



Débat INERIS – ONG

**Maîtrise des impacts et des risques
liés à l'exploitation des gaz et
huiles de schiste**

Mardi 10 avril 2012

Sommaire

Personnes présentes :	3
Questions relatives à l'exploitation des gaz et huiles de schiste	4
Installation de puits horizontal et fracturation hydraulique de la roche	4
Porosité et perméabilité de la roche	4
Délais de forages et d'exploitation	4
Technique de fracturation hydraulique : quelques indications	4
Techniques d'exploration préalable	4
Tubages du puits vertical	4
Quantité d'eau nécessaire au forage et à la fracturation.....	5
Techniques alternatives à la fracturation hydraulique.....	5
Questions relatives aux risques associés.....	5
Sismicité induite	5
Additifs chimiques utilisés et substituts non toxiques possibles	5
Traitement et devenir des effluents.....	6
Surveillance après fermeture des puits.....	6
Questions relatives à la surveillance	6
Caractérisation du bruit de fond géochimique.....	6
Contrôle de la qualité du forage.....	6
Surveillance microsismique	7
Quelques recommandations de participants sur l'exploration des gaz et huiles de schiste	7
Documents joints à ce compte-rendu	7

Personnes présentes :

ONG/Associations

Prénom	Nom	Organisme
Maryse	Arditi	France Nature Environnement
Alain	Argenson	Ile de France Environnement
Jean-Claude	Boë	Samois sur Terre
Claude	Champredon	France Nature Environnement
Henri	Delagrangé	Nature Environnement 77
Pierre	Doerler	pour la promotion du projet de parc naturel de la Brie et des deux Morin
Marie-Paule	Duflot	Nature Environnement 77
Philippe	Le Corneur	Gaïa
Armelle	Magnan de Bornier	Samois sur Terre
Adeline	Mathien	France nature Environnement
Paul	Mathis	FNAUT
Daniel	Salomon	Nature Environnement 77

INERIS

Prénom	Nom	Organisme
Isabelle	Clostre	Responsable ouverture et dialogue avec la société
Christophe	Didier	Directeur adjoint des risques du sol et du sous-sol
Mehdi	Ghoreychi	Directeur des risques du sol et du sous-sol
Vincent	Laflèche	Directeur général
Ginette	Vastel	Directrice de la Communication

Personnes excusées :

Prénom	Nom	Organisme
Pierre	Perbos	Réseau Action Climat France
Anne	Valette	Greenpeace France

Questions relatives à l'exploitation des gaz et huiles de schiste

Installation de puits horizontal et fracturation hydraulique de la roche

Les gaz et huiles de schiste ne sont pas contenus dans un réservoir poreux, contrairement au gaz naturel dit « conventionnel » par exemple, mais sont emprisonnés dans des couches étendues de roche-mère pratiquement imperméable. Pour les exploiter, la technique employée depuis une dizaine d'année consiste à réaliser des forages horizontaux ; la fracturation hydraulique est réalisée le long de ces forages. La partie horizontale du forage se développe au sein de la formation visée et peut avoir une longueur de quelques milliers de mètres.

La technique de fracturation hydraulique est antérieure à l'exploration des gaz et huiles de schiste. Elle est utilisée dans le domaine de l'exploitation pétrolière et gazière depuis les années 1940.

Porosité et perméabilité de la roche

La porosité est le rapport du volume des vides au volume total d'une roche. Les « roches réservoirs » sont poreuses et contiennent du fluide (gaz naturel, pétrole, eau). La perméabilité d'une roche, qui doit être suffisante pour extraire le fluide, dépend en général de sa porosité. Elle traduit l'aptitude du milieu à laisser s'écouler les fluides présents en son sein.

Dans le cas des huiles et gaz de schiste, la roche mère est pratiquement imperméable. La ressource est très difficile d'accès et les techniques conventionnellement utilisées ne sont pas applicables dans ces conditions. La méthode couramment utilisée pour récupérer les gaz et huiles de schiste est d'augmenter la perméabilité de la roche par fracturation hydraulique.

Délais de forages et d'exploitation

Le forage d'un puits vertical, des puits horizontaux et la fracturation hydraulique nécessitent plusieurs mois de travail. L'exploitation dure ensuite quelques années (classiquement 2 à 3 années). Ces ordres de grandeur sont susceptibles de varier d'un site à l'autre selon le gisement et les moyens d'exploitation.

