

UN OUTIL POUR GÉRER LES TOXIQUES

Barème d'effets écotoxiques potentiels **BEEP**

Un indice pour comparer la toxicité potentielle des effluents industriels

PRINCIPE

Le BEEP (Barème d'effets écotoxiques potentiels) est un indice qui intègre les résultats de tests biologiques (bioessais) représentatifs de plusieurs niveaux trophiques du milieu aquatique et de divers types de toxicité (léthalité aiguë et [ou] chronique, génotoxicité). Il permet d'évaluer et de comparer le potentiel toxique des effluents liquides industriels en intégrant :

- 1) les mesures de toxicité de différents bioessais;*
- 2) la persistance de la toxicité (reprise des tests sur un échantillon d'effluent soumis à une étape de biodégradation de cinq jours);*
- 3) le caractère (multi) spécifique de l'agression toxique (nombre d'espèces aquatiques affectées par l'effluent);*
- 4) le début de l'effluent (m^3/h) permettant d'estimer la charge toxique.*

L'ensemble est exprimé par une valeur sur une échelle logarithmique (\log_{10}) de 0 à 10.

La structure mathématique de l'indice est suffisamment flexible pour permettre l'ajout ou le retrait éventuels de certains bioessais.

POINTS SAILLANTS

Principes

- Simplicité d'utilisation et d'interprétation;
- Puissance élevée de discrimination;
- Outil rentable d'évaluation de l'impact potentiel de rejets liquides toxiques;
- Indice qui tient compte des phénomènes de biodisponibilité et d'interactions des substances toxiques (effets additifs, antagonistes et synergiques);
- Complément essentiel à la caractérisation physico-chimique pour assurer une gestion optimale des effluents industriels.

APPLICATIONS IMMÉDIATES

- Évaluation de la toxicité potentielle des effluents liquides industriels et municipaux;
- Gestion de la toxicité des effluents à l'intérieur d'une usine;
- Évaluation du succès des mesures de détoxification des effluents liquides;
- Sélection de niveaux normatifs bioanalytiques pour le contrôle de rejets liquides toxiques.

APPLICATION FUTURE

- Évaluation du potentiel toxique de matrices solides (boues, sols ou sédiments contaminés).

PROBLÉMATIQUE

- 1) L'analyse chimique, malgré son utilité, ne permet pas d'évaluer la toxicité potentielle de mélanges complexes comme ceux des effluents liquides industriels.
- 2) Bien que l'utilisation de bioessais permette d'évaluer la biodisponibilité des substances toxiques présentes dans ces mélanges complexes et, par le fait même, leur potentiel toxique, l'absence de standardisation dans la façon de rapporter les résultats de toxicité rend leur interprétation difficile.
- 3) L'impact d'un effluent liquide toxique peut varier en fonction de la concentration, de la quantité, de la persistance et du devenir des toxiques qu'il contient.

SOLUTION

Le BEEP permet d'intégrer dans un indice simple les résultats de bioessais réalisés avec différents organismes pour divers critères d'effets. Les effets toxiques mesurés regroupent l'ensemble des phénomènes antagonistes, additifs ou synergiques.

Tous les résultats sont calculés à partir des seuils d'effets et rapportés en unités toxiques. Cette stratégie, couplée à une détermination de la persistance de la toxicité ainsi qu'à la mesure du débit de l'effluent (permettant d'évaluer la charge toxique), constitue une première tentative pour réunir divers concepts écotoxicologiques fondamentaux dans un outil de travail simple, pratique et utile.

L'ensemble des réponses toxiques (10) est intégré à l'aide d'une formule mathématique pour obtenir une valeur sur une échelle logarithmique (\log_{10}).

Ce mode d'expression des résultats sous forme d'une valeur unique permet d'identifier rapidement et sans ambiguïté les effluents dont le potentiel toxique est

maximal et facilite ainsi la diffusion des résultats auprès du grand public habitué à un type d'information synthétique, par exemple, à l'échelle Richter utilisée pour les séismes.

Le barème possède une puissance élevée de discrimination et une structure flexible qui permet l'ajout ou le retrait éventuel de certains bioessais. Cette dernière caractéristique confère au BEEP un certain degré de généralisation (comparaison possible entre les résultats obtenus à partir d'un nombre différent de bioessais) et facilite son maintien à la fine pointe de la technologie.

De plus, le barème permet d'estimer facilement l'importance relative d'un effluent, c'est-à-dire sa contribution en pourcentage à la toxicité de l'ensemble des effluents.

PRINCIPES

Mesure des effets

Six critères d'effets, telles la mortalité, l'inhibition de la croissance ou de la reproduction, sont évalués à l'aide de cinq bioessais qui utilisent des organismes (bactéries, algues, crustacés) représentatifs de différents niveaux trophiques : décomposeurs, producteurs et consommateurs. Plusieurs degrés et types de toxicité sont analysés : létal, sublétal aigu, sublétal chronique et génotoxicité.

Les bioessais ont été choisis en fonction de divers critères : sensibilité, coût, rapidité de réponse, degré de normalisation, etc.

Certains bioessais sont repris après biodégradation de l'échantillon d'effluent (stimulation d'un traitement secondaire [étang aéré] sur une période de cinq jours) pour évaluer les modifications de la toxicité qui résultent de l'activité microbologique.

