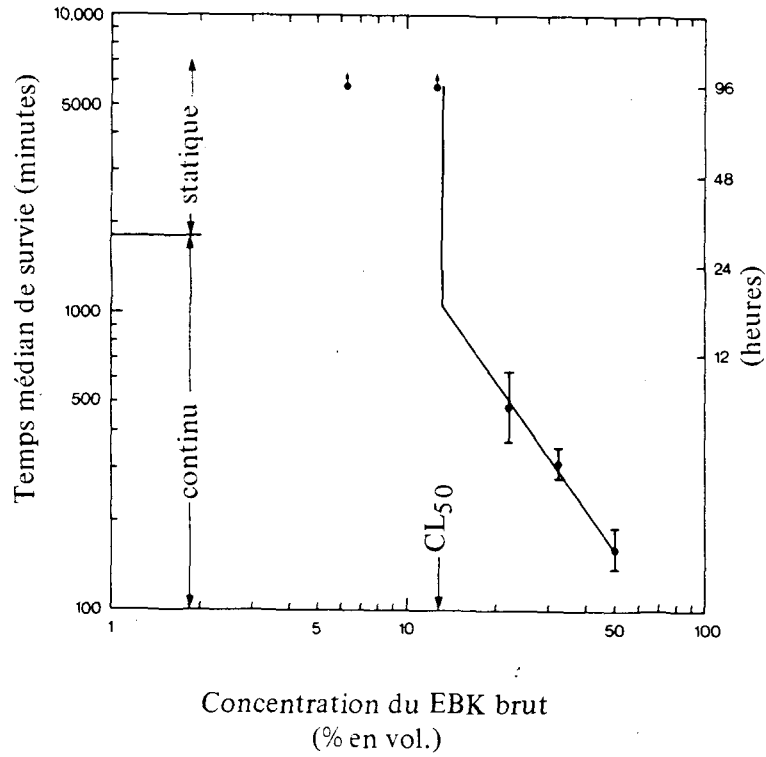
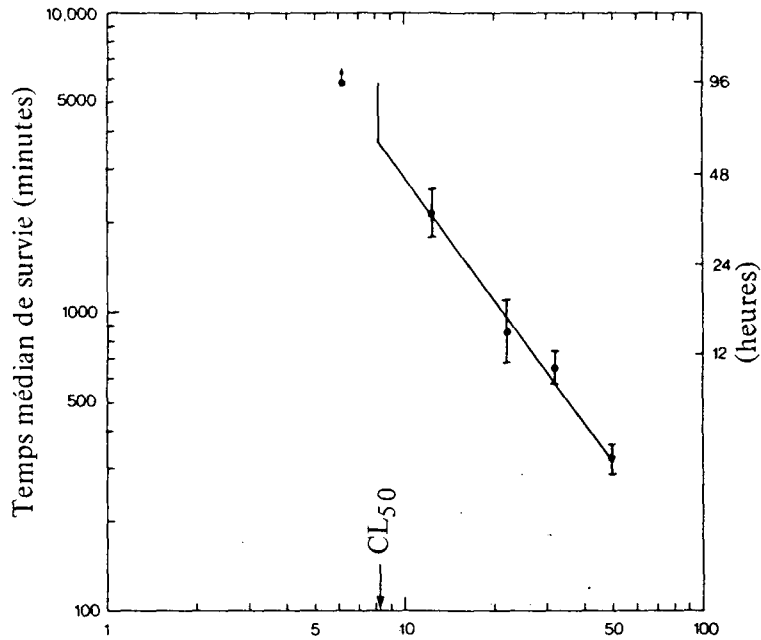


FIGURE VII-3 Courbes de toxicité des bio-essais en courant continu commencés les 19 et 20 février 1974

