



ENVIRONNEMENT

Innovation technologique

RÉSUMÉ

Le LuminoTox, un nouvel outil simple et rapide d'évaluation de la toxicité, a été testé sur différents types d'eaux usées en vue de valider l'intérêt de son utilisation et d'établir son champ d'application.

Cet outil a démontré son efficacité à détecter, en 15 minutes, la toxicité d'effluents (traités ou non) d'eaux usées municipales, de lixiviats de sites d'enfouissement sanitaire ainsi que d'effluents d'industries papetières et minières. Il a également permis d'évaluer la réduction de la toxicité de ces effluents suite à différents types de traitements tels que le réacteur biologique séquentiel, les boues activées et les étangs aérés.

Le LuminoTox s'avère un outil complémentaire aux analyses physico-chimiques et aux biotests standardisés couramment effectués en fournissant un indice du potentiel toxique des effluents.



OUTIL ET PROCÉDÉ NOVATEURS

LUMINOTOX :

OUTIL DE DÉPISTAGE RAPIDE DE LA TOXICITÉ



POINTS SAILLANTS

Technologie

- Biocapteur portatif à fluorescence utilisant des complexes enzymatiques photosynthétiques ;
- Test de dépistage *in situ* ;
- Toxicité détectée en 15 minutes.

Environnement

- Détecte une grande variété de molécules toxiques ;
- Valide l'efficacité des systèmes de traitement des eaux usées ;
- Surveille les débordements d'eaux usées, les eaux de ruissellement, les déversements industriels ou les eaux de résurgence de terrains contaminés et de lieux d'enfouissement sanitaire ;
- Détecte rapidement les chocs toxiques à l'entrée des systèmes de traitement biologique.

Économie

- Permet d'optimiser les procédés de traitement des eaux usées ;
- Réduit le temps passé sur le terrain ;
- Est plus rapide et économique que la plupart des bioessais conventionnels.

OBJECTIFS DU PROJET / PHASES

Ce projet visait à démontrer l'efficacité d'un nouveau test rapide et sensible pour détecter la toxicité de l'eau potable et de divers effluents (municipaux, agricoles, agroalimentaires ou industriels) et évaluer la réduction de la toxicité après l'application de différents procédés de traitements.

Voici les principales étapes de développement du LuminoTox :

- Décembre 2002 : Trousse d'analyse LuminoTox pour les substances bioactives isolées ;
- Décembre 2003 : Trousse d'analyse LuminoTox pour la toxicité (effluents municipaux et industriels) ;
- Avril 2004 : Trousse d'analyse LuminoTox pour les herbicides (triazines et urées) ;
- Septembre 2004 : Trousse d'analyse LuminoTox pour l'azote ammoniacal ;
- Septembre 2004 : Mode de lecture permettant la détermination des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ;
- Décembre 2004 : Automatisation du LuminoTox pour des mesures en continu de la qualité des eaux de surface et souterraine et des effluents (autonomie d'une semaine).

PROBLÉMATIQUE

L'évaluation du potentiel toxique des eaux usées à l'entrée des stations de traitement et l'évaluation de la réduction de la toxicité des rejets dans les cours d'eau récepteurs ne peuvent être assurées par les analyses physico-chimiques usuelles. Cette réponse est habituellement apportée par des bioessais qui génèrent des résultats après une période de temps plus ou moins longue (jusqu'à 96 heures). Pour la prise de décision, les intervenants en environnement disposent donc de peu d'outils pouvant être utilisés sur place et rapidement.

