

NOTE TECHNIQUE

Protection de la nappe de Beauce vis-à-vis des pollutions industrielles

SOMMAIRE

Introduction

I. Actions envisageables de protection de la pollution

I.1 Transferts de pollution et stratégies envisagées

I.2 Inventaire des sites et sols pollués

I.3 Vulnérabilité intrinsèque de la nappe

II. Problématiques de l'exploitation de gaz de schiste

I.1 Etat des lieux de l'extraction d'hydrocarbures

I.2 Impacts potentiels sur la gestion quantitative

I.3 Impacts potentiels sur la protection qualitative

Conclusion

Annexes

INTRODUCTION

La présente note se propose de compléter les états des lieux réalisés en 2003 puis 2010 dans le cadre de l'élaboration du SAGE Nappe de Beauce et milieux aquatiques associés, et en s'intéressant exclusivement à la question spécifique des pollutions de la nappe d'origine industrielle. Les pollutions industrielles ne sont visées que par un nombre assez limité de dispositions et actions du projet de SAGE en comparaison des autres sources. Elles ne devraient pas pour autant être sous-évaluées du fait même qu'elles aient été relativement peu concernées jusqu'ici par les outils de gestion et de planification pour la ressource en eau.

Nous proposons dans un premier temps une présentation synthétique des enjeux et moyens à disposition du SAGE vis-à-vis des modes de transfert de pollution vers la nappe, ainsi que l'opportunité stratégique d'une normalisation des références utilisées par les services de l'Etat pour la connaissance du contexte hydrogéologique au droit des installations classées pour la protection de l'environnement.

Nous proposons dans un deuxième temps un exposé du développement annoncé d'exploitation de gaz de schiste sur le territoire de la nappe de Beauce. Du fait de sa nouveauté, cette activité fait défaut dans les états des lieux et prospectives utilisés à l'appui du projet de SAGE. Elle soulève pourtant des problématiques majeures tant pour la gestion quantitative de la nappe que pour sa protection qualitative.