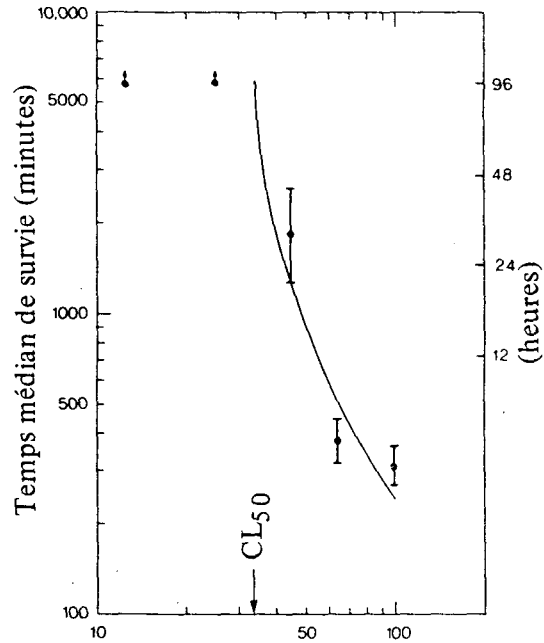
Commencé le : 22/2/74  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 0,40 g  
 3,4 cm  
 Temp. : 16°C OD : 8,6 mg/l  
 pH 7,8

Commencé le : 22/2/74  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 0,40 g  
 3,8 cm  
 Temp. : 16°C OD : 8,6 mg/l  
 pH 7,3

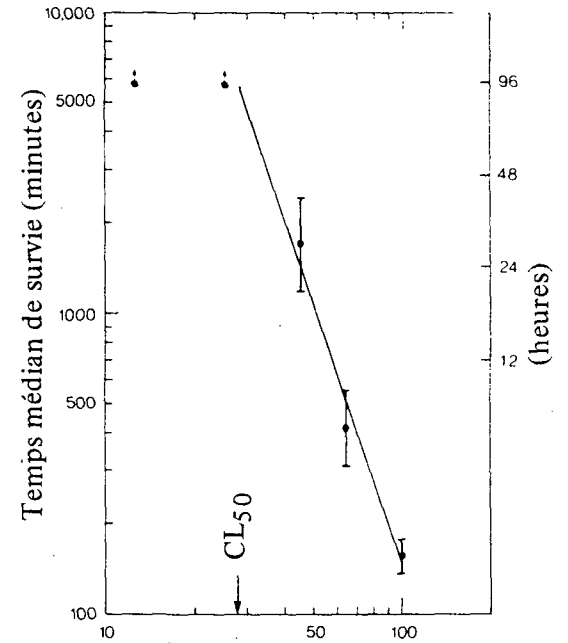
Commencé le : 22/2/74  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 0,41 g  
 3,3 cm  
 Temp. : 17°C OD : 8,6 mg/l  
 pH 7,7



Concentration du EBK brut  
 (% en vol.)



Concentration du EBK  
 épuré par monostade  
 (% en vol.)



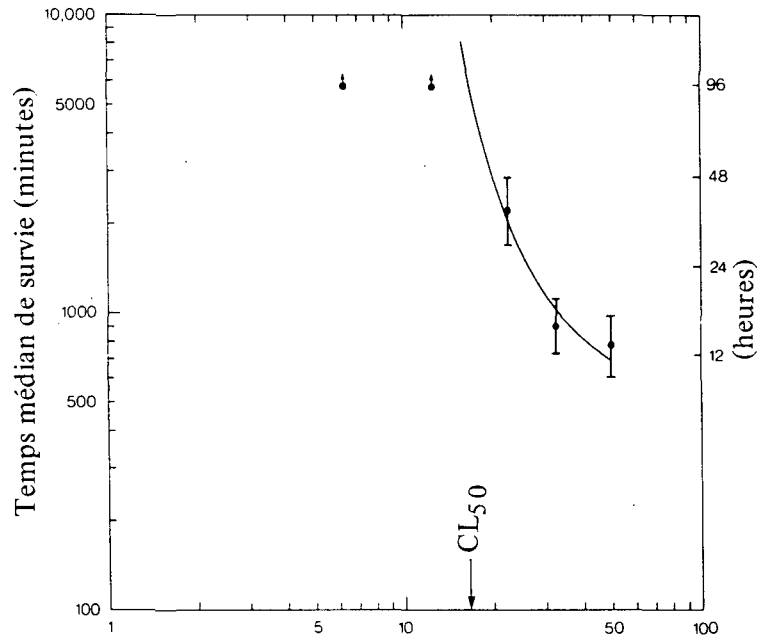
Concentration du EBK  
 épuré par distade  
 (% en vol.)

