



TECHNOLOGIES *Saint-Laurent*

RÉSUMÉ

Quatre micro-bioessais visant la surveillance et l'identification de la toxicité d'échantillons aqueux ont été examinés dans le but d'évaluer leur performance et leur utilité par rapport aux essais conventionnels avec *Daphnia magna* et la Truite arc-en-ciel exigés par la réglementation fédérale applicable à l'industrie des pâtes et papiers. Dans un premier temps, les micro-bioessais Daphtoxkit F^{MD}, Daphnia IQ^{MD}, Thamnotoxkit F^{MD} et Microtox[®] ont été évalués et comparés à l'essai conventionnel avec *Daphnia magna* sur cinq échantillons d'effluents provenant de procédés différents de la papetière La Compagnie J. Ford Ltée. Suite à ces tests, les micro-bioessais Thamnotoxkit F^{MD} et Daphtoxkit F^{MD} ont été retenus pour la poursuite des travaux et un type d'effluent a été choisi pour l'évaluation de l'identification de la toxicité (EIT). Les deux micro-bioessais ayant donné des résultats comparables à ceux obtenus avec l'essai conduit sur *D. magna*, ils pourraient donc s'avérer utiles pour dépister et surveiller la toxicité des produits chimiques utilisés par les papetières.

EAUX USEES INDUSTRIELLES

ÉVALUATION DE MICRO-BIOESSAIS POUR LA SURVEILLANCE ET L'IDENTIFICATION DE LA TOXICITÉ DES EFFLUENTS DE L'INDUSTRIE PAPETIÈRE



POINTS SAILLANTS

- **Technologie**
 - Essais utilisables par les papetières à des fins de dépistage et de surveillance
 - Essais applicables dans un programme d'Évaluation de l'identification de la toxicité (EIT)
- **Écotoxicologie**
 - Progrès en matière de connaissances de la toxicité des produits chimiques pour les organismes aquatiques
 - Identification de micro-bioessais dont les résultats sont comparables à ceux obtenus avec les essais conventionnels
- **Économie**
 - Aucun coût associé à la culture d'organismes
 - Réduction du temps nécessaire pour évaluer la toxicité des effluents de l'usine et des produits chimiques qu'elle utilise



Environnement
Canada

Environnement
Canada

Protection

Protection

Région du Québec

Québec Region



Développement
économique Canada

Canada Economic
Development

OBJECTIFS DU PROJET

Le projet visait à :

1. Identifier les micro-bioessais les plus représentatifs des résultats obtenus avec l'essai conventionnel conduit avec *Daphnia magna* et pouvant être utilisés sur une base routinière par les papetières pour dépister et contrôler la toxicité des effluents et des produits chimiques.
2. Réduire les coûts et le temps requis pour procéder aux essais EIT (Évaluation de l'identification de la toxicité) en utilisant des micro-bioessais donnant des résultats comparables à ceux obtenus avec les essais conventionnels pour identifier les substances toxiques présentes dans les effluents de l'usine.

Phases :

I. Cueillette des données : acquisition et évaluation des données de l'usine et évaluation des opérations.

II. Évaluation et sélection des micro-bioessais : tests sur cinq types d'effluent, analyse des données, choix des micro-bioessais et de l'effluent pour la poursuite des travaux.

III. Évaluation de l'identification de la toxicité : caractérisation de la toxicité de l'effluent retenu; identification et confirmation de la substance toxique.

Le projet comprenait également un programme de formation visant le transfert de la technologie aux techniciens de La Compagnie J. Ford Ltée.

PROBLÉMATIQUE

De nombreux produits chimiques présents dans les effluents des papetières peuvent entraîner des effets toxiques pour les organismes aquatiques. Les méthodes d'Évaluation de la réduction de la toxicité (ERT) et d'Évaluation de l'identification de la toxicité (EIT) ont été mises au point pour identifier les substances chimiques problématiques dans les effluents industriels et en réduire l'utilisation.

Les méthodes d'essais biologiques pour évaluer et identifier la toxicité font normalement appel à *D. magna* et des larves de menés Tête-de-boule. Ce projet consistait à évaluer quatre micro-bioessais qui pourraient remplacer les essais conventionnels dans un programme EIT et pour faire le suivi de la toxicité de l'effluent de l'usine de La Compagnie J. Ford Ltée, à Portneuf (Québec).

MÉTHODOLOGIE

Les quatre micro-bioessais et l'essai avec *D. magna* ont été conduits sur des échantillons d'effluent provenant de cinq opérations de l'usine. Cette usine fabrique des papiers spéciaux, du papier ondulé et du carton feutre, sans opération de blanchiment et de désencrage.

Les deux micro-bioessais les plus représentatifs de la toxicité pour *D. magna* et l'effluent le plus toxique parmi les cinq utilisés ont été retenus pour procéder à l'évaluation de l'identification de la toxicité.