Technique de fracturation hydraulique : quelques indications

La pression utilisée pour fracturer la roche augmente avec la profondeur. Elle peut être atteindre 70 à 80 MPa (700 à 800 bars) à 3000 m. Pour parvenir à fracturer la roche, la pression d'injection doit être plus forte que la contrainte naturelle minimale s'appliquant sur la roche.

La fracturation hydraulique se déroule étape par étape. Elle concerne une zone étendue de l'ordre de quelques centaines de mètres à chaque injection.

Techniques d'exploration préalable

Plusieurs études permettent d'estimer le potentiel de la zone, notamment :

- Le prélèvement de carottes pour analyser la composition de la roche.
- La construction de l'histoire géologique du terrain (phase de collectes de données antérieures).
- La réalisation d'essais *in situ* à petite échelle pour déterminer notamment l'état des contraintes naturelles.

Tubages du puits vertical

Pour éviter une migration non maîtrisée des gaz vers la surface, il faut notamment assurer l'étanchéité des puits verticaux. La réalisation d'un puits fonctionne sur le principe d'un entonnoir. Il est en effet constitué de plusieurs tubages isolés les uns des autres par de la cimentation. Ainsi le diamètre du puits à la surface est de quelques dizaines de centimètres alors qu'en profondeur, au niveau de la roche-mère, il est de quelques centimètres.

Quantité d'eau nécessaire au forage et à la fracturation

Les données sont très variables d'un bassin sédimentaire à l'autre, ainsi qu'à l'intérieur d'un même bassin. Cependant, l'ordre de grandeur du volume d'eau nécessaire à la réalisation d'un forage et de sa fracturation hydraulique est de 10 000 à 20 000 m³ par puits.

A cette eau sont ajoutés des agents de soutènement tels que du sable (ou des billes) ainsi que divers additifs chimiques.

De 20 à 70 % de l'eau de forage et de l'eau de fracturation est refoulée lors de la phase de « flowback¹ ».

Techniques alternatives à la fracturation hydraulique

La fracturation hydraulique, au sens large d'injection de fluides sous pression, n'a pas pour le moment de véritables alternatives opérationnelles.

Questions relatives aux risques associés

Sismicité induite

La fracturation hydraulique modifie l'état d'équilibre du massif rocheux. La création et la propagation des fractures lors du processus de fracturation hydraulique génèrent des microséismes de magnitude très faible (magnitudes souvent inférieures à 0 sur l'échelle de Richter) et ne présentant pas de risque pour les structures présentes en surface, l'exploration se situant généralement à des profondeurs supérieures à 1500 m.

En revanche, dans certaines configurations particulières, les perturbations cumulées du massif rocheux (fracturation, injection de fluide puis extraction des hydrocarbures présents) peuvent engendrer une remobilisation de l'état des contraintes et faciliter le réajustement de failles sous contraintes. Dans ce cas, on parle de sismicité induite, la rupture des roches donnant naissance à un petit séisme du fait des perturbations du massif liées à l'activité anthropique. La magnitude des événements est dans ce cas sensiblement plus importante que celle résultant de la fracturation des roches. Des magnitudes de l'ordre de 2 à 3 et plus exceptionnellement 4 ont ainsi été enregistrées consécutivement au recours de fracturations hydrauliques à grande échelle.

Ainsi, aux Etats-Unis, la survenue de séismes a été imputée à la fracturation hydraulique (au Texas et en Arkansas). Il n'est toutefois pas exclu que, dans certains cas, ces séismes aient été causés par l'injection de saumure dans des roches sus-jacentes.

Ce point de vigilance mériterait sans doute des investigations approfondies dans le bassin du sud-est, étant donné la présence plus ou moins rapprochée de failles.

Additifs chimiques utilisés et substituts non toxiques possibles

La fracturation hydraulique requiert l'injection d'un fluide composé d'eau (environ 95%), de sable ou de billes (quelques %) et d'additifs chimiques (inférieur au %). Ces additifs peuvent avoir des rôles divers : maintenir la fracture ouverte, augmenter la viscosité du fluide, diminuer le frottement, faciliter le retour du fluide, limiter la prolifération de microorganismes, restaurer la perméabilité en fin d'opération, inhiber la corrosion des tubages, contrôler le PH... Certains de ces additifs peuvent présenter des propriétés toxiques voire cancérogènes selon leur concentration et la durée d'exposition.