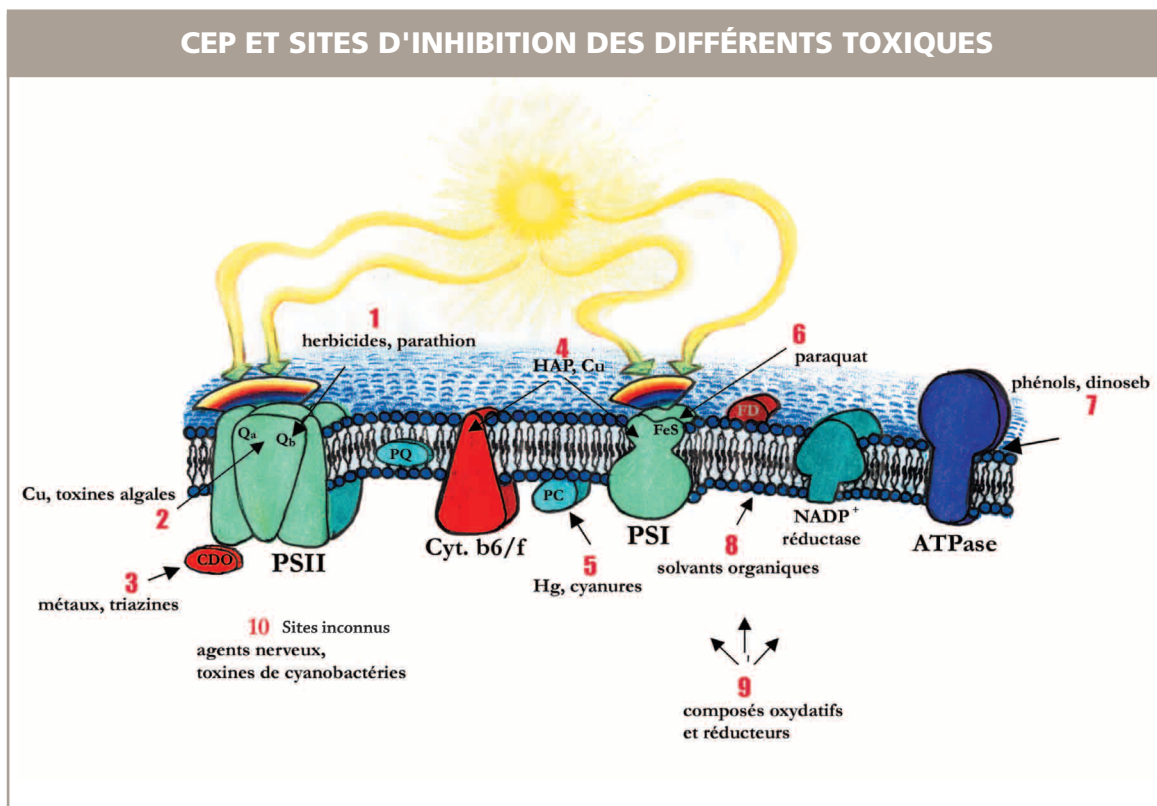
TECHNOLOGIE

Le LuminoTox, procédé breveté, est constitué de deux composantes : les complexes enzymatiques photosynthétiques (CEP) stabilisés et un appareil, le LuminoTox Analyseur, permettant d'évaluer l'activité photosynthétique à partir de la fluorescence des chlorophylles. Comme les CEP émettent naturellement de la fluorescence lorsqu'ils sont stimulés par la lumière, l'appareil mesure l'inhibition de la réaction de fluorescence causée par la présence de substances toxiques.

Les conditions de mesure de la fluorescence et de calcul de l'efficacité photosynthétique sont préprogrammées dans l'appareil. Le pourcentage d'inhibition est automatiquement calculé et indiqué

à l'écran. Ces données peuvent être utilisées telles quelles ou traitées statistiquement pour générer une courbe dose-réponse et déterminer des indices conventionnels tels que la CI₅₀ (concentration inhibant 50 % de la réaction de fluorescence) ou les unités toxiques.

Comme le LuminoTox utilise des complexes multi-enzymatiques isolés extraits des plantes, il s'avère rapide, facile à utiliser et peut être employé sur place. Il est donc un outil pratique et économique pour la gestion environnementale des effluents municipaux, agricoles, agroalimentaires et industriels ainsi que pour le suivi de la qualité de l'eau potable et des eaux de surface et souterraine.



RÉSULTATS

Effets des paramètres physico-chimiques

Le LuminoTox est utilisable dans un large spectre de conditions physico-chimiques (prétraitement non requis) sans que les CI_{20} et CI_{50} des toxiques de référence (atrazine et cuivre) ne soient affectées.

Essais sur des effluents industriels et municipaux

Le LuminoTox a permis d'évaluer la toxicité de plusieurs échantillons d'eaux usées et de déterminer une CI_{50} pour chacun en 15 minutes

seulement, la sensibilité du test augmentant avec le temps d'exposition (jusqu'à 60 minutes). Les résultats de toxicité des effluents traités montrent quant à eux une faible toxicité après 15 minutes d'exposition (inhibition < 25 % dans tous les effluents testés).