I. ACTIONS ENVISAGEABLES DE PREVENTION DES POLLUTIONS

I.1 Transferts de pollution et stratégies envisagées

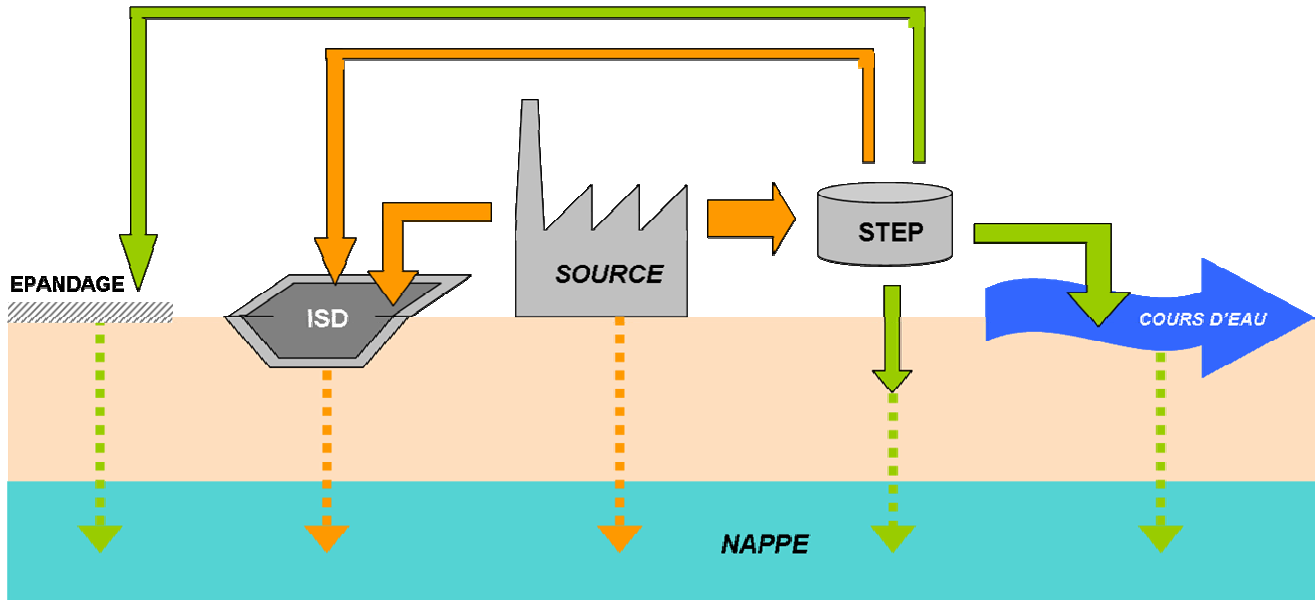


Schéma de principe : transferts de pollution depuis une source industrielle vers la nappe

Les flèches discontinues représentent les flux non contrôlés correspondant aux émissions diffuses dans les sols et exposant plus ou moins la nappe selon sa vulnérabilité locale. Les flèches vertes correspondent aux prévisions de réduction des concentrations en polluants d'après les prévisionnels et actions engagées par les Agences de l'Eau Seine-Normandie et Loire-Bretagne.

Il existe 4 voies essentielles de pollution industrielle de la nappe :

- Pollution directe des sols au droit de l'installation, d'origine accidentelle ou chronique : en particulier depuis les zones de stockage de matériaux, résidus et effluents. Une trentaine de sites industriels pollués sont inventoriés sur le territoire.
- Les déchets industriels sont traités par différentes filières : la partie ultime d'entre eux aboutit en centre de stockage, induisant une pollution des sols plus ou moins importante sur le long terme : 4 installations reçoivent des déchets industriels banals sur le territoire. Les autres modes de traitement – composts industriels et résidus d'incinération utilisés en technique routière – constituent d'autres vecteurs possibles de pollution diffuse des sols.
- Les effluents sont traités dans une station d'épuration soit connexe à l'installation, soit collective urbaine ou industrielle. L'exutoire de la station est généralement un cours d'eau, mais la pollution de la nappe demeure possible selon le contexte hydrogéologique, tout particulièrement en période d'étiage. De nombreuses stations d'épuration non soumises au régime d'autorisation ont leur exutoire directement au sol par infiltration.
- Les boues d'épuration industrielles peuvent subir différents types de traitement et valorisation. L'épandage de boues ou d'effluents directs peut induire une pollution diffuse des sols.

A noter que 37 rejets industriels sont effectués directement dans le milieu naturel, d'après le premier état des lieux effectué en 2003 sur le territoire. Il semble toutefois que l'essentiel de ces rejets soient effectués en cours d'eau n'impliquant pas d'impact sur la qualité de la nappe : rejets en Loire.

L'amélioration des performances des stations d'épuration constitue à l'échéance 2015 l'action essentielle des Agences de l'Eau vis-à-vis des pollutions d'origine industrielle. Le projet de SAGE propose quant à lui deux déclinaisons essentielles dans son plan d'action :

- une action prioritaire ciblant les stations d'épurations urbaines, de types restrictions d'exploitation, programme de réhabilitation et remplacement le cas échéant. Cette action vise les performances mais aussi les conditions de rejets : réduction des infiltrations directes et limitation des débits traités en période d'étiage. Cette action concerne donc également le traitement des effluents industriels en stations urbaines.
- une action visant les stations d'épuration industrielle, sous la forme d'un accompagnement technique et financier des exploitants : réduction des rejets directs et/ou en période d'étiage notamment par la réalisation de bassins tampons.

Par ailleurs, le projet de SAGE propose de développer la valorisation agricole des effluents industriels et urbains : épandage de boues d'effluents traités mais aussi irrigation directement à partir d'effluents industriels. Cette stratégie permet d'organiser un transfert des charges azotée et phosphorée depuis les rejets en milieu naturel vers l'épandage, ce qui présente un avantage tant pour la protection des milieux aquatiques que pour l'activité agricole.

