



## **Compte-rendu du débat INERIS – Société civile**

**Etude des transferts et des risques pour l'homme et les écosystèmes  
liés à des substances organiques persistantes dans des sols  
contaminés**

**6 octobre 2016**

## Sommaire

### Table des matières

Liste des participants .....	3
Contexte .....	4
Objectifs de TROPHÉ .....	4
Focus sur les expérimentations.....	4
Points clés de la présentation .....	5
Éléments de discussion .....	5
Document.....	6
INERIS en bref .....	7
Contacts INERIS .....	7

## Liste des participants

### Participants

Prénom	Nom	Organisme
Jennifer	OSES	ATC
Véronique	LAPIDES	Collectif Vigilance Franklin
Daniel	VIGIER	FNE
Nicolas	HUSSON	FRAPNA/FNE
Dirk	IBACH	Association Médecine Innovation

Excusés : André Picot, René Drouin

### INERIS

Prénom	Nom	Organisme
Martine	Ramel	INERIS, responsable du pôle risque et technologies durables
Céline	Boudet	INERIS, responsable ouverture à la société
Karen	Perronnet	INERIS, ingénieur unité impact sanitaire et expositions

## Contexte

L'INERIS réalise des études et des recherches dans le domaine des sites et sols pollués ainsi que des contaminations post-accidentelles de l'environnement depuis plusieurs années. L'une des plus-values de l'Institut est sa capacité à étudier toute la chaîne de contamination depuis les transferts de polluants entre les compartiments environnementaux (sol, air, eau) et d'exposition (chaîne alimentaire...) jusqu'à l'évaluation des risques, à la fois pour l'homme ou les écosystèmes. L'Institut dispose pour cela de moyens expérimentaux (du laboratoire à l'échelle d'un site) et d'outils de modélisation.

Ainsi, le projet TROPHé porte sur les **T**ransferts et **R**isques des **O**rganiques **P**ersistants pour l'**H**omme et les **é**cosystèmes, à savoir les dioxines/furannes (PCDD/F) et les polychlorobiphényles (PCB : PCB<sub>i</sub> et PCB-dl). Ce projet, cofinancé par l'ADEME (convention 2013-2016), concerne un ancien site industriel où, à la suite d'un incendie, les sols et les végétaux ont été significativement contaminés par ces polluants organiques persistants (POPs). Il contribue à l'action n°60 du PNSE3 (2015-2019) « Réduire les expositions liées aux contaminations des sols – Réaliser des travaux de validation des modèles de transferts en les focalisant sur des substances à fort enjeu sanitaire ».

## Objectifs de TROPHé

Ce projet a trois objectifs principaux :

- améliorer les connaissances sur les transferts, la bioaccumulation et la biodisponibilité des PCB et des PCDD/F au sein de la chaîne alimentaire et des réseaux trophiques, dans le but d'avoir une meilleure prise en compte de ces mécanismes dans les évaluations des risques sanitaires (ERS) et les évaluations de risques pour les écosystèmes (éRé) dans le cadre de la gestion des sites et sols pollués ;
- évaluer les expositions et les risques à l'aide des outils de modélisation MODUL'ERS (outil multicompartiment créé et développé par l'INERIS pour l'évaluation des risques sanitaires chez l'Homme) lors des ERS et Terrasys (développé par SANEXEN) utilisé lors des éRé ;
- identifier des étapes et des outils communs entre les études ERS et éRé afin d'améliorer les analyses environnementales qui nécessitent aujourd'hui d'être développées et structurées.

## Focus sur les expérimentations

Afin de répondre au premier objectif du projet TROPHé d'amélioration des connaissances des transferts, une partie conséquente du projet a été consacrée aux expérimentations *in-situ* et *ex-situ*. Ces dernières ont consisté :

- pour la chaîne alimentaire : en la culture de végétaux potagers, en conditions contrôlées dans une enceinte spécifique (phytotron), sur des sols contaminés par des POPs prélevés sur l'ancien site industriel (niveau de contamination croissant en PCDD/F + PCB-dl) et en l'analyse des concentrations en dioxines/furannes et PCB dans les parties végétales consommées par l'homme ;

- pour le réseau trophique : en l'exposition de vers de compost (conformément à la ligne directrice OCDE 317 "Bioaccumulation chez les oligochètes terrestres"<sup>1</sup>) aux mêmes sols contaminés, pour l'évaluation de la bioaccumulation dans les premiers niveaux trophiques.

