

Utilisation du modèle PEGASE pour la simulation des micropolluants

PEGASE Modelling Studies Applied to micropollutants: use cases

Jean-François Deliège ; Etienne Everbecq ; Aline Grard ; Pol Magermans

Université de Liège, Aquapôle, Bat. B53 campus Sart-Tilman, 4000 Liège
aquapole@ulg.ac.be

RÉSUMÉ

Le modèle PEGASE a été utilisé ces dernières années dans 2 études visant à mieux évaluer l'origine et le comportement des micropolluants dans le réseau hydrographique.

Dans la première étude, avec le support financier de l'INERIS¹, le modèle PEGASE a été utilisé pour simuler le devenir de micropolluants (cadmium, zinc et cuivre) dans les bassins de la Meuse et de l'Adour. Le choix des micropolluants et sous-bassins à simuler a été fait de commun accord entre l'INERIS, les agences de l'eau concernées et l'Aquapôle. Un critère de sélection majeur était la disponibilité des données (rejets et mesures de terrain).

Pour la seconde étude, le modèle PEGASE a été adapté pour décrire le devenir de la cocaïne (ou plutôt d'un de ses métabolites stables : la benzoylécgonine (BZE)) dans les eaux de surface. La BZE a été introduite dans le modèle, en implémentant une nouvelle variable d'état. Les simulations ont été réalisées sur la Belgique en utilisant les résultats des mesures réalisées lors de l'étude COWAT [3].

Les premiers résultats montrent un bon accord entre valeurs mesurées et calculées. La capacité du modèle à simuler le devenir des micropolluants (y compris des substances émergentes) dans les eaux de surface est donc démontrée, mais elle devrait être améliorée et étendue à d'autres substances et sous-bassins. Ces études ont également montré qu'il restait un gros travail d'inventaire des rejets à réaliser.

ABSTRACT

For the last years, PEGASE model has been used in two studies aiming at better assessment of the source and behaviour of micropollutants in the rivers network.

In the first study, with financial support from INERIS¹, the PEGASE model has been used to simulate the fate of micropollutants (Cd, Zn & Cu) within the basins of the Meuse and the Adour. The choice of the modelled micropollutants and sub-basins has been performed in agreement with INERIS, the involved Water Agencies and the Aquapole. A major selection criterion was the availability of data (discharges and in-situ measurements).

For the second study, the PEGASE model has been adapted to describe the cocaine fate (or rather one of its stable metabolite: benzoylécgonine–BZE) in surface water. The BZE has been added to the model as an additional micropollutant, thanks to the implementation of a new state variable. Simulations of BZE have been done in Belgium, where many measurements from the COWAT project [3] were available.

The first results show a good matching between calculated and measured values. The ability of the model to simulate the fate of micropollutants (including emerging substances) within surface water has been demonstrated, but still requires enhancements and extension to other substances and sub-basins. In addition, these studies have shown the huge work remaining in discharge inventories.

MOTS CLES

Cocaïne, métaux, micropolluants, modélisation, Pegase.

¹ Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

1 ETUDE DE MODÉLISATION DE MÉTAUX LOURDS DANS DEUX BASSINS FRANÇAIS

1.1 Le modèle PEGASE

Le modèle PEGASE (Planification Et Gestion de l'Assainissement des Eaux) est un modèle intégré bassin versant / rivières dont le but est de simuler de façon physiquement basée la qualité des eaux de surface de l'échelle d'un sous-bassin (quelques km²) jusqu'à l'échelle des districts internationaux (centaines de milliers de km²).

1.2 Les micropolluants dans PEGASE

Le module déterministe micropolluants de PEGASE permet de simuler les micropolluants organiques et inorganiques en incluant les principaux processus intervenant les rivières : transport par l'eau (phase liquide) et par les matières en suspension (phase solide), adsorption/désorption entre phases liquides et solides, sédimentation des micropolluants adsorbés, dégradation linéaire.

