

**Synthèse du bilan toxicologie –chimie d’ATC Toxicologie du Pr A. Picot concernant
l’exploitation et l’exploration des huiles et gaz de schiste ou hydrocarbures de roche-mère
par fracturation hydraulique.**

Analyse faite Par Mr Guillaume Beuzelin ,Ingénieur Physique pour la CNMSE (Coordination Nationale Médicale Santé Environnement ,ONG de professionnels de santé tous horizons)

La présente étude se propose de mettre à disposition une liste non exhaustive des adjuvants chimiques constituant les fluides de fractionnement des roches dans les exploitations de gaz et huiles de schiste. Sa principale source est l’agence américaine de protection de l’environnement EPA. Cette étude porte également sur les voies probables de contamination des hommes et de l’environnement ainsi que sur la toxicologie des polluants.

Une introduction rapide au contexte économique actuel permet d’appréhender la pression importante qui s’exerce sur nos décideurs en matière d’exploitation de ces hydrocarbures et met l’accent sur la nécessité d’une action politique forte.

L’étude rapide du système d’exploitation permet ensuite d’avoir une bonne vision d’ensemble du dispositif et de distinguer à priori quatre niveaux de pollution possibles :

- Pollution systématique de l’eau utilisée pour la fracturation, la mise en solution d’éléments du sol et la stabilisation partielle des fissures.
- Pollution probable et risques de contaminations dues à des erreurs de sécurisation des installations au moment de l’injection des fluides de fractionnement et de l’extraction des boues et incidents divers (explosions, incendies , glissements de terrain par déstabilisation des sols, etc ...//)
- Pollution par évaporation des produits volatils depuis les boues en lagunage et éventuelles malfaçons dans les systèmes de récupération des gaz en sortie des puits.
- Pollution souterraine des sols et des nappes phréatiques par diffusion lente des éléments toxiques ou par formation de micro-canaux permettant leur écoulement. Il est important de noter que 30 à 80% du liquide de fractionnement injecté reste sous terre et ne peut donc pas être retraité ni réutilisé et constitue une pollution permanente ,diffusant à distance .

A chacune de ces étapes, la contamination des personnes et des écosystèmes peut se faire par ingestion, inhalation ou par contact et diffusion à travers la peau.

Les fluides de fractionnement contiennent au moment de leur injection dans la terre une grande quantité de produits chimiques réactifs :

TYPE D'ADDITIFS		PRINCIPAUX COMPOSES CHIMIQUES	COMPOSITION % EN VOLUME
1	Eau		90
2	Agents de soutènement	Silice cristalline, billes de céramique	9,51
3	Acides forts, dissolvant les métaux	Acide chlorhydrique	0,123
4	Agents réducteurs de friction	Polyacrylamide, huiles minérales	0,088
5	Surfactants (agents diminuant la tension superficielle)	2-Butoxyéthanol, Isopropanol, Octylphénol éthoxylé	0,085
6	Stabilisants de l'argile	Chlorure de potassium Chlorure de tétraméthylammonium	0,06
7	Agents gélifiants	Bentonite, Gomme Guar, Hydroxyéthylcellulose	0,056
8	Inhibiteurs des dépôts dans les canalisations	Ethylène-glycol, Propylène-glycol	0,043
9	Agents de contrôle du pH	Carbonate de sodium, Carbonate de potassium, Chlorure d'ammonium	0,011
10	Agents de tenue des gels	Hémicellulase, Persulfate d'ammonium, Quebracho	0,01
11	Agents de maintien de la fluidité en cas d'augmentation de la température	Perborate de sodium, Borates, Anhydride acétique	0,007
12	Agents de contrôle du taux de fer	Acide citrique, EDTA*	0,004
13	Inhibiteurs de corrosion	Dérivés de la Quinoléine, Diméthylformamide (DMF), Alcool propargylique	0,002
14	Biocides (antiseptiques)	Dibromoacétonitrite, Glutaraldéhyde, DBNPA**	0,001

Tableau 2: TYPES D'ADDITIFS ET LEUR POURCENTAGE DANS UN LIQUIDE DE FRAGMENTATION D'EXPLOITATION DU GAZ DE SCHISTE AUX ETATS-UNIS.

