



**RE.CO.R.D.**

**ETUDE N° 01-1008/1A**

**SYNTHESE DE L'ETUDE**

**FRANÇAIS / ANGLAIS**

**VEILLE SCIENTIFIQUE SUR DEUX INDICATEURS D'IMPACT DANS  
LES ACV : TOXICITE HUMAINE ET ECOTOXICITE**

**juillet 2002**

**E. LABOUZE - BIO Intelligence Service**

## CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

Les membres de l'Association RECORD ont souhaité procéder à l'analyse critique de la pertinence des indicateurs de catégories d'impacts dans les analyses de cycle de vie.

Dans ce contexte, une précédente étude (étude RECORD n°99-1004/1A « Analyse critique de la pertinence des indicateurs de catégories d'impacts sur l'environnement dans les ACV ») effectuée par BIO Intelligence Service, avait pour objectif de parvenir à un consensus sur les améliorations à apporter à une ou plusieurs méthodes existantes.

Cette étude présente une réactualisation de ces données en intégrant les avancées méthodologiques et scientifiques permettant la quantification de deux catégories d'impact dans les ACV : toxicité humaine et écotoxicité.

## CHAMP DE L'ETUDE

Cette étude a intégré les avancées méthodologiques et scientifiques publiées entre mai 2002 et mars 2002.

L'analyse critique a porté sur des publications originales présentant des méthodes nouvelles d'évaluation, une comparaison de méthodes ou encore des améliorations apportées à des méthodes existantes (cf. tableau ci-après).

Référence	Auteurs	Domaine	Type d'étude	Objectif de l'étude
EcoIndicator 99	PRé Consultants	Toxicologie et écotoxicologie	Amélioration de la précédente version de la méthode	
CML 2001	Université de Leiden, Pays-Bas	Toxicologie et écotoxicologie	Amélioration de la précédente version de la méthode	
CST (1997)	Jolliet O & Crettaz P (EPFL)	Toxicologie et écotoxicologie	Méthode	
Comparison of different life-cycle impact assessment methods for aquatic ecotoxicity. Environ Tox Chem (2001) 20 (9), 2122-2132	Schulze C, Jodicke A, Scheringer M, Margini M, Jolliet O, Hungerbuhler M & Matthies M Swiss Federal Institute of Technology, Switzerland	Écotoxicologie	Comparaison de méthodes	Comparaison de 4 méthodes : CML (ancienne version), EDIP, CST et USES-LCA pour l'évaluation de l'impact de 4 substances. Comparaison des facteurs de caractérisation.
Comparison of two equivalency factor approaches with simplified risk assessment for LCIA of toxicity impact potential. Int J LCA (2001) 6 (2), 96-105	Tolle D, Hesse D, Chadwell B, Cooper J & Evers D University, USA	Écotoxicologie	Comparaison de méthodes	Comparaison de 3 approches recommandées pour la caractérisation de l'impact de toxicité potentielle dans les LCIA sur un cas d'étude. Les méthodes : PBT (persistance, bioaccumulation et toxicité); MFM (multimedia fate modelling et SRA (simplified risk assessment))
The human toxicity potential and a strategy for evaluating model performance in life cycle impact assessment. Int J	McKone T & Hertwich E University of California, USA Norwegian University of Science and Technology	Toxicologie	Amélioration de méthodes existantes	En considérant les HTP (human toxicity potential) comme un cas d'étude, les auteurs analysent les sources importantes d'incertitudes et de variabilités inhérentes au développement des modèles relation source-doses. Proposition d'un modèle

LCA (2001) 6 (2), 106-109				d'évaluation des TEP (toxic equivalency potentials)
Current issues in the characterisation of toxicological impacts. Int J LCA (2001) 6(2)	Pennington D W	Toxicologie Ecotoxicologie	Commentaires	Présentation d'un bref état de l'art des options disponibles pour la caractérisation de la toxicité humaine et de l'écotoxicité.
Human toxicity potentials for the life-cycle assessment and toxics release inventory risk screening. Env Tox Chem (2001) 20(4), 928-939.	Hertwich E Mateles S, Pease W & McKone E University of California USA	Toxicologie	Calcul de potentiel de toxicité humaine	Calcul de potentiel de toxicité humaine (HTP) selon la méthode utilisée dans CML.
Generic spatial classes for human health impacts - Part 1. Int J LCA (2001) 6 (5), 257-264	Nigge KM Germany	Toxicologie	Nouvelle méthode	Evaluation des impacts de la pollution par l'air sur la santé humaine. Ce travail se focalise sur la différenciation spatiale des impacts en fonction de l'ampleur des émissions et de la distribution de la densité de population autour du lieu d'émission
Country-specific damage factors for air pollutants. Int J LCA (2001) 6 (4), 199-210	Krewitt W, Trukenmuller A, Bachmann T & Heck T IER, Germany	Toxicologie	Amélioration de méthodes existantes	Discussion et commentaires en vue d'une approche régionale des LCIA. Quelles sont les catégories d'impact particulièrement sensibles aux conditions site-spécifique ? Quels sont les paramètres pertinents à prendre en considération ?

