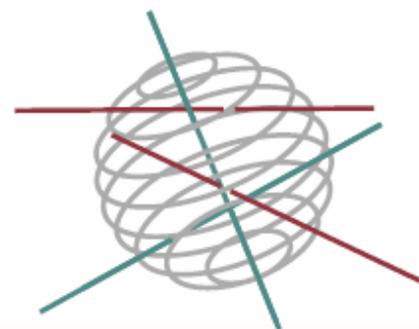


SSD

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



**IMPACT DE CONTAMINANTS SUR LES RESSOURCES EN
EAU ET LES ECOSYSTÈMES : EVALUATION DU RISQUE PAR
UNE APPROCHE BASÉE SUR LES FLUX**

«FRAC-WECO»

D.Caterina, S.Brouyère, P.Jamin, J.Battle-Aguilar,
A.Dassargues, W.Dejonghe, L.Diels, S.Crèvecoeur,
J.-P.Thomé, J.Dujardin, O.Batelaan, F.Canterers, C.Hérivaux



ENERGY



TRANSPORT AND MOBILITY



AGRO-FOOD



HEALTH AND ENVIRONMENT



CLIMATE



BIODIVERSITY



ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS

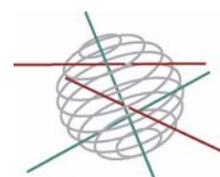


TRANSVERSAL ACTIONS



SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT

(SSD)



Ecosystèmes terrestres



RAPPORT FINAL PHASE 1
RESUME



**IMPACT DE CONTAMINANTS SUR LES RESSOURCES EN EAU ET LES
ECOSYSTÈMES : EVALUATION DU RISQUE PAR UNE APPROCHE
BASÉE SUR LES FLUX**

«FRAC-WECO»

Promoteurs



Serge Brouyère & Alain Dassargues

Université de Liège, Département Argenco, Geo³-Hydrogeology
(ULg-HG)

Jean-Pierre Thomé

Université de Liège, Laboratory of Animal Ecology and Ecotoxicology
(ULg-LEAE)

Ludo Diels & Karolien Vanbroekhoven

Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO)

Okke Batelaan & Frank Canters

Vrije Universiteit Brussel, Department of Hydrology and Hydraulic
Engineering / Department of Geography (VUB)

Cécile Hérivaux

Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM, France)

Auteurs

D.Caterina, S.Brouyère, P.Jamin, J.Batlle-Aguilar, A.Dassargues (ULg),
W.Dejonghe, L.Diels (VITO),
S.Crèvecoeur, J.-P.Thomé (ULg),
J. Dujardin, O.Batelaan, F.Canters (VUB),
C.Hérivaux (Brgm)



BELGIAN SCIENCE POLICY





Rue de la Science 8
Wetenschapsstraat 8
B-1000 Brussels
Belgium
Tel: +32 (0)2 238 34 11 – Fax: +32 (0)2 230 59 12
<http://www.belspo.be>

Contact person: Sophie Verheyden
+32 (0)2 238 36 12

Neither the Belgian Science Policy nor any person acting on behalf of the Belgian Science Policy is responsible for the use which might be made of the following information. The authors are responsible for the content.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without indicating the reference :

D. Caterina, S. Brouyère, P. Jamin, J. Batlle-Aguilar, A. Dassargues, W. Dejonghe, L. Diels, S. Crèvecoeur, J.-P. Thomé, J. Dujardin, O. Batelaan, F. Canters, C. Hérviaux **Impact de contaminants sur les ressources en eau et les écosystèmes : évaluation du risque par une approche basée sur les flux «FRAC-WECO»**. Rapport Final Résumé. Bruxelles : Politique scientifique fédérale 2009 – 6 p. (Programme de recherche «La science pour un Développement Durable »

Résumé du projet

La Belgique, comme beaucoup d'autres pays européens, présente localement de nombreux sites contaminés. Ils résultent du développement économique et industriel relativement anarchique qui s'est produit au cours du 19ème et du 20ème siècle. Depuis la fin des années 80, les décideurs politiques, intervenants de toutes parts et même la population ont pris conscience du risque posé par de tels sites et ont accepté qu'un développement économique durable ne peut être envisagé sans l'optimisation de l'occupation du sol et la préservation ou la restauration des ressources naturelles et des écosystèmes. La parution de la directive 2005/35/CE concernant la responsabilité environnementale a également objectivé la perception des intervenants par rapport à la dimension économiques des dommages environnementaux causés par ces sites contaminés. Cette directive, qui doit être transposée dans les législations nationales d'ici la fin de 2007, oblige les pollueurs potentiels à couvrir le coût des mesures de prévention ou d'assainissement résultant des dommages environnementaux qu'ils pourraient générer. D'autres lois et règlements ont également été adoptés à des degrés politiques divers, de l'échelle régionale (Décrets sols Flamand et Wallon) à supranationale (Directive européenne cadre sur l'eau, Directive Fille sur les eaux souterraines, Directive européenne cadre sur les sols à paraître...).