Ce faisant, cette stratégie implique des objectifs qualitatifs élevés pour les boues, ce qui peut sembler contradictoire avec l'objectif de haut rendement épuratoire en première approche. La combinaison de ces deux objectifs implique de facto une concentration plus forte des micropolluants industriels dans la fraction des flux de boues d'épuration destinées au traitement par incinération ou enfouissement.

Les actions prévues par le projet de SAGE vis-à-vis des rejets d'effluents urbains ne sauraient cependant suffire à une réduction effective des pollutions d'origine industrielle sans s'appliquer également aux autres formes de transferts vers la nappe, soit depuis les installations elles-mêmes et depuis les sites d'enfouissement des déchets.

A ce titre, le projet de SAGE envisage une action prospective de type expertise / diffusion des connaissances sur les risques accidentels : étude détaillée des scénarios applicables aux installations implantées, à partir des données du BARPI. Toutefois, cette action ne permet pas d'application pratique et à court terme sur les conditions réglementaires d'exploitation. D'autre part, les phénomènes de pollution des sols et de la nappe sont majoritairement chroniques et associés au fonctionnement normal des installations.

I.2 Inventaire des sites et sols pollués

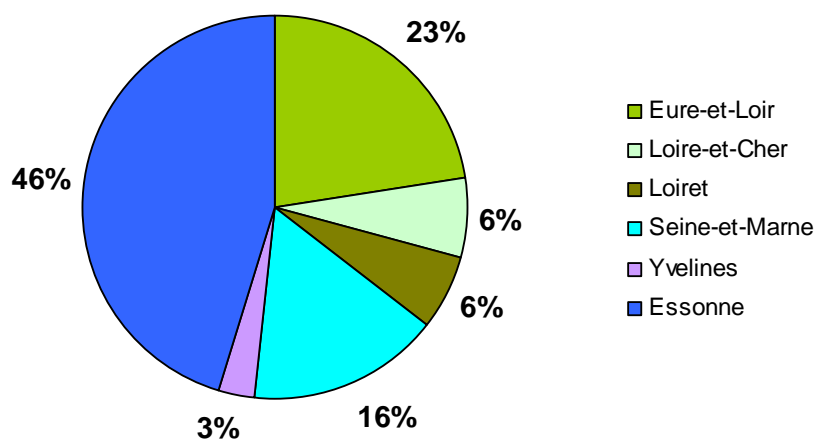
31 sites industriels du territoire du SAGE enregistrés sur la base de données BASOL ont été directement associés à des teneurs anormales des eaux souterraines en polluants divers, suite à des contrôles réglementaires effectués en cours d'exploitation ou en cessation d'activité.

Les seules données BASOL ne permettent pas d'apprécier l'impact quantitatif de ces différents sites sur la qualité de la nappe, ce qui nécessiterait des enquêtes et évaluations détaillées. De plus, rappelons que cet inventaire ne rend compte que des mesures de pollution effectivement réalisées au droit de certaines installations, et dans la mesure de leur enregistrement progressif. Il ne permet pas en l'état de donner une vision exhaustive et actualisée des sources de pollution industrielle sur le territoire.

Néanmoins nous pouvons effectuer plusieurs constats préliminaires à partir de cet inventaire, en considérant uniquement les cas de pollution avérée de la nappe.

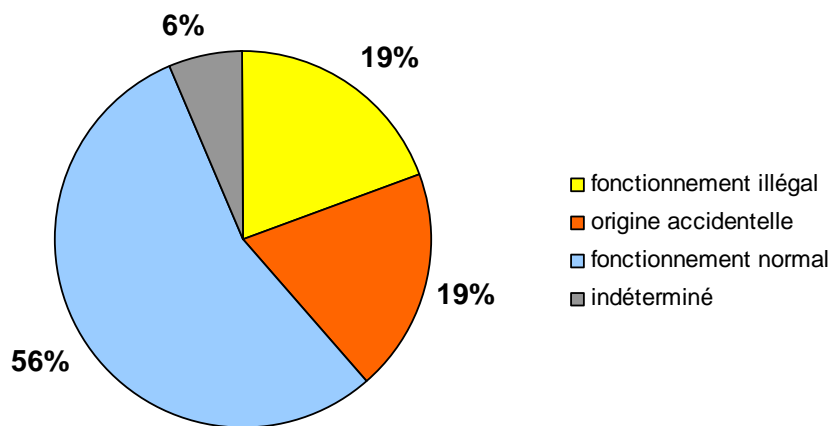
Nature des activités et des pollutions.