Les échantillons d'effluent ont été soumis à plusieurs essais de caractérisation pour identifier les propriétés physiques et chimiques des substances toxiques. Chaque sous-échantillon traité a été soumis aux deux essais con-

ventionnels (*D. magna* et Tête-de-boule) et aux deux micro-bioessais retenus. Un sous-échantillon de l'effluent a été divisé en deux fractions par distillation, soumises elles aussi à des analyses chimiques et aux essais de toxicité.

Des tests identiques ont été effectués avec le produit utilisé par l'usine qui contenait la substance chimique identifiée comme l'agent toxique (tableau 1).

TABLEAU 1.
DESCRIPTION DE LA MÉTHODOLOGIE

Phase I Cueillette des données	Phase II Évaluation et sélection des micro-bioessais	Phase III Évaluation de l'identification de la toxicité (EIT)
<ul style="list-style-type: none"> • Acquisition et évaluation des données de l'usine (propriétés physico-chimiques, toxicité des effluents, propriétés chimiques des produits, fréquence et période d'utilisation) • Évaluation des opérations de l'usine (visite de l'usine) <p>→ Identification de l'opération de l'usine qui génère les effluents les plus toxiques et qui seront soumis aux essais biologiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Essais conduits sur les effluents de l'usine avec <i>Daphnia magna</i>, Thamnotoxkit F^{MD}, Microtox[®], Daphtoxkit F^{MD} et <i>Daphnia IQ</i>^{MD} • Analyse des données et choix des micro-bioessais : corrélation entre les essais avec <i>Daphnia magna</i> et les quatre micro-bioessais <p>→ Choix du micro-bioessai représentatif de la toxicité pour <i>Daphnia magna</i>, et choix de l'opération de l'usine qui s'est révélée la plus toxique</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caractérisation de la toxicité de l'effluent retenu au moyen de <i>Daphnia magna</i>, de la Truite arc-en-ciel, du Tête-de-boule et des micro-bioessais choisis à la phase II • Identification de la substance toxique • Confirmation de la substance toxique <p>→ Identification de la substance toxique</p>

RÉSULTATS

Phases I et II : Cueillette des données, évaluation et sélection des micro-bioessais

Le Thamnotoxkit F^{MD} est le micro-bioessai qui a donné la meilleure corrélation avec l'essai conventionnel, suivi du Daphtoxkit F^{MD} puis du Daphnia IQ^{MD}. Les deux premiers ont été retenus comme les plus représentatifs de la toxicité pour *Daphnia magna* (tableau 2).

Phase III : Évaluation de l'identification de la toxicité

Caractérisation de la toxicité

Sur la base des résultats obtenus avec les essais conventionnels et les micro-bioessais réalisés avec les échantillons traités, la toxicité de l'effluent en provenance de la machine C semblait attribuable à des substances de nature organique. Le traitement sur colonne de charbon activé est le seul qui a permis de réduire la toxicité de cet effluent.

Identification de la substance toxique

Les deux fractions de l'effluent obtenues par distillation ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse pour identifier les substances chimiques responsables de la toxicité. Les deux fractions ont aussi été soumises aux deux essais conventionnels et aux micro-bioessais pour en évaluer la toxicité.

Les résultats obtenus avec les micro-bioessais étaient semblables à ceux obtenus avec les essais conventionnels, à la seule différence que les premiers, et en particulier le Daphtoxkit F^{MD}, étaient légèrement plus sensibles (tableau 2). La fraction 2 semblait la plus toxique des deux fractions, ce qui peut sembler paradoxal étant donné que la concentration de la substance potentiellement la plus toxique était plus élevée dans la fraction 1 (tableau 2).

Initialement, le formaldéhyde semblait responsable de la toxicité mais les résultats obtenus suite à l'analyse des fractions n'ont pas supporté cette hypothèse soit parce que le formaldéhyde n'est pas la cause de la toxicité ou alors qu'il n'est pas mesuré avec précision par les analyses chimiques.

Phase de confirmation

Le formaldéhyde est présent dans deux produits utilisés commercialement dans le procédé de la machine C. Les essais conventionnels et les micro-bioessais ont été effectués avec le formaldéhyde et l'un des deux produits dont la formulation est gardée secrète. Le formaldéhyde s'est révélé non toxique; en revanche, le second produit s'est révélé toxique pour tous les organismes, et pourrait être l'agent toxique dans l'effluent de la machine C.