Les effluents traités par réacteur biologique séquentiel ne présentent aucune toxicité même après 60 minutes d'exposition. Les eaux traitées par les boues activées et les étangs aérés montrent cependant

une augmentation de la toxicité en fonction du temps d'exposition après le passage des effluents dans le premier décanteur ou le premier étang aéré. Le LuminoTox est donc sensible aux matières résiduelles non dégradées par les premières étapes de traitement. Ces procédés de traitement se sont toutefois révélés efficaces après le passage des effluents dans le décanteur secondaire ou les étangs aérés deux et trois puisque aucune toxicité n'est détectée même après 60 minutes d'exposition.

CONDITIONS PHYSICO-CHIMIQUES POUR L'UTILISATION EFFICACE DU LUMINOTOX¹

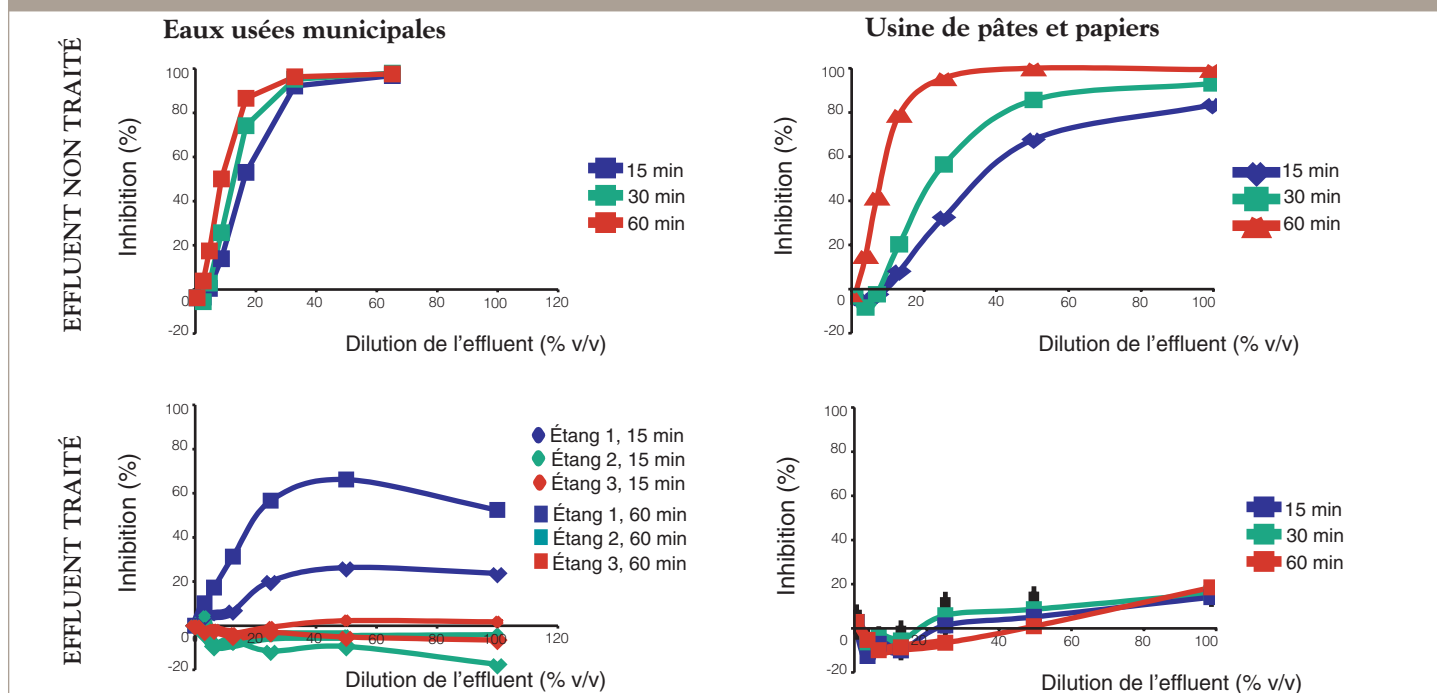
Paramètres testés ²	Intervalle de stabilité des CI_{20} et CI_{50} ($\pm 2\sigma$)	
	Analyses de composés organiques (référence : atrazine)	Analyses de composés inorganiques (référence : cuivre)
Conductivité (μS)	0-3000	0-1000
Couleur (U.C. Pt-Co)	0-450	0-450
Turbidité (UTN)	0-350	0-50 ³
Dureté ($CaCO_3$ ppm)	0-320	0-180
Matières en suspension (mg/l)	0-500	0-500

1. Validation statistique par le Centre national en électrochimie et en technologies environnementales (CNETE) et le collège de Shawinigan

2. Testés à 22 °C et pH 7,5. Le test peut être fait à des températures variant de 4 à 25 °C si celles du témoin et de l'échantillon sont les mêmes. Le pH doit être ajusté s'il n'est pas un paramètre de toxicité et qu'il n'est pas compris entre 6,5 et 7,8.