Tous les types d'activités industrielles du territoire sont représentés sans qu'il soit possible de distinguer de tendance particulière par type d'activité, ou par taille des installations. D'une manière générale, les pollutions concernent ensemble différentes familles de substances : métaux, solvants et hydrocarbures.



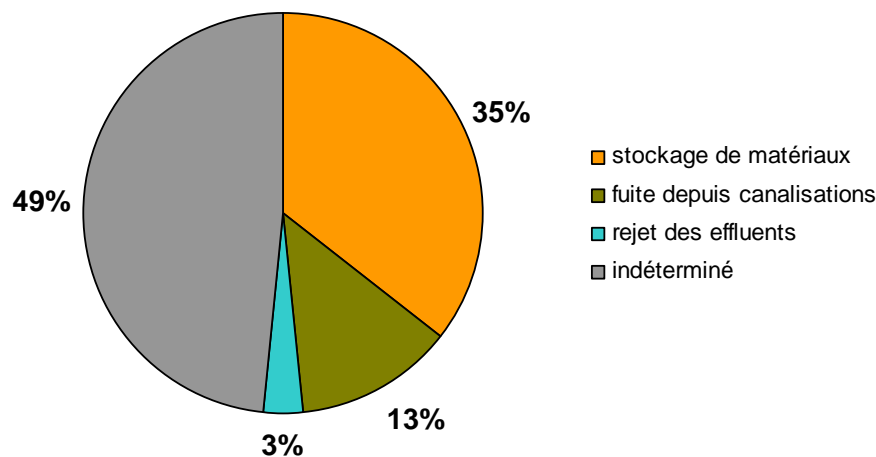
Répartition géographique.

La majorité des sites se concentre sur le secteur Nord-Est du territoire, qui est le plus industrialisé. Cette répartition suit logiquement la plus forte densité d'installations, mais elle n'indique pas pour autant une répartition quantitative des impacts : ceux-ci varient selon les caractéristiques des différents sites et de leur contexte hydrogéologique. Cette répartition quantitative restant à étudier.



Responsabilité des pollutions.

Dans la grande majorité des cas, l'inventaire distingue les pollutions d'origine accidentelle et celles liées au fonctionnement permanent d'une installation. Ces dernières représentent 75% des sites, la pollution de la nappe résultant de l'accumulation d'émissions faibles mais continues dans les sols pendant la durée de l'exploitation. Parmi celles-ci, les comportements constituant des infractions aux prescriptions réglementaires sont minoritaires. Ce sont donc bien les prescriptions réglementaires qui n'ont pas permis d'anticiper ni d'éviter les pollutions de la nappe dans la majorité des cas.



Origine des émissions.

La pollution de la nappe résulte de la pollution préalable des sols au droit des installations, mais son origine précise n'est pas toujours indiquée. Les pollutions diffuses en provenance des aires de stockage de produits, résidus et/ou des bassins de rétention constituent les sources les plus fréquentes. Ce sont donc les conditions et capacités de stockage au sein des installations qui représentent les plus importants facteurs de risque vis-à-vis de la nappe.

I.3 Vulnérabilité intrinsèque de la nappe

Les pollutions de la nappe peuvent survenir du fait des émissions permanentes et autorisées du site sur l'ensemble de la durée d'exploitation, en dépit des normes constructives et d'exploitation fixées réglementairement, ou bien de façon aggravée en conséquence d'un accident ou d'une activité non conforme ; ces différents phénomènes pouvant eux-mêmes être associés.