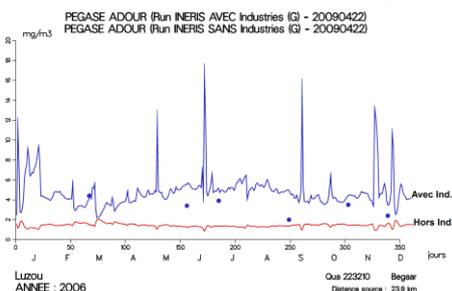
L'ensemble des sources possibles et disponibles de micropolluants est prise en compte de manière cohérente : rejets urbains (sur base de la notion d'équivalent-habitant), rejets industriels (inventaires de rejets), abattements dans les stations d'épurations, lessivage des sols (par l'intermédiaire de fonctions de sol statistiques).

1.3 Les simulations réalisées

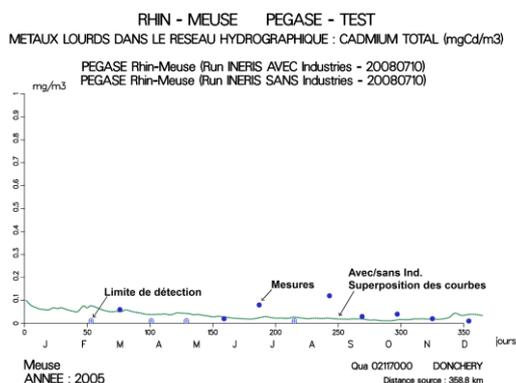
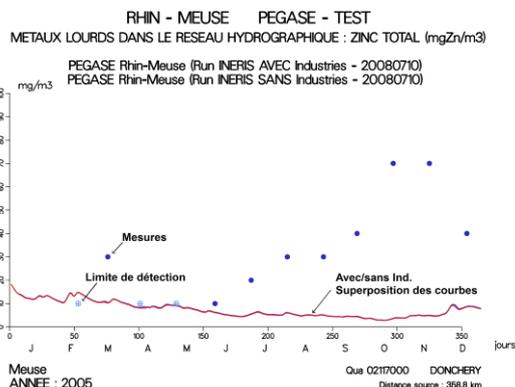
Préalablement à l'étude, le choix des micropolluants et sous-bassins à simuler a été fait de commun accord entre l'INERIS, les agences de l'eau concernées (AERM et AEAG) et l'Aquapôle. Un critère de sélection déterminant pour la modélisation était la disponibilité des données (rejets industriels et mesures in situ).

Des simulations sur le cadmium et le zinc ont été réalisées dans le bassin de la Meuse en collaboration avec l'AERM. Elles ont montré que, sur base des inventaires de rejets existants, l'influence de la pression industrielle est faible et strictement locale. Cependant, les simulations ont également montré que des sources importantes de pollution en zinc dans le bassin ne sont pas identifiées.

PEGASE : Application au bassin de l'Agence de l'eau Adour-Garonne
MÉTAUX LOURDS DANS LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE : CUIVRE TOTAL (mgCu/m³)



Des simulations sur le cadmium et le cuivre ont été réalisées dans le bassin de l'Adour avec l'AEAG. Elles ont permis de confirmer les conclusions du bassin de la Meuse.



Figures 1 et 2 : concentrations calculées et mesurées en cadmium et zinc sur la Meuse à Donchery

1.4 Conclusions

L'étude a montré la capacité de PEGASE à répondre aux besoins de l'INERIS en termes de modélisation des micropolluants. Cependant, elle a également montré qu'il était absolument nécessaire de vérifier et améliorer les inventaires de rejets (rejets industriels, sites industriels désaffectés, ...), d'optimiser les programmes de mesure (monitoring) des micropolluants dans les eaux de surface et de continuer le développement des modèles en vue de mieux comprendre et simuler le devenir des micropolluants dans les eaux de surface.