L'objectif du projet FRAC-WECO est d'étudier l'impact des sites contaminés sur divers récepteurs tels que les masses d'eau de surface et souterraines. Ces masses d'eau constituent des récepteurs à part entière lorsqu'il sont considérés en tant que ressources (potabilisables ou non). A chaque étape du processus d'assainissement d'un sol ou d'un aquifère, des méthodologies et des indicateurs doivent être proposées aux gestionnaires de sites en tant que support à la prise de décision. Ces outils doivent être applicables au type de pollution traitée, chaque étape de décision valide ou non la nécessité de passer à l'étape suivante en fonction du risque évalué. D'une étape à l'autre, la complexité des informations et des outils nécessaires croît en même temps que le coût de réalisation d'une « bonne » décision. Dans le même temps, le risque de ne pas cerner le problème de façon efficace est supposé décroître car ce problème est abordé de manière de plus en plus élaborée.

Afin de proposer des mesures d'assainissement de sites contaminés adéquates et néanmoins économiquement soutenables, la première étape est de quantifier aussi précisément que possible le risque réel posé par ces contaminations par rapport à l'environnement en général, à la santé humaine (non considérée dans ce projet) et aux ressources en eau (de surface et souterraine) et écosystèmes en particulier ; et par la suite de proposer des mesures adaptées aux résultats de l'évaluation des risques. Sur base des conclusions tirées de la première phase du projet FRAC-WECO, il est apparu que, en terme de pertinence au niveau politique, la gestion d'un grand nombre de sites contaminés doit être considérée à l'échelle de la masse d'eau souterraine, ce qui est par ailleurs en adéquation avec la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. A une telle échelle, les contaminations ponctuelles considérées une par une n'auront vraisemblablement aucune conséquence sur l'état qualitatif général d'une masse d'eau. Par contre, l'effet cumulatif des flux de contaminant provenant de multiples sources est susceptible de constituer un risque majeur. L'ensemble des sites contaminés doit donc être considéré pour évaluer le danger potentiel et avéré qu'ils représentent vis-à-vis des eaux souterraines et des écosystèmes associés en considérant à la fois leurs fonctions marchandes et non marchandes. Dans ce contexte, le projet tend à développer un cadre méthodologique reposant sur l'évaluation des risques à

l'échelle de la masse d'eau et sur une analyse des coûts et/ou des bénéfices engendrés par l'application de plans de gestions concernant ces sites contaminés. Cette méthodologie permettra à terme de proposer des plans de gestion et de dimensionner des programmes mesures à mettre en œuvre dans le but d'améliorer l'état qualitatif des ressources en eau souterraine et des écosystèmes à l'échelle de la masse d'eau.

Dans le même temps, les campagnes de caractérisation et les procédures d'assainissement reposent sur plusieurs éléments clés intégrer dans les concepts des plans de gestions. (i) L'eau est souvent le principal vecteur de mobilité des contaminants. Une connaissance précise des flux d'eau de surface et souterraine est donc requise, de l'échelle du site à l'échelle de la masse d'eau, en partant de l'infiltration et du ruissellement jusqu'à des récepteurs tels que des captages d'eau souterraine ou des masses d'eau de surface. (ii) En raison de la constante compétition entre migration et piégeage des contaminants, une solide description des processus biogéochimiques ayant lieu en sous-sol est requise. (iii) Chaque contaminant ayant un comportement physico chimique et une (eco) toxicité propre, des informations détaillées sur ces aspects sont indispensables. (iv) Des outils d'évaluation des risques et des indicateurs spécifiques sont eux aussi nécessaires afin d'être appliqués aux ressources en eaux et aux écosystèmes.

Dans ce contexte, le projet FRAC-WECO développe une méthodologie intégrée contribuant à l'évaluation des risques venant des sites contaminés sur les ressources en eau et les écosystème. Les objectifs spécifiques du projet sont (i) de développer un modèle numérique capable de représenter précisément l'écoulement de l'eau souterraine et le transport des contaminants à des échelles variables, du panache de polluant à la masse d'eau souterraine ; (ii) de quantifier et de modéliser les processus biogéochimiques qui affectent la mobilité, la sorption et la réactivité de plusieurs polluants spécifiques (métaux lourds, HAP, composés organochlorés, polluants émergeant tels que les solvants chlorés de même que certain polluants persistants toxiques et hydrophobes de $Kow > 6$...) dans l'environnement et à travers les eaux souterraines ; (iii) de valider des méthodologies d'évaluation des risques en utilisant des jeux de données venant de sites contaminés représentatifs des problématiques rencontrées en Belgique et de développer un indicateur de risque basé sur l'estimation des flux de contaminants et capable de représenter l'impact des contaminants sur les ressources en eau souterraine (vulnérabilité) et sur les écosystèmes aquatiques (risque écotoxicologique) en relation avec la gestion et l'assainissement éventuel des ces sites contaminés ; (iv) d'évaluer les incertitudes liées au transport de contaminants dues aux variations spatiales des conditions dans le sous-sol et en surface, et plus particulièrement d'évaluer les impacts des incertitudes liées à la cartographie des caractéristiques de l'occupation du sol ; (v) de développer un outil appliqué d'aide à la décision permettant d'organiser et d'évaluer des mesures de gestion intégrées ayant pour objectif de réduire à court et long terme l'impact des sites contaminés, en incluant les coûts et les bénéfices qui résulteraient d'une amélioration de la qualité des ressources en eau et des écosystèmes qui y sont associés et qui sont actuellement dégradés sous la pression de ces sites contaminés.