Ces constats soulignent tout d'abord l'importance des missions de l'Etat pour l'autorisation et la surveillance des installations classées, qui représentent l'essentiel des moyens de prévention des pollutions industrielles. Toutefois, l'expérience montre que ces moyens ne suffisent pas à anticiper et agir sur l'ensemble des risques avérés de pollution. Pour rappel, les moyens essentiels de connaissance des risques en vue d'une autorisation d'exploiter sont :

- les résultats d'une étude d'impact devant notamment détailler le contexte hydrogéologique ;
- l'avis rendu par un hydrogéologue agréé.

Dans la pratique, ces études souffrent de l'absence de cadre normatif sur l'évaluation quantitative des impacts prévisibles d'une installation vis-à-vis de la nappe : cette question reste donc étudiée, ou non, selon des approches et paramètres définis au cas par cas. Ainsi, à l'incertitude déjà soulignée sur la possibilité d'une pollution des sols au droit des installations, s'ajoute une deuxième incertitude sur la connaissance de la vulnérabilité intrinsèque de la nappe vis-à-vis d'une pollution donnée au niveau des sols.

Le guide technique des Agences de l'Eau définit la vulnérabilité comme « *l'ensemble des caractères qui déterminent la plus ou moins grande facilité d'accès à un réservoir aquifère et de propagation dans celui-ci d'une substance considérée comme indésirable* ». Les critères qui définissent la vulnérabilité des nappes sont ainsi :

- les voies, les chemins suivant lesquels un aquifère peut être atteint ;
- le délai au bout duquel la nappe peut-être affectée ;
- la durée de persistance et d'élimination des pollutions, par dilution ou par effet épurateur propre au terrain.

A noter que cette vulnérabilité, dite intrinsèque ou hydrogéologique, ne doit pas être confondue avec deux autres notions homonymes dans le domaine de l'eau, à savoir la vulnérabilité d'un captage AEP, laquelle s'apprécie à une échelle spécifique d'étude, ainsi que la vulnérabilité quant à la charge azotée des sols, telle que définie par la Directive Nitrates.

L'établissement de la vulnérabilité hydrogéologique constitue ainsi une opportunité essentielle pour la clarification et le renforcement de la capacité d'évaluation des risques et pour l'ensemble des acteurs concernés : exploitants, services de l'Etat et Agences de l'Eau. Plusieurs applications concrètes peuvent être signalées sur le territoire du SAGE Nappe de Beauce.

1. Implantation de sites de stockage de déchets

La limitation des risques de pollution de la nappe constitue le premier critère retenu pour la sélection de sites d'implantation de sites de stockage. A cet effet, le projet de révision du Plan d'élimination des déchets d'Eure-et-Loir impose le suivi d'un référentiel technique pour la justification du choix de tout nouveau site de stockage sur son territoire, élaboré en 2009 par l'ADEME, le BRGM et visé par la norme AFNOR BP X30-438, *Déchets – Guide de bonnes pratiques pour les reconnaissances géologiques, hydrogéologiques et géotechniques de sites d'installations de stockage de déchets*. Le référentiel fixe en particulier l'objectif de prise en compte de la vulnérabilité hydrogéologique à différentes échelles d'étude, depuis l'analyse des grands ensembles aquifères jusqu'aux reconnaissances sur site.

→ L'extension de la norme AFNOR BP X30-438 à l'ensemble du territoire du SAGE pourrait ainsi avoir l'avantage de garantir la prise en compte détaillée de la vulnérabilité de la nappe aux risques de pollution par les sites de stockage de déchets.

2. Implantation et exploitation des stations d'épuration

Les rejets d'effluents traités conformes aux normes de l'Arrêté du 2 février 1998, et a fortiori aux normes plus restrictives proposées par le projet de SAGE, sont la source de pollution industrielle la mieux identifiée et contrôlée. Les opérations de mise en conformité des points noirs engagées par les Agences de l'Eau vis-à-vis des normes de rejets sont appelées à se poursuivre. Pour autant un enjeu important réside également dans la réduction de l'atteinte de la nappe par ces rejets, mêmes rendus conformes, et fait l'objet de propositions d'actions par le SAGE : programme d'aménagements complémentaires aux points de rejets, réhabilitation et construction de nouvelles installations.

