

# Fracturation hydraulique : quel risque pour les générations futures ?

Catherine VIGUIE | Catherine.viguie@toulouse.inra.fr

Inra - UMR 1331 Toxalim - Toulouse

Mots clés : Fracturation hydraulique, mélanges, perturbateurs endocriniens, reprotoxique

La fracturation hydraulique\* permet d'accéder à des réserves d'énergies fossiles jusque-là inaccessibles. Cette technologie présente de nombreux enjeux écologiques et sanitaires pour la santé humaine et animale, qui sont peu ou mal évalués. L'une des questions particulièrement préoccupantes concerne la contamination potentielle des eaux de surface et/ou des nappes phréatiques par les fluides de fracturation et/ou les eaux usées contenant des contaminants de fluides de fracturation et des contaminants naturels (radioéléments, métaux lourds par exemple). En effet, des observations épidémiologiques récentes font état d'une augmentation de l'incidence des naissances avant terme et de grossesses à risque chez les femmes exposées (1). Les deux publications présentées proposent deux approches complémentaires d'évaluation en première intention, du danger lié à la contamination des ressources hydriques par des composés reprotoxiques (1) et/ou perturbateurs endocriniens\* (2). La première publication apporte des éléments de plausibilité d'un effet néfaste sur la reproduction ou le développement, d'après une analyse portant sur des bases de données relatives aux substances reprotoxiques. La seconde publication apporte des éléments de preuve biologique indiquant que l'activité de traitement/recyclage des eaux de fracturation hydraulique peut conduire à une contamination des eaux de surface par des composés susceptibles d'interagir avec des récepteurs du système endocrinien.

## Evaluation systématique des contaminants chimiques de liquides et eaux usées de fracturation hydraulique pour leur toxicité sur la reproduction et le développement

Elliot EG. et al. (2016). A systematic evaluation of chemicals in hydraulic-fracturing fluids and wastewater for reproductive and developmental toxicity. *Sci Total Environ*. Vol.1: p 1-10

### Résumé

Cette publication décrit une approche globale qui combine le recensement de composés chimiques des fluides ou de contaminants d'eaux usées de fracturation hydraulique\* à partir de bases de données préétablies, et l'analyse systématique des données toxicologiques pour la reproduction ou le développement, à partir de la base de données « Reprotox » (3). Les auteurs ont fait l'inventaire, à partir de la base de données de l'US EPA\*, des composés chimiques présents dans des fluides et/ou des eaux usées de fracturation hydraulique (1021 composés identifiés). Ces composés ont été passés au crible de la base de données « Reprotox » qui recense les données toxicologiques disponibles en matière de reproduction et développement. De même, le recensement des valeurs toxicologiques de référence (4) ou de normes ou recommandations officielles en lien avec la qualité de l'eau a été fait pour ces substances. Les auteurs indiquent l'absence de données toxicologiques pour 76% des composés ; pour les autres composés (240), des propriétés toxiques pour la reproduction et/ou le développement ont pu être identifiées dans « Reprotox » pour 157 d'entre eux, dont 67 seulement faisaient l'objet d'une réglementation ou de recommandations pour la qualité de l'eau. Les auteurs proposent leur approche comme étape initiale de la priorisation des contaminants de l'eau en lien avec la fracturation hydraulique pour de futures évaluations toxicologiques, notamment dans les eaux potables et par

rapport à un danger pour la santé de la reproduction et du développement.

### Commentaire

Cette étude a le mérite d'intégrer plusieurs indicateurs concernant d'éventuels effets sur la reproduction et le développement, à travers la contamination des ressources en eau, et se veut systématique. Toutefois, le manque d'informations de la part des industriels concernant la composition et les tonnages en fluides de fracturation et le manque de données toxicologiques limitent fortement le caractère exhaustif de cette étude. Il n'en demeure pas moins qu'elle représente une première tentative intéressante de hiérarchisation de l'évaluation des composés en prenant en compte des données bien établies.

Une des limites de l'étude réside dans le fait que l'unique base de données utilisée pour l'évaluation des propriétés reprotoxiques recense des études de type BPL\* basées sur des exigences réglementaires strictes en matière de traçabilité et auxquelles très peu d'études scientifiques de bon niveau souscrivent. Il y a donc là une perte importante d'informations scientifiques qui pourraient se révéler critiques. Enfin, cette approche est limitée du fait qu'elle est basée sur une évaluation des contaminants un par un et n'intègre donc pas les possibilités d'interactions qui peuvent exister au sein de mélanges aussi complexes.

## Activités endocrines d'eaux de surface à proximité d'une installation de traitement d'eaux usées provenant de l'industrie d'hydrocarbures en Virginie occidentale

Kassotis CD. et al. (2016). Endocrine disrupting activities of surface water associated with a West Virginia oil and gas industry wastewater disposal site. *Sci Total Environ*, vol. 557-558: p 901-10.