FIGURE VII-4 Courbes de toxicité des bio-essais en courant continu commencés le 22 février 1974

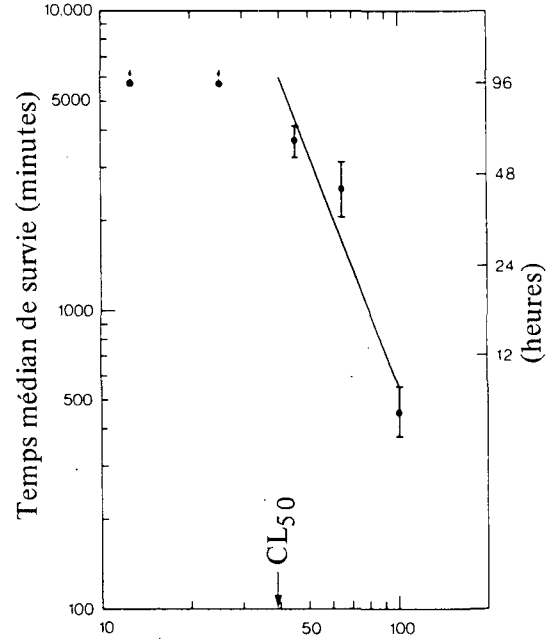
Commencé le : 2/3/74  
 Essence de bois : Bois dur  
 Taille des poissons : 0,75 g  
 4,2 cm  
 Temp. : 14°C OD : 9,8 mg/l  
 pH 7,3

Commencé le : 2/3/74  
 Essence de bois : Bois dur  
 Taille des poissons : 0,61 g  
 3,7 cm  
 Temp. : 16°C OD : 8,6 mg/l  
 pH 7,6

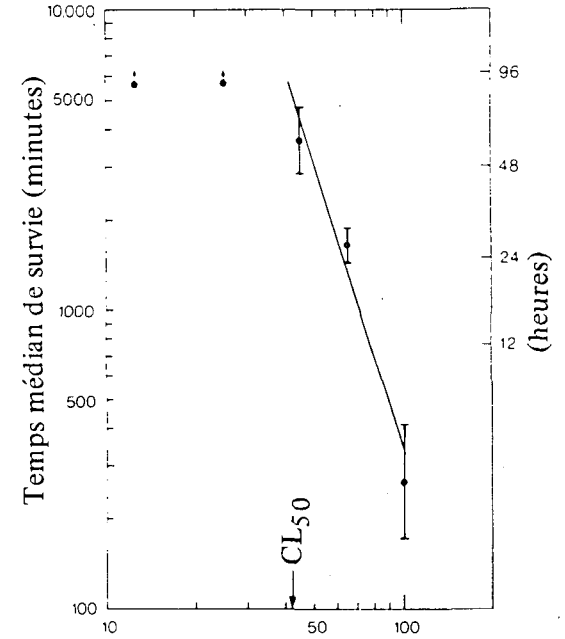
Commencé le : 2/3/74  
 Essence de bois : Bois dur  
 Taille des poissons : 0,75 g  
 4,6 cm  
 Temp. : 17°C OD : 9,0 mg/l  
 pH 7,0



Concentration du EBK brut  
 (% en vol.)



Concentration du EBK  
 épuré par monostade  
 (% en vol.)



Concentration du EBK  
 épuré par distade  
 (% en vol.)

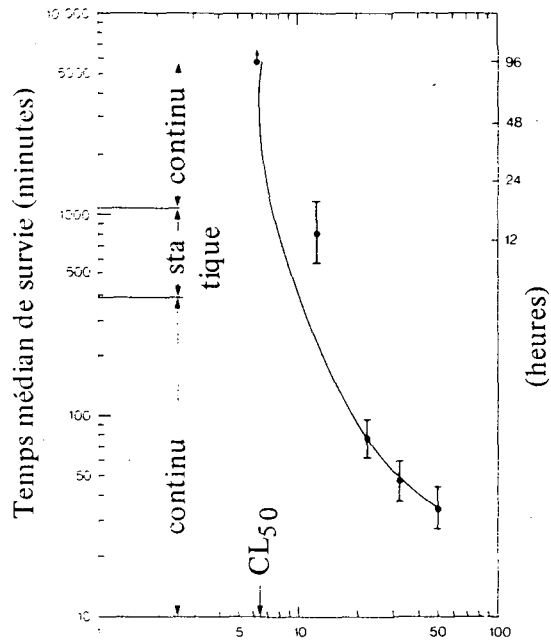
FIGURE VII-5 Courbes de toxicité des bio-essais en courant continu commencés le 2 mars 1974