→ Ces différentes actions auraient intérêt à s'appuyer sur un référentiel appliqué à l'ensemble de la nappe afin de déterminer la vulnérabilité au droit des rejets existant ou en projet : caractéristiques hydrodynamiques, voies et délais de migration, capacités de rétention et d'élimination par les sols.

3. Aménagements routiers

Le projet d'aménagement autoroutier de la RN154 entre Chartres-Nord et Allaines soulève le problème de la vulnérabilité de la nappe du fait de deux caractéristiques : son emprise totale très importante et le contexte de forte vulnérabilité « a priori et en large » du plateau calcaire de Beauce centrale. Pour ces raisons la DRE du Centre a commandité en 2001 l'étude de la vulnérabilité de la nappe couvrant l'ensemble des tracés envisagés, auprès du BRGM. L'étude a permis d'établir précisément et systématiquement les différents points de forte vulnérabilité, notamment selon différentes options envisagées.

→ L'élargissement de ce protocole d'étude à l'ensemble du territoire du SAGE permettrait donc une approche cohérente des impacts des aménagements routiers et de leurs options vis-à-vis de la nappe.

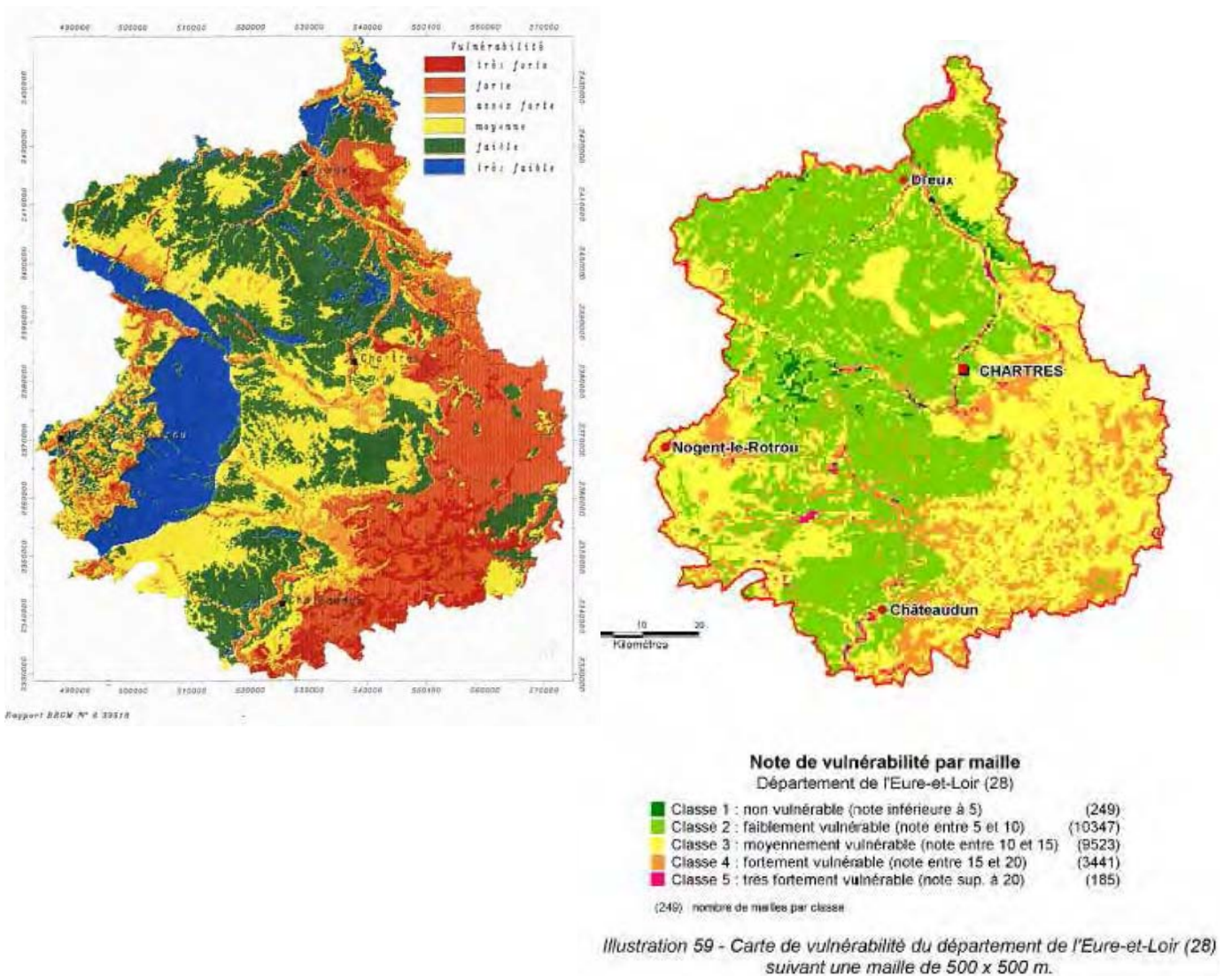
Le SAGE Nappes Profondes de Gironde a établi le principe d'une détermination cohérente et rigoureuse de la vulnérabilité hydrogéologique appliquée à l'ensemble de son territoire, et destinée à servir de cartographie et document de référence pour l'ensemble des acteurs publics et privés. La vocation de cette carte de vulnérabilité est d'aider à la décision pour l'implantation et la réglementation des activités polluantes, et également pour la localisation des secteurs prioritaires en termes d'actions d'étude et de réduction des risques.