¹ Période durant de quelques heures à quelques jours succédant à la phase de fracturation hydraulique et qui précède la mise en production du puits.

On peut énumérer quelques centaines de produits chimiques organiques et inorganiques qui ont déjà été utilisés, souvent à l'état de trace (de l'ordre de 0.0001 à 1 ppm). Les formulations vont des plus simples aux plus complexes selon la formation rocheuse concernée. Une liste des additifs chimiques connus est disponible sur le site de l'US EPA (agence américaine de protection de l'environnement).

Dans un souci de préservation de l'homme et de l'environnement, il est impératif de promouvoir la recherche de produits de substitution moins nocifs. Des travaux de recherche en « chimie verte » visant à développer des additifs plus respectueux (c'est-à-dire compatibles avec les exigences réglementaires de REACH et de la DCE²) sont actuellement menés.

Traitement et devenir des effluents

Le fluide de forage et d'exploitation, une fois séparé du gaz exploitable, est traité avant d'être réutilisé ou rejeté. La toxicité et l'écotoxicité des additifs chimiques présents dans ce fluide, de même que les éléments ou substances chimiques naturellement présents dans le sous-sol et pouvant avoir été remobilisés, doivent être étudiés très précisément. Différents risques sanitaires et de pollution du milieu naturel peuvent survenir : émanation gazeuses dans les bassins de décantation, pollution des eaux potables ou potabilisables autour des installations de traitement, etc.

Surveillance après fermeture des puits

On peut s'interroger sur l'évolution de l'état des puits sur le moyen et long termes : risques de corrosion des aciers, de dégradation des annulaires cimentés et des bouchons... Le retour d'expérience dans le domaine du stockage souterrain indique que les ouvrages d'accès verticaux constituent des chemins préférentiels de fuites, dans le temps.

Questions relatives à la surveillance

Caractérisation du bruit de fond géochimique

La surveillance géochimique requiert de caractériser, avant tout projet d'exploitation, le bruit de fond géochimique (caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques) c'est-à-dire l'état initial des milieux. Elle se fera par des mesures de gaz et d'eau prélevés en surface et en profondeur. Cette logique « d'état zéro » doit impérativement être systématisée. Elle permettra de signaler pendant l'exploitation une altération des milieux et à plus long terme, notamment après exploitation, de mesurer son impact notamment par la présence de substances dans l'environnement.

Contrôle de la qualité du forage

En France, les activités des opérateurs pétroliers et gaziers sont étroitement encadrées par des agents spécialisés des DREAL (DRIEE en Ile-de-France) chargés, sous l'autorité du préfet de département, de la police des mines et de l'inspection du travail dans les industries extractives.

Ces agents instruisent les demandes d'ouverture et de fermeture des travaux miniers (forages, exploitation, etc.), s'assurent au cours des travaux du respect de la réglementation et des spécifications particulières qu'ils édictent et contrôlent les résultats obtenus. Ils peuvent à tout moment imposer l'interruption des travaux en cas de difficultés ou de risques graves. Ils peuvent également imposer des mesures de contrôle et de surveillance de l'exploitation et de son environnement.

² Directive Cadre sur l'Eau

Dans le cas des gaz et huiles de schiste, des défauts d'étanchéité durant les phases de forage et de tubage ont été signalés à plusieurs reprises par l'US EPA. C'est la raison pour laquelle le rapport conjoint du BRGM, de l'INERIS et de l'IFPEN préconise d'approfondir les connaissances sur les techniques envisagées pour la réalisation des puits d'exploitation, notamment les techniques de forage.

En matière de contrôle, l'INERIS recommande de renforcer la formation des agents de l'Etat et de promouvoir les contrôles de forages par des organismes indépendants, c'est-à-dire autres que les sociétés effectuant les forages.

Surveillance microsismique

L'écoute micro-sismique est une technique mise en œuvre depuis de nombreuses années pour la détection de signaux précurseurs d'instabilités dans les mines actives ou abandonnées, la surveillance de stockage de gaz naturels et d'hydrocarbures, etc.