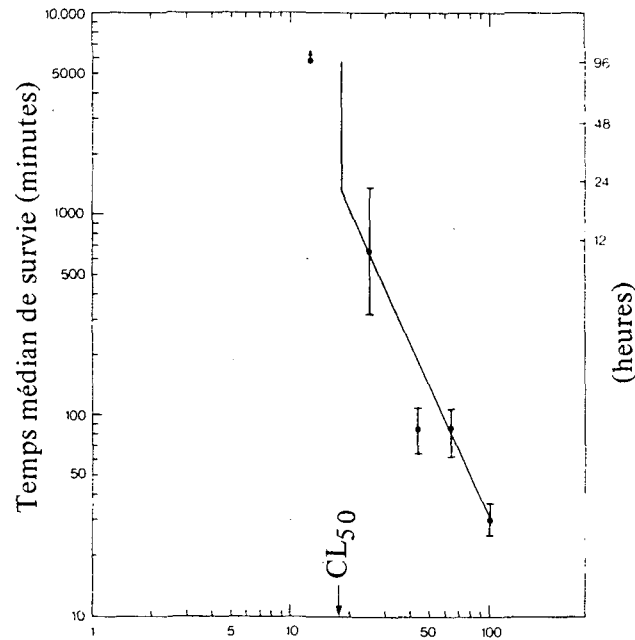
Commencé le 7/3/74  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 0,13 g  
 2,8 cm  
 Temp.: 14 °C OD : 11,0 mg/l  
 pH 6.3

Commencé le : 7/3/74  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 0,16 g  
 2,5 cm  
 Temp. : 15°C OD : 8,2 mg/l  
 pH 6.2

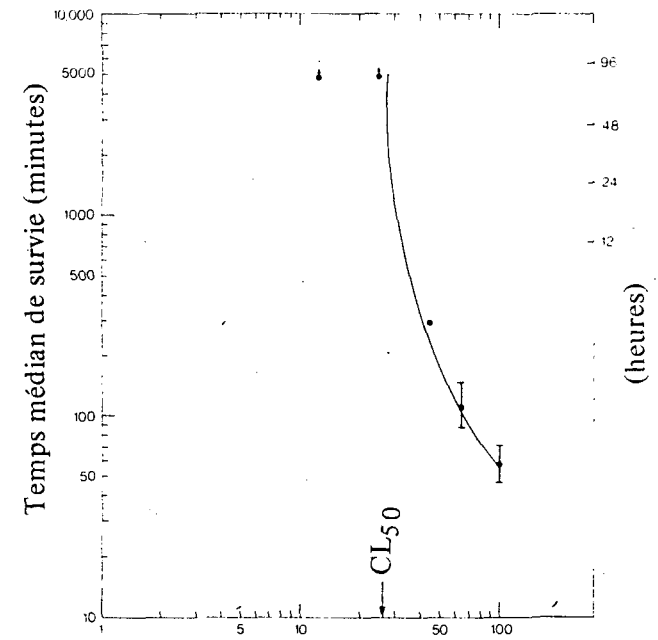
Commencé le : 7/3/74  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 0,15 g  
 2,2 cm  
 Temp. : 15°C OD : 10,8 mg/l  
 pH 7.5



Concentration du EBK  
 brut (% en vol.)



Concentration du EBK  
 épuré par monostade  
 (% en vol.)



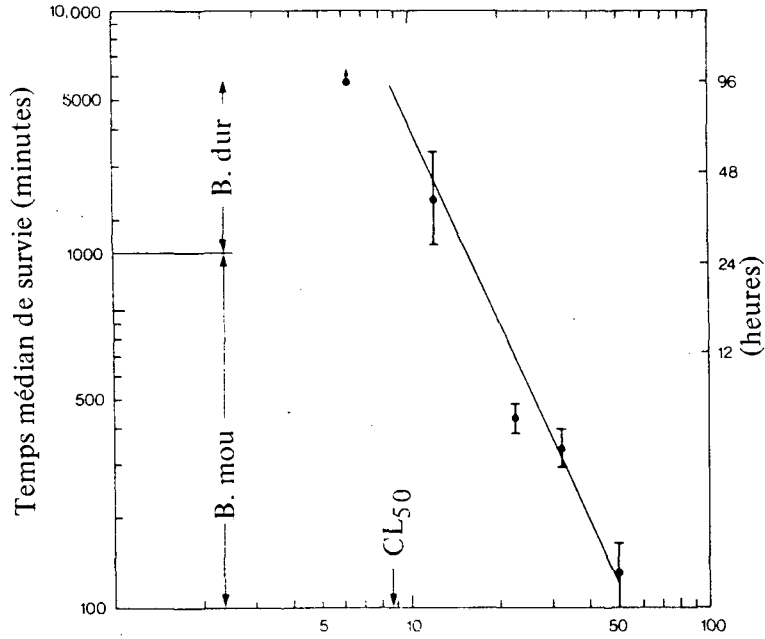
Concentration du EBK  
 épuré par distade  
 (% en vol.)