Les facteurs de bioconcentration obtenus spécifiquement pour les végétaux à l'issue des expérimentations sont présentés et analysés au vu des objectifs à atteindre en matière d'évaluation des risques sanitaires.

## Points clés de la présentation

Après une présentation détaillée de l'ancien site industriel retenu comme site atelier (Saint Cyprien – 42) et des niveaux de contamination des sols, la présentation s'est concentrée sur l'étude expérimentale des transferts de PCDD/F et PCB dans la chaîne alimentaire (végétaux potagers). Le site a subi en 2008 un incendie majeur, à l'origine d'une mobilisation des PCB déjà présents dans les sols du fait de l'ancienne activité (démantèlement de transformateurs) et d'une dispersion dans l'environnement de PCB et aussi de PCDD/F.

Les objectifs de ces expérimentations étaient 1/ d'évaluer les transferts dans les organes consommés et 2/ de proposer des facteurs de bioconcentration (BCF) sol-plante. L'usage des BCF en évaluation des risques sanitaires est rappelé, en particulier les incertitudes qu'ils représentent pour la modélisation des transferts, en sus de celles inhérentes aux concentrations dans les sols (incertitude analytique de 30% pour les POP) et à la bioaccessibilité du polluant dans les végétaux (dose réellement en contact avec l'organe cible chez l'homme souvent prise par défaut à 100% de la concentration mesurée).

Aussi, les BCF sont la plupart du temps pris par défaut dans la littérature, sachant qu'ils sont très dépendants de l'espèce végétale, du niveau de pollution, des caractéristiques agronomiques du sol..., et que de manière générale peu de données sont disponibles dans la littérature sur les végétaux potagers, consommés par l'homme. Ainsi, aucune donnée n'est recensée, par exemple pour les PCDD/F, dans la base BAPPOP<sup>2</sup> sortie en 2016.

Le protocole expérimental de culture en enceinte climatique (phytotron), et les végétaux potagers cultivés sont présentés, ainsi que les espèces végétales (adventices colonisatrices) présentes sur les sols contaminés prélevés sur les différentes parcelles du site atelier (gradient de concentrations, caractéristiques diverses). Sur cette base, les niveaux de transfert et les BCF sont déterminés. Ils seront utilisés pour l'ERS dans la suite du projet TROPHÉ.

## Eléments de discussion

Les participants sont préalablement avertis sur le fait que le sujet du jour est moins généraliste, plus spécialiste et assez éloigné de la gestion territoriale que les travaux habituellement présentés lors des réunions avec la société civile. Il s'agit de travaux expérimentaux à caractère scientifique.

---

<sup>1</sup> Les [Lignes directrices de l'OCDE](#) pour les essais de produits chimiques sont un ensemble de méthodes d'essai les plus pertinentes agréées internationalement et utilisées par les gouvernements, l'industrie et les laboratoires indépendants pour déterminer l'innocuité des produits chimiques et des préparations, y compris les pesticides et les produits chimiques industriels.

<sup>2</sup> Base de données sur la contamination des Plantes Potagères par les molécules Organiques Polluantes

Sur les toxicités relatives, il est précisé que les PCB coplanaires sont plus toxiques (proches de la 2,3,7,8 TCDD) que les PCB mono-ortho substitués. Les PCB<sub>i</sub> sont classiquement analysés en laboratoire, ils contiennent le seul congénère reconnu comme toxique avec une action cancérigène (qui est aussi un PCB-dl). Il est précisé que l'INERIS, dans son étude, analyse les molécules mères dans les sols et les végétaux, pas leurs métabolites.