## CONCLUSION

### L'état actuel de la problématique

Actuellement, les modèles multimilieux de devenir et d'exposition sont communément utilisés dans les ACV pour les estimations des facteurs de caractérisation toxicologiques. Leurs principes fondamentaux sont bien établis, bien que les modèles puissent différer par leur domaine d'application et leur exhaustivité.

Jusqu'à présent, l'adoption de ce type de modèles a été gênée par le manque de données disponibles concernant le temps de séjour dans les différents milieux. Ceci pourrait être résolu grâce au développement d'outils de prédictions de données et aux approches basées sur des recommandations pour prédéterminer quelles données de dégradations sont nécessaires et à la simplification des modèles utilisant des approches modulaires. L'attention se tourne à présent vers des problèmes tels que la résolution spatiale et les incertitudes associées.

Par ailleurs, certains praticiens préfèrent des modèles monomilieu (modèles qui ne prennent pas en compte les transferts intermilieux mais se concentrent sur le devenir d'une substance dans un seul milieu).

Des recherches seront nécessaires pour déterminer la meilleure pratique disponible, et jusqu'à quel point la prochaine génération de modèles fournira une information supplémentaire, et donc une distinction entre les facteurs de caractérisation dans les LCIA.

### **Les avancées méthodologiques**

Cette étude présente également deux nouvelles méthodes, ou plus précisément l'amélioration de versions antérieures, il s'agit des méthodes CML2001 et EcoIndicator 99. La méthode CML 2001 est orientée 'problèmes environnementaux' et travaille au niveau d'indicateurs intermédiaires contrairement à EcoIndicator99 qui est une méthode 'orientée dommages' c'est-à-dire travaillant au niveau d'indicateurs finaux.

La publication de ces deux méthodes est relativement récente et nous ne bénéficions pas encore du retour d'expérience concernant leur utilisation par les praticiens des ACV. En particulier, CML 2001 n'a pas encore été soumise à revue critique, ou du moins cela n'est pas encore publié.

### **Conclusion et recommandation dans le contexte RECORD**

Actuellement, des efforts internationaux s'expriment par la création de groupes de travail au sein de l'initiative de la SETAC et de l'UNEP (United Nations Environment Program). Ces groupes de travail se donnent pour objectif de traiter les questions liées à l'évaluation des impacts sur la santé humaine et sur la santé des écosystèmes qui reposent sur les problèmes suivants :

- le besoin d'utiliser des modèles multimilieux avec une résolution spatiale,
- les implications du choix risque individuel versus risque pour la population dans les ACV,
- les incertitudes des mesures toxicologiques disponibles,
- la difficulté de choisir un indicateur toxicologique final (*endpoint*) si toutefois une telle mesure est souhaitable.

Pour rester en veille sur ce sujet, RECORD pourrait s'attacher à suivre les avancées méthodologiques, fruit du travail de ces groupes, auxquelles on peut s'attendre dans les prochains mois.

Par ailleurs des développements méthodologiques sont également attendus par exemple, l'équipe de Oliver Jolliet (EPFL) a annoncé la publication imminente d'une méthode d'évaluation des impacts.

Dans le contexte de RECORD, il sera également important de bénéficier du retour d'expérience concernant l'utilisation des nouvelles méthodes EcoIndicator 99 et CML 2001.

## CONTEXT AND OBJECTIVE OF THE STUDY

Members of the Association RECORD wish to analyze the relevance of the indicators related to impact categories in life cycle analyzes.

In this context, a first study (étude RECORD n°99-1004/1A « Analyse critique de la pertinence des indicateurs de catégories d'impacts sur l'environnement dans les ACV ») conducted by BIO Intelligence Service was aimed to analyze the improvements needed by the existing methods.

This study presents the new data provided by the recent scientific and methodological approaches related to the quantification of two impact categories : human toxicity and ecotoxicity.

## SCOPE OF THE STUDY

This study analysed the original papers published between May 2000 and March 2002 as well as the new versions of the methods CML 2001 and Ecoindicator 99 (cf. following table).

Référence	Auteurs	Domaine	Type d'étude	Objectif de l'étude
EcoIndicator 99	PRé Consultants	Toxicologie et écotoxicologie	Amélioration de la précédente version de la méthode	
CML 2001	Université de Leiden, Pays-Bas	Toxicologie et écotoxicologie	Amélioration de la précédente version de la méthode	
CST (1997)	Jolliet O & Crettaz P (EPFL)	Toxicologie et écotoxicologie	Méthode	
Comparison of different life-cycle impact assessment methods for aquatic ecotoxicity. Environ Tox Chem (2001) 20 (9), 2122-2132	Schulze C, Jodicke A, Scheringer M, Margini M, Jolliet O, Hungerbuhler M & Matthies M Swiss Federal Institute of Technology, Switzerland	Ecotoxicologie	Comparaison de méthodes	Comparaison de 4 méthodes : CML (ancienne version), EDIP, CST et USES-LCA pour l'évaluation de l'impact de 4 substances. Comparaison des facteurs de caractérisation.
Comparison of two equivalency factor approaches with simplified risk assessment for LCIA of toxicity impact potential. Int J LCA (2001) 6 (2), 96-105	Tolle D, Hesse D, Chadwell B, Cooper J & Evers D University, USA	Ecotoxicologie	Comparaison de méthodes	Comparaison de 3 approches recommandées pour la caractérisation de l'impact de toxicité potentielle dans les LCIA sur un cas d'étude. Les méthodes : PBT (persistance, bioaccumulation et toxicité); MFM (multimedia fate modelling et SRA (simplified risk assessment)
The human toxicity potential and a strategy for evaluating model performance in life cycle impact assessment. Int J LCA (2001) 6 (2), 106-109	McKone T & Hertwich E University of California, USA Norwegian University of Science and Technology	Toxicologie	Amélioration de méthodes existantes	En considérant les HTP (human toxicity potential) comme un cas d'étude, les auteurs analysent les sources importantes d'incertitudes et de variabilités inhérentes au développement des modèles relation source-doses. Proposition d'un modèle d'évaluation des TEP (toxic equivalency potentials)