FIGURE VII-6 Courbe de toxicité des bio-essais en courant continu commencés le 7 mars 1974

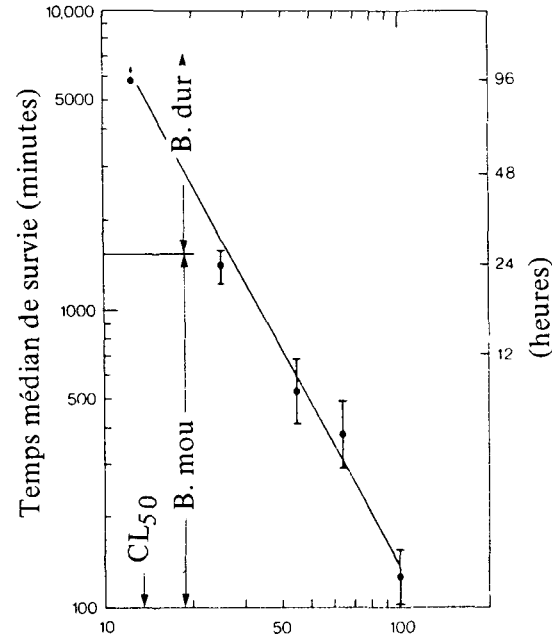
Commencé le : 15/3/74  
 Essence de bois : Bois mou et dur  
 Taille des poissons : 0,25 g  
 2,7 cm  
 Temp. : 16°C OD : 10,2 mg/l  
 pH 7,6

Commencé le : 15/3/74  
 Essence de bois : Bois mou et dur  
 Taille des poissons : 0,20 g  
 2,9 cm  
 Temp. : 16°C OD : 8,6 mg/l  
 pH 7,8

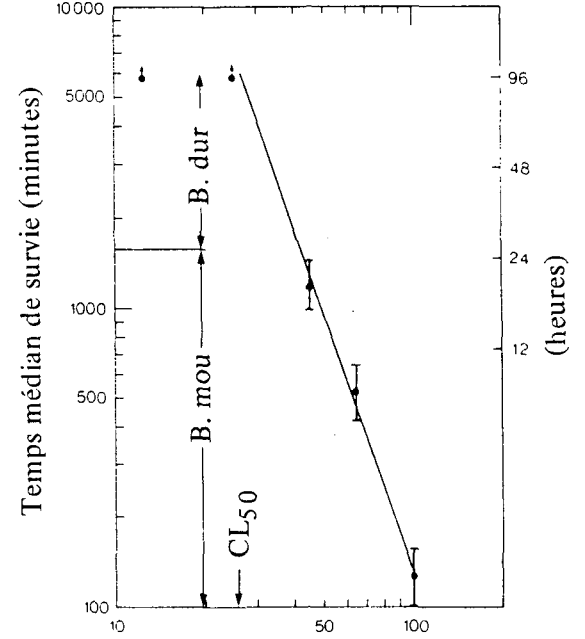
Commencé le : 15/3/74  
 Essence de bois : Mou et dur  
 Taille des poissons : 0,2 g  
 2,5 cm  
 Temp. : 16°C OD : 7,8 mg/l  
 pH 7,9



Concentration du EBK brut  
 (% en vol.)



Concentration du EBK  
 épuré par monostade  
 (% en vol.)