3. L'effet de la turbidité peut être dû à la chélation ou l'adsorption du cuivre avec les standards utilisés

RÉSULTATS OBTENUS POUR LES EFFLUENTS (AVANT ET APRÈS TRAITEMENT)



Note :

- L'échantillonnage a été effectué en été.

- La toxicité de l'azote ammoniacal n'a pas été testée lors de ces essais puisqu'ils ont été effectués avec les CEP et que ces derniers ne le détectent pas.

- Les résultats provenant d'autres types de traitement et d'industries sont disponibles sur demande.

POTENTIEL ET LIMITES

Potentiel

- Permet de détecter de nombreuses molécules toxiques : phénols, sulfites, herbicides, hydrocarbures, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), solvants organiques et métaux lourds.
- L'utilisation des CEP et des algues permet d'augmenter le nombre de molécules détectées, y compris l'azote ammoniacal.
- L'automatisation permet l'évaluation de la toxicité des eaux en temps réel (Robot LuminoTox).
- Permet de réduire le nombre d'échantillons à analyser ultérieurement en laboratoire.
- Seuils de détection de la toxicité généralement inférieurs aux normes réglementaires et aux autres méthodes d'essais existantes.

Limites

- Conservation et durée de vie des CEP de 12 jours à 20°C, 2 mois à 4°C et 4 mois à -20°C.
- Sensibilité des CEP à la lumière, excepté à la lumière verte (régénération lorsque incubés 30 minutes à la noirceur).
- Les industries effectuant des tests de daphnies et de truites doivent corréliser avec ces tests la détection de la toxicité obtenue à partir du LuminoTox.
- Tests en voie d'homologation officielle.
- Ne remplace pas les tests prescrits par les règlements.

INFORMATION

Lors de la mise au point de cette technologie, la compagnie Lab_Bell inc. a reçu un appui technique d'Environnement Canada et l'appui financier de l'Agence du revenu du Canada (crédits d'impôts), de Revenu Québec (crédits d'impôts) et du Conseil national de recherches du Canada (CNRC). La démonstration de l'efficacité de cette technologie dans les divers milieux a été financée par le programme PART du ministère de l'Éducation du Québec. Lab_Bell inc. remercie les villes, municipalités et industries qui ont bien voulu fournir des échantillons de leurs effluents.

Pour de plus amples renseignements, s'adresser à :

Lab_Bell inc.
François Bellemare, Ph. D.,
président et directeur
scientifique
Tél. : (819) 539-8508
poste 107
Télec. : (819) 539-8880
Courriel :
fbellemare@lab-bell.com
Site Internet :
www.lab-bell.com

**Environnement Canada
Innovation, suivi et secteurs
industriels**
Jean-René Michaud, ing.,
M.Sc.A.
Tél. : (514)283-9207
Télec. : (514) 496-2901
Courriel :
jean-rene.michaud@ec.gc.ca

Les fiches d'information Innovation technologique, produites par Environnement Canada, sont destinées aux entreprises, industries, organismes et personnes qui s'intéressent aux nouvelles technologies environnementales. Elles servent à diffuser les résultats obtenus lors des projets de développement et de démonstration technologiques réalisés dans les secteurs suivants : eaux usées, émissions atmosphériques, sols contaminés, matières résiduelles, déchets dangereux, agro-environnement et outil et procédé novateurs.

Vous pouvez obtenir les fiches en vous adressant à :
Environnement Canada
Innovation, Suivi et
Secteurs industriels
105, rue McGill, 4^e étage
Montréal (Québec) H2Y 2E7
Tél. : 1 800 463-4311

Publications offertes sur le site d'Environnement Canada sous la rubrique « Publications » :
<http://www.qc.ec.gc.ca/dpe>

Production :
Julie Leduc

Rédaction :
François Bellemare
Nathalie Boucher

Révision du texte :
Jean-René Michaud
Christian Blaise

Révision française :
Sophie Lalonde

Mise en page :
Lacroix O'Connor Lacroix

Impression :
Les Impressions IntraMédia

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement (c) Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2005
N° de cat. : En153-113/56-2005
ISSN : 1712-0225
ISBN : 0-662-79356-0

Mars 2005

Also available in English under the title: LuminoTox: a tool for rapid toxicity testing

Canada 