Current issues in the characterisation of toxicological impacts. Int J LCA (2001) 6(2)	Pennington D W	Toxicologie Ecotoxicologie	Commentaires	Présentation d'un bref état de l'art des options disponibles pour la caractérisation de la toxicité humaine et de l'écotoxicité.
Human toxicity potentials for the life-cycle assessment and toxics release inventory risk screening. Env Tox Chem (2001) 20(4), 928-939.	Hertwich E Mateles S, Pease W & McKone E University of California USA	Toxicologie	Calcul de potentiel de toxicité humaine	Calcul de potentiel de toxicité humaine (HTP) selon la méthode utilisée dans CML.
Generic spatial classes for human health impacts - Part 1. Int J LCA (2001) 6 (5), 257-264	Nigge KM Germany	Toxicologie	Nouvelle méthode	Evaluation des impacts de la pollution par l'air sur la santé humaine. Ce travail se focalise sur la différenciation spatiale des impacts en fonction de l'ampleur des émissions et de la distribution de la densité de population autour du lieu d'émission
Country-specific damage factors for air pollutants. Int J LCA (2001) 6 (4),199-210	Krewitt W, Trukenmuller A, Bachmann T & Heck T IER, Germany	Toxicologie	Amélioration de méthodes existantes	Discussion et commentaires en vue d'une approche régionale des LCIA. Quelles sont les catégories d'impact particulièrement sensibles aux conditions site-spécifique ? Quels sont les paramètres pertinents à prendre en considération ?

## CONCLUSION

### The current state of the problem

Impact categories such as human toxicity and ecotoxicity are difficult to assess in Life Cycle Impact Assessment because, contrarily to other impact categories, they are related to regional impacts which vary from ecosystem to another, from region to another...

Indeed, these impacts are determined by local concentrations which depend from the fate of chemical compounds, from the local environment and from the emissions amount. Additionally the toxic effects are due to different mode of action, and it not evident that it may be possible to aggregate the various emissions amounts and represent them by equivalent quantities of a representative compound and a representative mode of action.

One of the difficulties related to the assessment of the impacts on human health and on ecosystems' health is the assessment of fate and exposition factors of the pollutants. In the previous LCA methods, these factors were usually absent. The publications analysed in this study frequently dealt with this question.

Today, for the estimate of characterization factors for toxicology, multimedia models are commonly used in LCA. Their bases are well established. Until now, the main problem encountered by these kinds of models was the lack of data related to the fate of the emissions in various mediums. This may be resolved by the development of data prediction methods and by the use of approaches based on the recommendations used to determine the degradation data that are necessary to simplify

---

models related to modular approaches. Attention is raised by problems like spatial resolution and related uncertainties.

In the other hand some LCA practitioners prefer monomedia models (these take into account only the fate of one substance in one media). In order to determine the best practice, more research is needed.

### **Methodological news**

This study discussed also about the new versions of CML 2001 and EcoIndicator methods. The method CML 2001 method is linked to 'environmental problems' and works on midpoint indicators. EcoIndicator 99 is a method dealing with 'environmental damages' and works on endpoint indicators.

The publication of these methods is recent. Until today we don't know about these methods are used by LCA practitioners. Particularly, CML 2001 was not peer reviewed yet.

### **Conclusion and recommendation in the context of RECORD**

Today, international working groups are organized by the SETAC – UNEP (United Nations Environment Program) association. These groups are aimed to work on questions linked to the assessment of human and ecosystems health. The following questions will be asked :

- The use of multimedia model with spatial resolution,
- The consequences related to the choice between 'individual risk' versus 'population risk' in LCA,
- Uncertainties linked to available toxicological data,
- The difficulty to choose an endpoint indicator (if we suppose that is a good thing).

In order to continue the survey, RECORD may continue to watch the results produced by these working groups. We can hope that results may be released in few months.

New methods are also announced, for example Olivier Jolliet's team from EPFL will publish soon a new method related to impact assessment.

In the context of RECORD it will be interesting to assess the use of the new methods like EcoIndicator 99 and CML 2001 by LCA practitioners.