Ces recherches sont menées au sein du projet FRAC-WECO par un consortium d'hydrogéologues, de spécialistes du sol et de la télédétection, d'écotoxicologues et de socio économistes travaillant en étroite collaboration. Des cas d'études pilotes en Belgique ont été sélectionnés durant la première phase du projet et ont été utilisés afin de développer et d'évaluer des modèles et les lignes directrices à des échelles variables.

- Méthodologie

L'approche DPSIR est considérée comme cadre organisationnel général du projet. Le cadre DPSIR, développé par l'Agence Européenne pour l'Environnement (AEE), est largement utilisé par les autorités politiques, consultants et chercheurs. Il aide notamment à la rédaction, facilite les échanges et la communication entre les décideurs politiques et d'autres acteurs, et simplifie certaines réalités complexes. Se basant sur une série d'indicateurs environnementaux définis par l'AEE, l'approche DPSIR a trois objectifs majeurs (Smeets et Weterings, 1999) : de fournir des informations sur les problèmes environnementaux et permettre d'estimer leur importance, d'aider à l'identification des facteurs clés, causes de pressions sur l'environnement et d'arrêter des priorités, et enfin de suivre et de surveiller les effets des mesures prises par les décideurs politiques.

Cette méthodologie DPSIR présente en réalité une chaîne de réaction de cause à effet. Les causes sont décrites en terme de forces motrices (Driving forces : le secteurs économique, l'activité anthropique), de pressions (Pressures : déchets, pollutions) d'états (States : états chimiques, physiques et biologique des ressources) et d'impacts (Impacts : impacts sur les écosystèmes, les ressources naturelles, la santé humaine). Cela conduit à un effet (Response) tels que la prioritarisation, la définition d'objectifs et d'indicateurs (Kristensen, 2004).

Selon le cadre DPSIR, les pressions (P) sont les sources de contaminants et en particulier leurs conséquences sur l'état (S), c'est-à-dire les flux de contaminant générés qui migrent à travers les eaux de surface et souterraine. L'état (S) considéré est celui de la masse d'eau souterraine et des écosystèmes associés qui sont affectés par ces pollutions. En termes de ressources en eaux, la cible peut être la ressource en tant que telle à laquelle peuvent venir d'ajouter les points situés en aval hydrologique tels que les eaux de surface ou des captages (S2). En général, les impacts (I) représentent les coûts liés à la réhabilitation, au traitement des eaux, à la réduction de la biodiversité et aux possibles problèmes de santé humaine pour les populations riveraines (ce dernier aspect n'étant pas considéré dans ce projet). Sur base des résultats obtenus durant la première phase du projet, les impacts peuvent être définis plus précisément comme suit : une variation de l'état qualitatif des aquifères aura des conséquences sur la qualité des services rendus par l'eau souterraine à la société (dommages en cas de dégradation, bénéfiques en cas d'amélioration) (Voir D1.2). Trois principaux types de services peuvent être distingués : (i) ceux liés à l'utilisation de l'eau souterraine en tant que ressource dont la valeur peut être quantifiée par des techniques basées sur des valeurs marchandes, (ii) ceux liés à l'eau souterraine elle-même dont la valeur est non marchande ou de non utilisation, ce qui est plus ardu à définir et requiert des méthodes d'estimation de valeur non marchande, et (iii) ceux liés à la considération de l'eau souterraine se déverse finalement dans les eaux de surface dont la valeur d'utilisation indirecte peut être quantifiée par des méthodes directement appliquées aux eaux de surfaces.

Le projet combine d'une part l'étude des processus contribuant à une meilleure évaluation et modélisation des flux d'eau et de contaminants à des échelles variables du site à la masse d'eau (souterraine), en considérant les propriétés biogéochimiques spécifiques des contaminants (sorption, dégradation,...) et leur ecotoxicité ; et d'autre part le développement d'indicateurs d'évaluation des risques pour les aspects écotoxicologiques (en ce compris l'additivité des effets de plusieurs contaminants) et pour les aspects de gestion des ressources en eau. Ces deux aspects combinés sont, sur base des conclusions découlant de la première

phase du projet, les deux aspects les plus pertinents du point de vue politique en lien avec les problèmes de contamination au sens de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Un des principaux objectifs est de proposer un cadre méthodologique d'évaluation des dommages liés à l'existence de multiples sources de contamination à l'intérieur d'une masse d'eau et de quantification des bénéfices tirés de leur assainissement. Une approche basée sur les flux est donc requise afin de tenir en compte l'effet additif des sources. Dans ce contexte, les activités de recherche menées se concentrent sur la partie P-S-I et sur les réponses possibles (R) formulées en termes de programmes de mesures pour un développement durable des sites contaminés, des ressources en eaux et des écosystèmes associés.