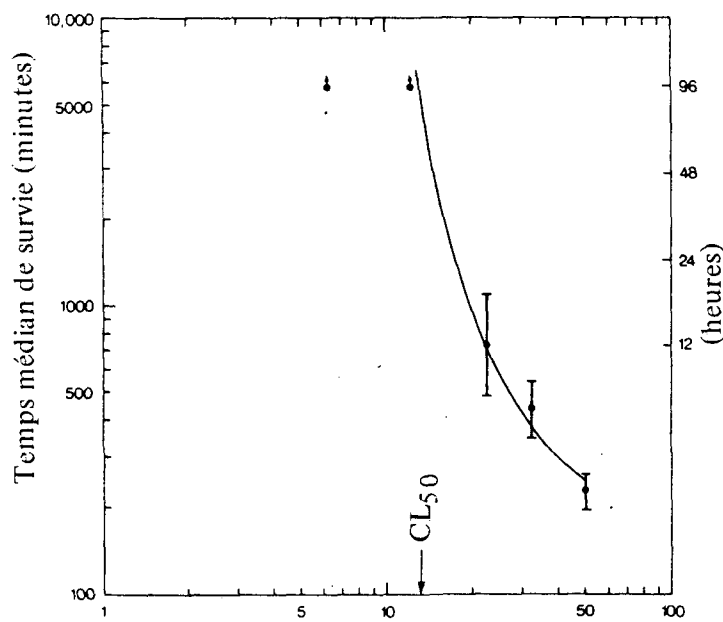
Concentration du EBK  
 épuré par distade  
 (% en vol.)

FIGURE VII-7 Courbes de toxicité des bio-essais en courant continu commencés le 15 mars 1974

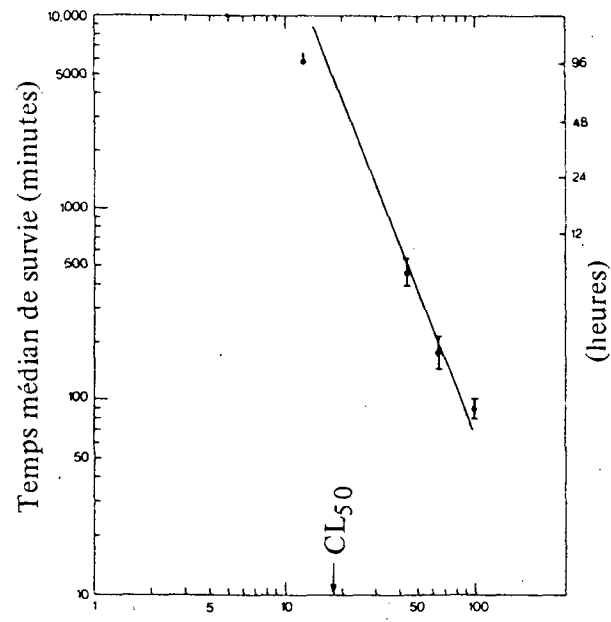
Commencé le : 23/3/74  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 0,35 g  
 3,0 cm  
 Temp : 14°C OD : 11,2 mg/l  
 pH 7,2

Commencé le : 23/3/74  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 0,39 g  
 3,3 cm  
 Temp : 15°C OD : 8,6 mg/l  
 pH 7,3

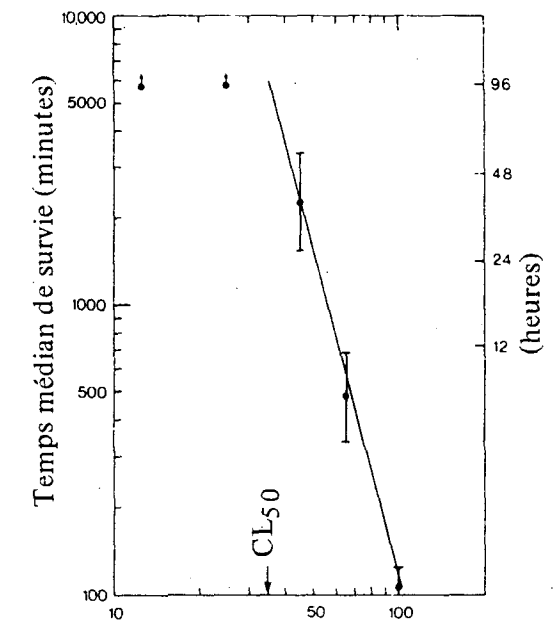
Commencé le : 23/3/74  
 Essence de bois : Bois mou  
 Taille des poissons : 0,4 g  
 3,5 cm  
 Temp : 15°C OD : 8,0 mg/l  
 pH 7,2



Concentration du EBK brut  
 (% en vol.)