L'estimation des BCF comporte de nombreuses approximations. L'impact est peu important sur les résultats d'un même site, l'objectif étant de produire de la donnée de BCF et pas de faire de la gestion, mais il est délicat d'extrapoler à d'autres sites. La variation des BCF dépend de l'espèce considérée mais aussi des niveaux de concentration dans les sols comme observée sur les 4 sols testés.

Pour les courgettes, le BCF sur le sol le plus contaminé est supérieur à ceux d'autres sols moins contaminés, que ce soit pour les PCDD/F comme pour les PCB. Une influence du degré de chloration est notée avec des valeurs de BCF tendant à diminuer avec l'augmentation du nombre d'atomes de chlore de la substance. La mobilité des polluants organiques persistants est donc facilitée par la courgette, éventuellement en lien avec les microorganismes du sol/exsudats (non étudié). Pour les pommes de terre, il y a peu de différence de BCF quelle que soit la contamination du sol (pas d'influence du degré de chloration des substances). Pour les graminées, le BCF le plus important est observé sur le sol le moins pollué (idem pour laitue et haricot) et la variabilité des résultats est beaucoup plus importante pour les PCDD/F que pour les PCB.

L'exposition des vers de compost aux mêmes sols a aussi été étudiée dans TROPHÉ : il y a, comme pour végétaux potagers, des transferts et une influence du degré de chloration plus conséquente pour les PCDD/F que pour les PCB (transfert plus important quand POP moins chlorés).

Les participants, très intéressés par ces travaux et par l'exposé détaillé des résultats qui en a été fait, se montrent en attente de la diffusion des rapports du projet TROPHÉ, une fois celui-ci achevé et remis aux co-financeurs (ADEME, DGPR), y compris sur les aspects évaluation des risques écotoxicologiques en lien avec la biodiversité.

## Document

Fiche ONG transmise par e-mail avant la réunion : Etude des transferts et des risques pour l'homme et les écosystèmes liés à des substances organiques persistantes dans des sols contaminés, disponible sur <http://www.ineris.fr/centredoc/ssp-2016-v2-1475570046.pdf>

## INERIS en bref

### Domaines d'expertise de l'INERIS :

#### RISQUES CHRONIQUES

Évaluation de la toxicité et de l'écotoxicité des substances chimiques. Modélisation et surveillance des atteintes à l'homme et à l'environnement générées par les pollutions, les champs électromagnétiques et dues aux installations et aux activités humaines. Réduction de la pollution des milieux ambiants et sols pollués.

#### RISQUES ACCIDENTELS

Évaluation des risques (incendie, explosion, rejets toxiques, foudre...) liés aux installations industrielles, aux procédés, aux produits, ainsi qu'aux infrastructures et systèmes de transports (tunnels, ports...). Maîtrise des risques par les dispositions technologiques et organisationnelles. Appui technique dans la mise en œuvre des Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT).

#### RISQUES DU SOL ET DU SOUS-SOL

Évaluation et prévention des risques de mouvement de terrain liés aux anciennes exploitations (mines ou carrières), aux stockages souterrains ou à certains sites naturels (versants rocheux, talus, falaises...). Surveillance et auscultation des massifs rocheux ou des ouvrages. Évaluation des risques liés aux eaux souterraines et aux émanations gazeuses du sol.

#### SÉCURITÉ DES ÉQUIPEMENTS ET DES PRODUITS

Connaissance et classification des produits énergétiques et autres produits dangereux. Fiabilité des dispositifs technologiques de sécurité. Évaluation de la conformité réglementaire et normative des systèmes, matériels et produits dont les produits explosifs et pyrotechniques.

#### CONSEIL EN MANAGEMENT DES RISQUES

Conseil et accompagnement dans la mise en place de systèmes de management Hygiène, Santé, Sécurité, Environnement (HSSE). Aide à l'intégration des systèmes de management QHSE. Développement d'outils de diagnostic et analyse des causes humaines et organisationnelles après un accident. Suivi et diagnostic réglementaires.

Portail INERIS : [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)

## Contact INERIS

Céline Boudet, Responsable ouverture et dialogue avec la société  
[celine.boudet@ineris.fr](mailto:celine.boudet@ineris.fr) / 03 44 55 65 95