## Résumé

Le traitement des eaux résiduelles de puits de fracturation hydraulique aux États-Unis repose essentiellement sur l'injection de ces eaux contaminées dans des puits souterrains. Très peu de données sont disponibles concernant l'impact de ces injections souterraines sur la qualité des eaux de surface. Cette étude avait pour objectif d'évaluer les propriétés de perturbateurs endocriniens d'eaux de surface en amont et en aval d'un site de traitement d'eaux usées résiduelles de puits de fracturation hydraulique. Des tests de criblage biologique *in vitro* ont été utilisés afin de déterminer les propriétés agonistes\* ou antagonistes\* de 5 types de récepteurs hormonaux: hormones thyroïdiennes\*, glucocorticoïdes surrénaliens\*, œstrogènes\*, progestérone\* et androgènes\* (2). Les eaux des sites situés en aval de la station présentaient une activité antagoniste pour les cinq récepteurs, beaucoup plus importante que pour les eaux contrôles. Cette activité inhibitrice a été traduite en concentration équivalente des molécules antagonistes de référence. Les concentrations ainsi calculées étaient dans la gamme de concentration connue pour leur impact négatif sur la reproduction et/ou le développement de la faune aquatique. Par contre, les propriétés agonistes des eaux en aval se sont révélées beaucoup plus faibles et globalement inférieures à celles mesurées sur un ou des sites contrôles.

## Commentaire

La méthode de criblage proposée repose sur la mesure d'une activité biologique, ce qui est adapté à l'évaluation de mélanges chimiques complexes et permet d'identifier un danger sans présumer de la nature chimique des composés. Cependant, on peut toutefois regretter que les auteurs n'aient pas introduit dans leur analyse des échantillons d'eaux potables provenant du même bassin hydrique afin de préciser le risque pour les populations humaines vivant dans cette zone.

Une des limites majeures concerne la contribution exacte des eaux usées de fracturation à l'activité mesurée, étant donné que la station traite d'autres déchets industriels. Il semblerait que la teneur élevée des échantillons en sodium, chlore, strontium et baryum soit un indicateur fiable d'une contribution réelle des eaux de fracturation (5).

## CONCLUSION GÉNÉRALE

L'exploitation « non conventionnelle » par fracturation hydraulique d'énergies fossiles, jusque-là inaccessibles, est la source de conflits entre enjeux économiques d'une part et enjeux sanitaires pour la santé humaine/animale et environnementale d'autre part. L'évaluation scientifique et objective du risque toxicologique associé à cette technique apparaît donc comme une nécessité urgente pour garantir le maintien de l'équilibre entre ces différents enjeux. Une meilleure caractérisation des dangers et des facteurs de risque permettrait d'améliorer l'encadrement de ce procédé hydraulique, tout en contribuant aux évolutions technologiques vers des procédés plus « propres ». Les deux publications analysées soulèvent le manque de données scientifiques et de terrain pour un danger actuellement très peu exploré : la contamination des ressources hydriques par des composés PE ou reprotoxiques.

La première publication, qui s'appuie sur des données bibliographiques, recense la présence de nombreux composés potentiellement reprotoxiques dans les mélanges de fluide de fracturation et/ou les eaux usées issues de ce procédé. La deuxième publication apporte quant à elle des éléments de preuves biologiques suggérant que des composés à activités endocrines sont présents dans les eaux résiduelles avec des niveaux d'activité potentiellement préjudiciables à la faune aquatique. Ces deux approches complémentaires apportent des éléments pour l'évaluation du risque pour l'environnement et la santé de la fracturation hydraulique à travers la contamination des ressources hydriques par des contaminants PE et/ou reprotoxiques. Toutefois, les approches proposées, si elles ont valeur de signal d'alerte, restent encore trop préliminaires pour évaluer un risque global. De plus amples investigations toxicologiques et de terrain sont indispensables pour mieux caractériser ce danger et le risque associé, afin de prémunir les écosystèmes les populations sensibles, et pour faire évoluer cette technologie vers un moindre risque.