De nombreuses méthodes de détermination de la vulnérabilité ont été développées. Parmi celles-ci, le SAGE a privilégié la méthode de cartographie à index avec pondération des critères qui bénéficie déjà d'un important retour d'expérience en France à des échelles d'étude comparables.

En particulier, le territoire du SAGE Nappe de Beauce a lui-même partiellement été cartographié à plusieurs reprises, bien que ces différents documents aient été très peu exploités jusqu'ici. L'établissement d'une carte de vulnérabilité à l'échelle du territoire de la nappe de Beauce présenterait ainsi plusieurs intérêts :

- **uniformiser les méthodes de détermination de la vulnérabilité déjà utilisées en différentes parties du territoire en l'appliquant à l'ensemble de la masse d'eau souterraine ;**
- **constituer une référence technique pour les industriels, services de l'Etat et hydrogéologues, pour l'autorisation et la réglementation des installations ;**
- **constituer un support de priorisation des sites pour les actions envisagées par le SAGE, en termes d'inventaire et d'intervention.**

Maître d'ouvrage	année	périmètre	résultats de l'étude
Ministère de l'Environnement	1993	sud de l'Essonne	premier inventaire des critères de vulnérabilité sur le secteur d'étude
Conseil Général d'Eure-et-Loir	1998	département	carte de vulnérabilité : 5 critères non pondérés
Conseil Régional du Centre	2005	les six départements	carte de vulnérabilité : 5 critères pondérés
Agence de l'Eau Seine-Normandie	2006	ensemble du Bassin	carte de vulnérabilité : 2 critères simplifiés + densité des formations karstiques
Agence de l'Eau Loire-Bretagne	2006	ensemble du Bassin	
SAGE Nappes Profondes de Gironde	2010	territoire du SAGE	carte de vulnérabilité : 5 critères pondérés + formations karstiques et fissurées pondérées