*EDTA= Ethylenediamine tetracetic acid **DBNPA : 2,2-Dibromo-3-nitro-propionamide

Une fois injecté à grande profondeur sous haute pression et en présence d'hydrocarbures, ce mélange réactionnel permet la formation d'un nombre important de composés toxiques minéraux et organiques, dont le benzène, puissant hématotoxique et cancérigène, le N oxyde de 4

nitroquinoléine utilisé **en laboratoire pour déclencher des cancers de la cavité buccale chez les rongeurs , et capable de faire muter les bactéries comme l'E .Coli (Colibacille) .**

Le tableau 9 regroupe les principaux types de toxicité avec le nombre de composés intervenant dans ces types de toxicité .

TYPE DE TOXICITE	NOMBRE DE PRODUITS PRIS EN CONSIDERATION DANS LES TABLEAUX 3 ET 4
Neurotoxiques	6
Hématotoxiques	8
Hépatotoxiques	4
Néphrotoxiques	2
Reprotoxiques (Repro2)	10
Cancérogènes chez l'Homme (Groupes 1 et 2A du CIRC)	10
Cancérogènes chez l'animal et considérés par le CIRC comme cancérogènes possibles chez l'Homme (Groupe 2 B)	9 + 1*

1* N-Oxyde de 4 – nitroquinoléine (cancers de la bouche et de la langue chez les rongeurs)

*Le benzène doit être présent dans le fluide de fracturation de départ ,apporté par les mélanges de fractions pétrolières

Tableau 9 : PRINCIPAUX PRODUITS TOXIQUES CHEZ L'HOMME REPERTORIES DANS LES TABLEAUX 3 ET 4

A noter également, de nombreux mutagènes comme les composés organochlorés, ainsi que des produits dont la toxicité n'est pas encore bien connue.

Le mélange de composés chimiques les plus divers est concentré dans la solution de fractionnement en moyenne à 1% en volume, ce qui est considérable d'un point de vue toxicologique. Cette concentration en toxiques monte à au moins 5% si on considère également le sable qui est de la silice cristalline possèdent un fort pouvoir fibrosant peut-être cancérigène sous forme de fines particules. La lixiviation des sols par les acides de fractionnement(HCL) extrait également un grand nombre de sels hydrosolubles de composés minéraux divers dont la quantité dépend de la nature du sol fractionné. Certains composés minéraux, outre leur toxicité intrinsèque permettent des réactions chimiques supplémentaires, par catalyse minérale notamment.

Les composés présents dans les boues issues du fractionnement sont donc d'une très grande variété.

La majorité des produits toxiques repérés dans les fluides de fracturation sont pour l'essentiel des xénobiotiques et beaucoup d'entre eux sont très toxiques. Les études aux alentours des sites d'exploitation ont d'ailleurs permis de montrer qu'il existait une certaine corrélation entre les

symptômes observés chez les animaux et les humains contaminés , et la toxicité connu de certain composés identifiés comme tel . On peut citer en exemple de graves lésions neurologiques chez des riverains caractéristique d'une intoxication aigüe au toluène et autre dérivés aromatiques monocycliques, ainsi que des atteintes profondes de la cavité buccale caractéristiques de l'action du N.oxyde . 4 . nitroquinoléine chez des bovins intoxiqués par les lixivia d'une exploitation en Louisiane ainsi que d'autres animaux en Pennsylvanie, ce qui est particulièrement inquiétant c'est l'augmentation des taux de leucémies ,parmi les populations environnantes ,surtout chez les jeunes enfants .

La grande diversité des produits identifiés dans les liquides de fractionnement et le grand nombre de composés potentiellement générés dans ce milieu fortement réactionnel incitent à une approche interdisciplinaire de la question, et notamment toxicochimique.

*Le plomb ou l'arsenic ne sont pas dans le liquide de fractionnement au départ mais sont libérés par lixiviation des sulfures minéraux correspondants au cours de la remontée des eaux de fracturation

(note du rédacteur du résumé : la complexité du mélange ne permet pas a priori de traiter les éléments chimiques séparément. Il s'agirait donc de manière globale d'un fluide dont la concentration en toxiques puissants est de 1% en volume (~10% si on considère la silice cristalline , les fribosants), le toxique étant non traitable et de toxicité seulement partiellement connue. Ce n'est qu'une suggestion, je ne suis pas toxicologue, mais en général il est impossible de réduire le tout à la somme des parties d'autant plus que selon la période d'exposition , la toxicité pourra avoir un impact plus ou moins puissant . Ceci est surtout important pour la femme enceinte , les jeunes enfants et les adolescents)