## GENERAL CONCLUSION

*The unconventional extraction of hydrocarbons using hydraulic fracturing is a source of major conflicting confrontations between on the one hand, economical and industrial issues and in the other hand, sanitary health and environmental issues. There is an urgent need for an accurate state of knowledge based on independent scientific evaluation to guaranty the balance between these conflicting issues. A better characterization of the dangers and the risk factor associated to hydraulic fracturing should allow more comprehensive guidelines and legislative frame to be developed for the use and the development of this industrial practice and its technologic evolution toward safer practices. The two referenced publications highlight the dramatic lack of scientific and field data and address a so far poorly investigated potential danger: the contamination of water resources by compounds with endocrine disruptor and/or reprotoxic properties.*

*The first publication is a systematic analysis and screening of individual chemical compounds identified as components of fracturing fluid or wastewaters for their reprotoxic properties based on the analysis of the "Reprotox" database from the Reproductive Toxicology Center. The second paper, brings some biological evidences that the process of hydraulic fracturing can be associated with the contamination of hydric resources by compounds or mix exhibiting clear hormonal antagonistic activities. The two approaches can be used as a base to establish alert signals. They remain however very preliminary and do not allow to determine the global risk. It is clear that further detailed toxicological and field investigations are required for a more comprehensive understanding of the health and environmental risks associated to the contamination of water resources by endocrine disrupting compound from fracturing fluid or wastewater.*

## Lexique

**Agoniste** : substance qui se fixe sur un récepteur cellulaire, dont il n'est pas le ligand naturel. Il produit, au moins en partie, les mêmes effets que le ligand naturel.

**Androgène** : hormone stéroïde masculine produite notamment par les testicules et qui influence toute l'activité de reproduction.

**Antagoniste** : molécule interagissant avec un récepteur d'une molécule endogène pour en bloquer ou en diminuer (inhibe) les effets physiologiques.

**Bonnes pratiques de laboratoire (BPL)** : système de garantie de la qualité portant sur le mode d'organisation des études de sécurité non cliniques relatives à la santé humaine et animale, à l'environnement et portant sur les conditions dans lesquelles ces études sont planifiées, réalisées, contrôlées, enregistrées, rapportées, archivées et diffusées. Les dispositions de ces bonnes pratiques sont établies par la directive du Parlement et du Conseil 2004/10/CE du 11 février 2004.

**Fracturation hydraulique** : dislocation ciblée de formations géologiques peu perméables, en injectant sous très haute pression, un fluide destiné à fissurer et micro-fissurer la roche.

**Glucocorticoïdes** : hormones produites par la partie corticale des glandes surrénales en réponse à des stress ou une inflammation et dotées de propriétés anti-inflammatoires et sur le métabolisme, par exemple, la cortisone.

**Hormones thyroïdiennes** : hormones iodées produites par la glande thyroïde et intervenant dans le métabolisme, la croissance et le développement du système nerveux.

**In vitro** : expériences pratiquées au laboratoire, en dehors d'un organisme vivant.

**Œstrogène** : hormone stéroïde féminine produite notamment par les ovaires et qui influence toute l'activité de reproduction et le développement.

**Perturbateur endocrinien (PE)** : molécule qui mime, inhibe ou modifie l'action d'une hormone et perturbe le fonctionnement normal d'un organisme.

**Progestérone** : hormone stéroïde féminine produite notamment par les ovaires après l'ovulation et qui est essentielle au maintien de la gestation.

**United States Environmental Protection Agency** (agence de protection de l'environnement des Etats Unis) : US EPA

## Publications de référence

**1 Casey JA, Savitz DA** et al. Unconventional Natural Gas Development and Birth Outcomes in Pennsylvania, USA. *Epidemiology*. 2016 Mar;27(2):163-72

**2 Kassotis CD, Klemp KC** et al. Endocrine-Disrupting Activity of Hydraulic Fracturing Chemicals and Adverse Health Outcomes After Prenatal Exposure in Male Mice. *Endocrinology*. 2015

**3 Reproductive Toxicology Center: REROTOX®**  
<https://reprotox.org/>

**4 Yost EE, Stanek J** et al. Overview of Chronic Oral Toxicity Values for Chemicals Present in Hydraulic Fracturing Fluids, Flowback, and Produced Waters. *Environ Sci Technol*. 2016 May 3;50(9):4788-97

**5 Akob DM, Cozzarelli IM** et al. Organic and inorganic composition and microbiology of produced waters from Pennsylvania shale gas wells. *Appl Geochem*, 2015; 60: 116-125.

### Revue de la littérature

**Carpenter DO**. Hydraulic fracturing for natural gas: impact on health and environment. *Rev Environ Health*. 2016 Mar 1;31(1):47-51

**Kassotis CD, Tillitt DE** et al. Endocrine-Disrupting Chemicals and Oil and Natural Gas Operations: Potential Environmental Contamination and Recommendations to Assess Complex Environmental Mixtures. *Environ Health Perspect*. 2016 Mar;124(3):256-64

**Wattenberg EV, Bielicki JM** et al. Assessment of the Acute and Chronic Health Hazards of Hydraulic Fracturing Fluids. *J Occup Environ Hyg*. 2015;12(9):611-24

### Liens d'intérêts :

Les auteurs déclarent n'avoir aucun lien d'intérêt