Concentration du EBK brut  
 épuré par monostade  
 (% en vol.)



Concentration du EBK  
 épuré par distade  
 (% en vol.)

FIGURE VII-8 Courbes de toxicité des bio-essais en courant continu commencés le 23 mars 1974

## Annexe VIII DÉSHYDRATATION ET FILTRATION DES BOUES

La manipulation et l'élimination des boues en excès ou résiduelles constituent un facteur important de l'évaluation des systèmes de boues activées. Les boues résiduelles provenant de l'épuration des effluents des usines de pâtes et papiers par des boues activées ont la réputation d'être difficiles à déshydrater, parce qu'elles ont une consistance plutôt liquide ou gélatineuse (Edde, 1968; Caron, 1968). Une étude des possibilités de déshydratation et de filtration des boues obtenues après les traitements ne figurait pas dans l'optique initiale du projet. On a cependant effectué des analyses préliminaires pour évaluer certains paramètres comme la résistance spécifique et, si possible, les masses filtrées.

Les boues recyclées provenant de la chambre de clarification du premier stade de l'unité distade ont été soumises, à l'aide d'un entonnoir Buchner, à une analyse telle que décrite par Eckenfelder et Ford (1970) et dans le WPCF Manual of Practice no. 20. La concentration initiale des boues variait de 5000 à 18 000 mg/l. Les valeurs de résistance spécifique variaient de  $2,8 \times 10^8$  à  $9,1 \times 10^8$  sec<sup>2</sup>/g à une pression de 63,5 cm de mercure.

Une deuxième série d'analyses faisait intervenir l'addition de FeCl<sub>3</sub> aux boues recyclées jusqu'à concurrence de 10 % poids. Les valeurs de résistance spécifique diminuèrent de  $11,67 \times 10^7$  sec<sup>2</sup>/g sans addition jusqu'à  $3,67 \times 10^7$  sec<sup>2</sup>/g avec l'addition de FeCl<sub>3</sub> à 10 %. La concentration initiale des boues était de 11 000 mg/l. Ces valeurs de résistance spécifique sont légèrement inférieures à celles qu'on trouve normalement pour des déchets domestiques de boues activées, qui se situent environ à  $3 \times 10^{10}$  sec<sup>2</sup>/g.

On a effectué une expérience pour examiner la possibilité de filtrer ces boues. La concentration des boues était de 10 000 mg/l et on y avait ajouté 10 % en poids de FeCl<sub>3</sub>. On a suivi la méthode décrite par Eckenfelder et Ford (1970), utilisant un appareil à filtre standard. Les masses filtrées ou les vitesses de filtration variaient de 2,4 à 4,4 kg/m<sup>2</sup> . h (de 0,5 à 0,9 lb/pi<sup>2</sup> . h) pour des temps de prise de forme variant de 0,5 à 2,5 minutes et sous un vide de 51 cm de mercure. L'épaisseur du résidu était tout au plus de 0,3 cm. Ces temps de filtration démontrent jusqu'à quel point il est futile de tenter de déshydrater de telles boues par filtration sous vide, même en utilisant une dose importante de coagulant. Les boues étaient trop liquides et tellement gélatineuses que la déshydratation était presque impossible.

Comme les boues recyclées utilisées au cours des analyses de déshydratation avaient une consistance variant de 1,0 % à 1,8 %, on a examiné la possibilité de les sédimenter ou de les épaissir. Malheureusement, on ne disposait pas de l'appareillage nécessaire pour effectuer l'analyse de l'épaississement et on a mesuré seulement la sédimentation par gravité. On a utilisé, pour ces analyses, un échantillon de boues activées ayant une concentration de 5670 mg/l et des boues recyclées ayant une concentration de 14 350 mg/l. On a placé chaque échantillon dans un cylindre gradué de 1 litre et on a mesuré la hauteur de l'interface en fonction du temps. La figure VIII-1 présente en graphique les résultats de ces analyses.

La sédimentation des boues recyclées se fait lentement : on obtient une compacité de seulement 70 % du volume initial après quatre heures. Ces résultats démontrent que l'épaississement par gravité, qui produit une couche inférieure de concentration en solides approximativement égale à 20 000 mg/l ou 2 % après quatre heures, n'est pas un procédé rentable. On pourrait obtenir une plus grande compressibilité des boues recyclées en les soumettant à un lent brassage.