TABLEAU 2.
RÉSULTATS DE TOXICITÉ POUR LES ESSAIS CONVENTIONNELS ET LES MICRO-BIOESSAIS CONDUITS SUR LES CINQ EFFLUENTS (PHASE II : ÉVALUATION DES MICRO-BIOESSAIS), SUR L'EFFLUENT ENTIER ET SUR LES DEUX FRACTIONS (PHASE III : ÉVALUATION DE L'IDENTIFICATION DE LA TOXICITÉ)

Effluent	<i>Daphnia magna</i> (CL ₅₀ - 48 h %, v/v)	Tête-de-boule (CL ₅₀ - 96 h %, v/v)	Thamnotoxkit F ^{MD} (CL ₅₀ - 24 h %, v/v)	Daphtoxkit F ^{MD} (CL ₅₀ - 48 h %, v/v)	Daphnia IQ ^{MD} (CL ₅₀ - 1 h 15 min %, v/v)	Microtox® (CL ₅₀ - 15 min %, v/v)
Phase II - Évaluation des micro-bioessais						
Effluent final - Fonctionnement régulier	86,07	-	> 100	23,17	27,5	> 90
Effluent final - Fonctionnement irrégulier	> 100	-	> 100	> 100	22,1	> 90
Machine A	70,71	-	> 100	76,25	44,63	44,37
Machine B	64,77	-	70,71	17,95	24,4	> 90
Machine C	0,52	-	1,43	0,68	4,2	> 90
Phase III - Évaluation de l'identification de la toxicité						
Effluent entier	12	15	7,8	2	-	-
Fraction 1 (8,3 mg/L de formaldéhyde)	35	71	29	21	-	-
Fraction 2 (3,9 mg/L de formaldéhyde)	19	20	12	5	-	-

CL₅₀ : Concentration létale pour 50 % des organismes soumis à l'essai.

- : Aucun essai réalisé.

POTENTIEL ET LIMITES

Potentiel

Ce projet a démontré que les micro-bioessais Thamnotoxkit F^{MD} et le Daphtoxkit F^{MD} donnent des résultats comparables à ceux obtenus avec l'essai conventionnel sur *Daphnia magna*. En raison de leur facilité et rapidité d'exécution et de la similitude des résultats obtenus, ils pourraient être utilisés par le personnel de l'usine pour évaluer la toxicité des effluents provenant des diverses opérations.

Limites

Deux contraintes ont été identifiées relativement à l'utilisation de micro-bioessais dans un programme EIT. Premièrement, le pH des échantillons n'a pu être ajusté au cours des tests en raison du petit volume d'échantillon. Or, les traitements appliqués à un échantillon peuvent modifier le pouvoir tampon de l'effluent, d'où la nécessité d'ajuster le pH en cours d'essai. D'autre part, la présence de matières

en suspension semblait entraver le mouvement des organismes d'essai. On ne peut cependant affirmer que cela a pu être une cause de mortalité.

INFORMATIONS

Cette fiche a été rédigée à partir des résultats obtenus lors du projet de développement et de démonstration technologique conduit par BEAK International Inc., La Compagnie J. Ford Ltée et BioInternational Inc. Le projet a bénéficié d'une assistance technique et financière d'Environnement Canada et de Développement économique Canada (Québec).

Pour plus d'information, s'adresser à :

Environnement Canada
Éco-innovation technologique

Jean-René Michaud, ing.,
M.Sc.A.
Tél. : (514) 496-6851
Courrier électronique :
jean-rene.michaud@ec.gc.ca

BEAK International Inc.

Julie Schroeder
Tél. : 1-800-361-BEAK
poste 2325
Courrier électronique :
jschroeder@beak.com

La Compagnie J. Ford Ltée

Roger Bouliane
Tél. : (418) 286-3361
Courrier électronique :
jfordsec@globetrotter.net

BioInternational Inc.

Martin Sukkel
Tél. : 011-314-755-081-03
Courrier électronique :
msukkel@wxs.nl

Les fiches d'information Technologies Saint-Laurent sont destinées aux entreprises, industries, organismes et personnes qui s'intéressent aux nouvelles technologies environnementales. Elles sont produites par la Section Éco-innovation technologique, Environnement Canada, dans le cadre de Saint-Laurent Vision 2000. Elles servent à diffuser les résultats obtenus lors des projets de développement et de démonstration technologiques réalisés dans les cinq secteurs suivants : eaux usées industrielles, sols contaminés, déchets dangereux, sédiments contaminés et outil novateur.

Vous pouvez obtenir les fiches en vous adressant à :
Environnement Canada
Section Éco-innovation
technologique
105, rue McGill, 4^e étage
Montréal (Québec) H2Y 2E7
Tél. : (514) 496-6851
1-800-463-4311

Publications disponibles sur
La Voie verte :
http://www.qc.ec.gc.ca/protect/francais/eco_innovation/eco_pub_technologies.htm

Production :
Suzie Thibodeau

Rédaction :
Chantale Côté
Mélanie Douville
Jean-René Michaud

Traduction :
Patricia Potvin

Révision du texte :
Monique Simond

*Mise en page et correction
d'épreuve :*
Christine LePage
Suzie Thibodeau

Impression :
Image Créative inc.

Publié avec l'autorisation du
ministre de l'Environnement
© Sa Majesté la Reine du Chef
du Canada, 1999
N° de cat. : En 1-17/41-1999F
ISSN : 1188-7990
ISBN : 0-662-83467-4

Octobre 1999

Also available in English under
the title :
*Evaluation of micro-scale
bioassays as toxicity monitoring
and identification tools for pulp
and paper effluent*

Canada 