Calcul de l'indice BEEP

Les éléments considérés (nombre de bioessais, persistance de la toxicité, débit de l'effluent) sont intégrés selon la formule suivante :

$$\log_{10} \left[1 + n \sum_{i=1}^k (S_{Av} + A_p/N) * D \right]$$

où :

n = nombre de réponses indiquant une toxicité;
 k = nombre de bioessais utilisés;
 N = nombre total de réponses toxiques possibles;
 A_v = résultat d'un bioessai avant biodégradation de l'échantillon;
 A_p = résultat d'un bioessai après biodégradation;
 D = débit de l'effluent (m^3/h). Le coefficient n indique l'étendue du problème toxique, c'est-à-dire le caractère (multi) spécifique de l'agression toxique.

Les réponses indiquant une toxicité sont obtenues par la mesure du seuil toxique, c'est-à-dire la moyenne géométrique de la concentration sans effet observé [CSEO] et de la concentration minimale avec effet observé [CMEO] et sont exprimées en unités toxiques (UT = 100/c concentration du seuil toxique, en % v/v [volume d'effluent sur volume total testé]). La moyenne des réponses ($[S_{Av} + A_p]/N$) indique l'intensité toxique, c'est-à-dire l'expression, en unités d'effet, de la concentration de substances toxiques biodisponibles.

Le coefficient n multiplié par l'intensité toxique sert à établir la *toximesure*, soit l'importance relative de l'étendue et de l'intensité toxique.

Le produit de la toxicité par le débit détermine la *toxicharge* (UT/heure) et permet alors de calculer la contribution

relative d'un effluent à la toxicité d'ensemble.

Le \log_{10} de la *toxicharge* + 1 donne la valeur BEEP finale.

En théorie, l'échelle varie de 0 à l'infini. En pratique, la valeur obtenue dépasse rarement 8, vu la croissance logarithmique. Une valeur de 7 et plus indique un très fort potentiel toxique. Le passage sur l'échelle BEEP d'une valeur de 6 à 5 traduit donc une réduction de 90 % de la charge toxique potentielle d'un effluent.

LIMITES

Le BEEP n'évalue que la toxicité des effluents industriels. Il ne tient pas compte des processus de bioaccumulation, ni de la capacité tampon du milieu récepteur. Par ailleurs, l'indice évalue principalement la toxicité des substances dissoutes dans l'eau et non celle associée aux matières en suspension.

La valeur du débit détermine le seuil de détection de l'indice. Pour déterminer ce seuil, on assume que seulement une des dix réponses toxiques se manifeste à une intensité de 1 UT. Ainsi la *toximesure* serait de 0,1 UT et la *toxicharge* de 0,1 fois la valeur du débit. Par exemple, si un seul bioessai répondait à 1UT pour un échantillon représentatif d'un effluent dont le débit serait de 1000 m^3/h , la *toxicharge* serait alors de 100 UT/h et le BEEP de 2, valeur qui constituerait le seuil minimal détectable.

APPLICATIONS

Le Plan d'action Saint-Laurent

L'objectif majeur du PASL (1988 à 1993) consistait à réduire de 90 % les liquides toxiques émis par les 50 usines prioritaires ciblées. L'atteinte de cet objectif nécessitait d'identifier des mesures de détoxification aux rejets identifiés comme étant les plus problématiques. L'indice BEEP a donc permis de caractériser et de

classer l'ensemble des établissements du PASL, en fonction de la charge toxique qu'ils rejetaient.

Saint-Laurent Vision 2000 (SLV 2000)

L'objectif à long terme du volet Protection de SLV 2000 (1993 à 1998) est de réduire les rejets liquides toxiques et d'éliminer virtuellement le rejet de substances toxiques persistantes.

Pour répondre à cet objectif, le volet Protection intervient principalement sur 106 établissements industriels prioritaires, afin de réduire les rejets liquides toxiques de leurs effluents. Les valeurs BEEP de ces effluents sont calculées pour évaluer la toxicité potentielle des rejets et utilisées en complément des caractérisations physico-chimiques pour établir des priorités dans les mesures de dépollution.

La figure 1 présente la toxicité décelée jusqu'à maintenant dans 77 effluents industriels. Cette figure montre que l'indice BEEP est suffisamment sensible pour évaluer et quantifier la charge toxique de la plupart des effluents industriels.

Le Programme Choix environnemental

Le but du programme est d'inciter les fabricants et importateurs de divers produits à se prévaloir du droit d'apposer l'ÉcoLogo sur l'emballage de leur produit pour indiquer que ce dernier n'a qu'un impact réduit sur l'environnement. Pour obtenir l'autorisation d'apposer l'ÉcoLogo, le produit ou ses ingrédients doivent rencontrer un certain nombre de critères écotoxicologiques. En ce qui concerne le critère *toxicité aquatique*, pour les nettoyants tout usage, le BEEP a servi à définir les niveaux normatifs bioanalytiques applicables à l'évaluation du produit entier.

FIGURE 1 - VALEUR DU BEEP POUR 77 EFFLUENTS INDUSTRIELS



INFORMATIONS

Pour plus d'informations sur l'indice BEEP s'adresser à :

Christian Blaise ou Manon Bombardier
Centre Saint-Laurent
Écotoxicologique et chimie environnementale
105, rue McGill, 8^e étage
Montréal, Québec H2Y 2E7
(514) 496-7101