Cette technique permet de localiser le point de départ et le développement de fractures au sein du massif rocheux. Elle s'avère donc particulièrement intéressante dans le cas des gaz et huiles de schiste afin de limiter le risque d'atteinte de failles majeures susceptibles d'être en contact avec des aquifères.

La précision de localisation des événements microsismiques est limitée, elle peut varier d'un ordre de grandeur allant de dix à quelques dizaines de mètres. Il faut donc davantage la considérer comme une mesure de prévention.

Quelques recommandations de participants sur l'exploration des gaz et huiles de schiste

Il convient de relativiser l'engouement pour l'exploitation des hydrocarbures de roche-mère en raison de la réalité de la ressource par rapport aux volumes initialement estimés.

Avant d'envisager quoi que ce soit, il faut *a minima* évaluer précisément les émissions de gaz à effet de serre et le bilan énergétique de la filière. Cette analyse devra intégrer les risques de migration de gaz vers la surface, par exemple de méthane.

De même, il faudrait essayer de bénéficier, autant que possible, du retour d'expérience nord-américain (Canada et Etats-Unis).

Enfin, attention à l'effet ITER. Mieux vaut étudier très précisément en laboratoire toutes les situations possibles avant d'envisager la moindre mise en situation réelle.

Documents joints à ce compte-rendu

- Maîtrise des risques environnementaux liés à l'exploitation des hydrocarbures de roche-mère, diaporama, Christophe Didier, INERIS, avril 2012.
- Maîtrise des impacts et risques liés à l'exploitation des hydrocarbures de roche-mère : enjeux, verrous et pistes de recherche, rapport final, INERIS – IFPEN – BRGM, septembre 2011.

INERIS en bref

Etablissement Public à caractère industriel et commercial créé en 1990. L'INERIS a pour mission de réaliser ou de faire réaliser des études et des recherches permettant de prévenir les risques que les activités économiques font peser sur la santé, la sécurité des personnes et des biens ainsi que sur l'environnement, et de fournir toute prestation destinée à faciliter l'adaptation des entreprises à cet objectif.

La recherche à l'INERIS est orientée vers la production de connaissances, le développement d'outils méthodologiques et la prise en compte des risques dès la conception de nouvelles technologies. Cette recherche est conduite sur financements publics ou pour le compte d'industriels (recherche partenariale).

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), 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.

Des outils opérationnels en ligne.

Sur le site AIDA [<http://aida.ineris.fr>]

AIDA : Suivi de la réglementation française et européenne relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

BREF : Meilleures Techniques Disponibles.

Sur le portail BADORIS [<http://www.ineris.fr/badoris>]

Dispositifs de sécurité pour prévenir les risques ou limiter l'occurrence des accidents majeurs.

Sur le site VIJI [<http://www.ineris.fr/viji>]

Veille juridique intégrée sur les risques industriels.

Sur le site Toxicologie expérimentale [<http://toxi.ineris.fr>]

Logiciels de calcul du devenir des toxiques dans le corps.

Sur le portail substances chimiques [<http://www.ineris.fr/substances>]

Fiches de données toxicologiques, environnementales et technico-économiques des substances chimiques.

Seuils de toxicité aiguë en situation accidentelle.

Base de données toxicologiques et environnementales.

Sur le site PREV'AIR [www.prevail.org]

Prévisions et cartographie de la qualité de l'air en France et en Europe.

Sur le site RSDE [<http://rsde.ineris.fr>]

Outil de suivi de l'action nationale de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans les eaux.

Fiches de données économiques d'évaluation des enjeux économiques liés à cette action.

Sur le portail INERIS [www.ineris.fr]

Guide méthodologique « Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement ».

Guide sur l'Application de la classification des substances et préparations dangereuses à la nomenclature des Installations Classées.

Guide méthodologique pour la mise en place des systèmes de management environnement et santé, sécurité au travail.

Contacts INERIS

Ginette Vastel, Directrice de la communication

ginette.vastel@ineris.fr / 03 44 55 66 08

Isabelle Clostre, Responsable ouverture et dialogue avec la société

isabelle.clostre@ineris.fr / 03 44 55 63 23