2 UNE APPLICATION SUR LA COCAÏNE EN BELGIQUE

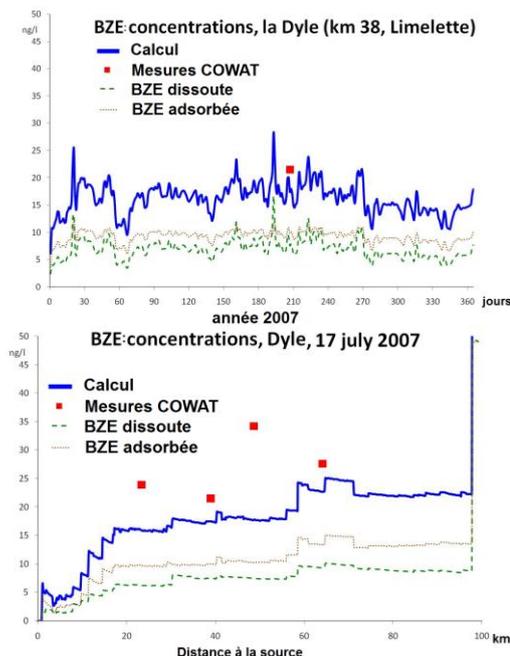
2.1 L'étude COWAT (Cocaine in Water)

Cette étude [3], menée conjointement par l'Université de Liège et l'Université d'Anvers visait à quantifier la cocaïne et son métabolite la benzoylecgonine (BZE) dans les eaux usées, les stations d'épuration et les eaux de surface en Belgique, ainsi que d'estimer la consommation de cocaïne par habitant et ses variations dans l'espace et le temps.

2.2 PEGASE et la Cocaïne

Environ 45% de la cocaïne ingérée est métabolisée en BZE, molécule relativement stable dans l'eau. La BZE est rejetée dans les eaux de surface via les urines et son devenir dans les eaux de surface peut donc être modélisé. Dans PEGASE, elle est représentée comme un micropolluant non dégradable avec une paramétrisation spécifique. Les rejets urbains sont estimés sur base d'un équivalent-habitant (0.15 mg de BZE par jour) correspondant à la valeur moyenne issue de l'étude COWAT. Pour les eaux usées passant par les stations d'épuration, un taux d'abattement de 95% (issu de l'étude COWAT) a été utilisé. Les rejets industriels et des sols sont considérés comme négligeables.

Les graphiques ci-contre montrent (i) l'évolution annuelle des concentrations calculées et mesurées en BZE sur la Dyle en 2007, (ii) le profil longitudinal des concentrations calculées et mesurées en BZE sur la Dyle le 17 juillet 2007 (iii) les concentrations calculées le 17 juillet 2007 dans le bassin de l'Escaut en Belgique.



2.3 Conclusions

Les résultats de l'étude montrent :

- que PEGASE est capable de simuler le devenir des dérivés de la cocaïne dans les rivières ;
- la consistance des mesures (en eaux usées et en eaux de surface) réalisées au cours de l'étude COWAT ;
- qu'il serait utile d'utiliser d'un équivalent-habitant variable dans l'espace (villes importantes) et dans le temps (week-ends) ;
- qu'il est possible d'estimer l'évolution de la consommation de cocaïne par des mesures en rivières.

La méthodologie pourrait naturellement être étendue à d'autres polluants émergents (médicaments, perturbateurs endocriniens,...). Des campagnes de mesures plus poussées sont nécessaires pour valider les futurs développements du modèle.

BIBLIOGRAPHIE

- Deliège, J-F, Everbecq, E., Gard, A., Bourouag, T., Magermans, P., Blockx, C. (2009), *Adaptation du modèle PEGASE à deux substances sur deux sous-bassins situés dans les bassins hydrographiques des Agences Adour-Garonne et Rhin-Meuse*, Séminaire organisé par le MEEDDAT et l'INERIS, Paris, 16 mars 2009 (<http://hdl.handle.net/2268/27205>).
- Deliège, J.-F., Everbecq, E., Magermans, P., Gard, A., Bourouag, T., Blockx, C. (2010), *PEGASE, an integrated river/basin model dedicated to surface water quality assessment: application to cocaine*, Acta Clinica Belgica; 65-Supplement 1, 42-48 (<http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/33175>).
- Van nuijs, A., Pecceu, B., Theunis, L., Dubois, N., Charlier, C., Jorens, P.G., Bervoets, L., Blust, R., Neels, H., Covaci, A. (2009), *Cocaine and metabolites in waste and surface water across Belgium*, Environmental Pollution 157, 123-129 (<http://hdl.handle.net/2268/6092>).