La sédimentation des boues activées s'est effectuée selon une courbe classique de sédimentation. Après quatre heures, les boues se sont comprimées jusqu'à 30 %, donnant une couche inférieure de concentration en solides excédant 1,8 %, à partir d'une concentration initiale de 5670 mg/l.

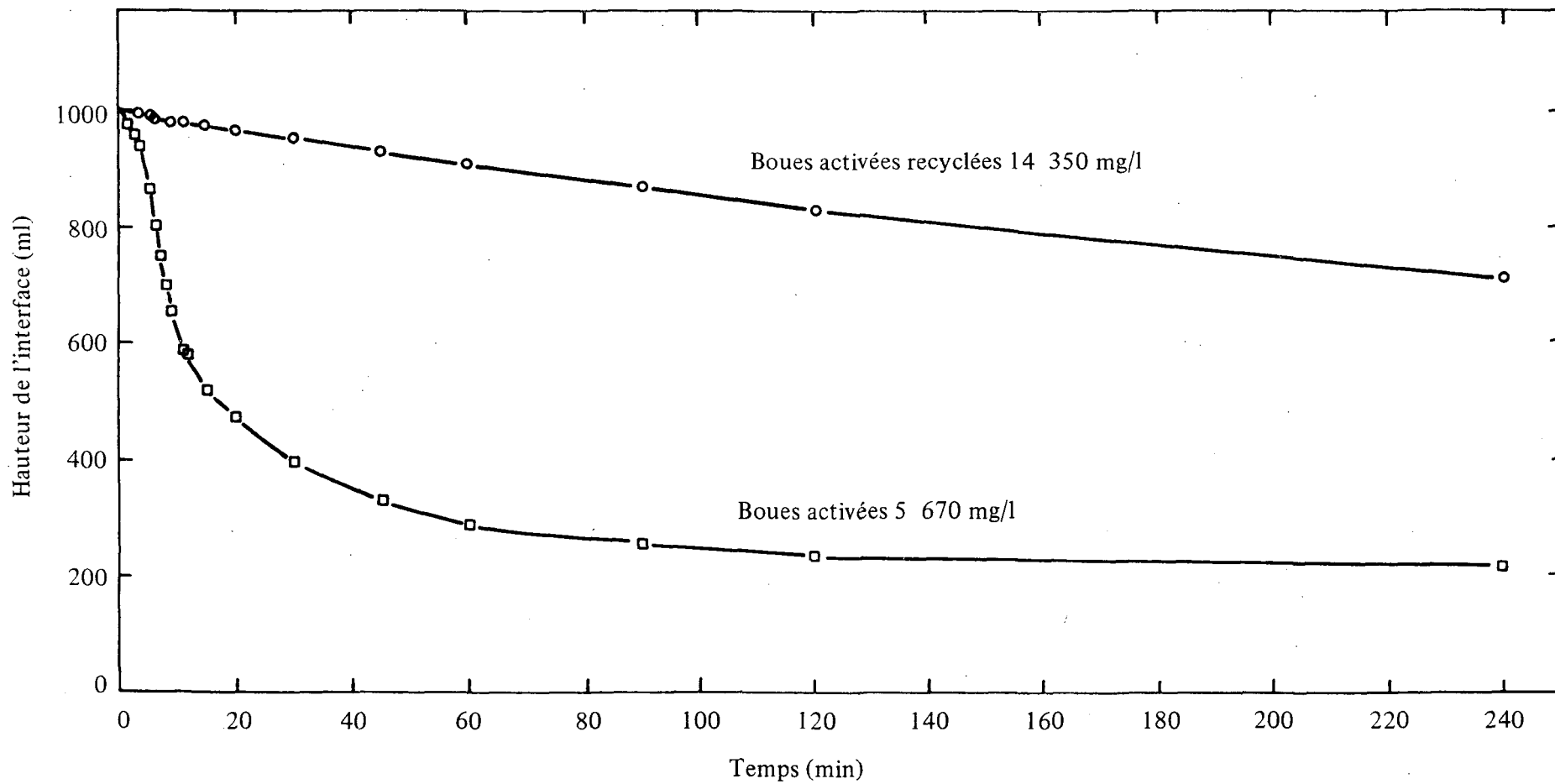


FIGURE VIII-1 Courbe de sédimentation des boues activées