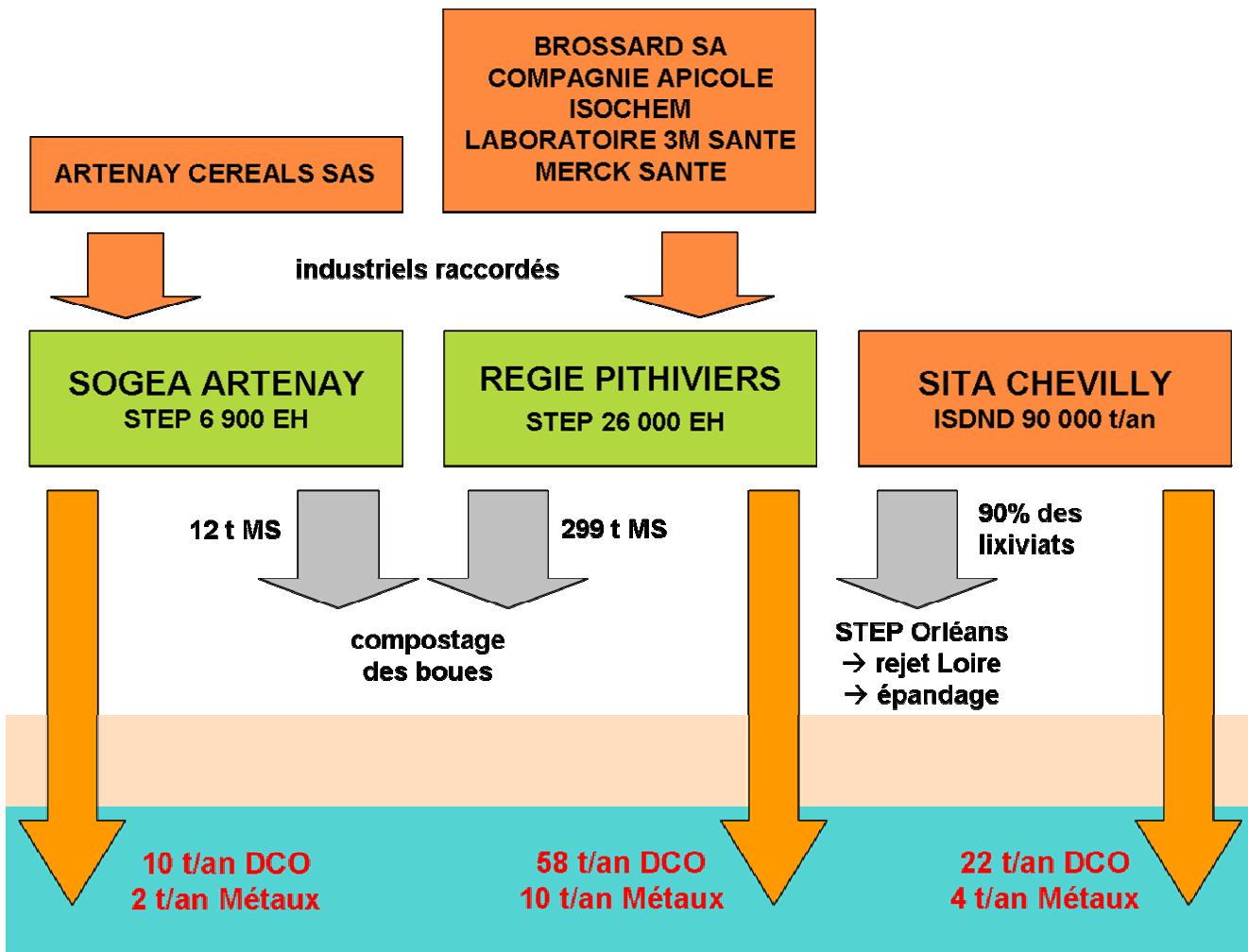


Exemples de cartes de vulnérabilité intrinsèque en Eure-et-Loir - BRGM

A gauche : carte établie en 1998 ; à droite : carte établie en 2005.

Le Conseil Général d'Eure-et-Loir a été l'un des premiers à produire une carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines. Ce type de cartographie a été amélioré par la suite grâce au retour d'expérience, notamment la fréquence plus importante d'étude de vulnérabilité intrinsèque réalisée ponctuellement autour de projets d'aménagements industriels ou d'infrastructures.

La carte de vulnérabilité réalisée en 2005 par le Conseil Régional apporte une modification majeure avec la prise en compte de la perméabilité de l'aquifère, en plus de celle des formations de couverture. La nouvelle cartographie apporte également une amélioration dans la construction des différents indicateurs et introduit une pondération des différents critères.



En l'absence de cours d'eau exutoire, le rejet de la STEP se fait par infiltration au sol et migre directement vers la nappe. Il s'agit de la forme de rejet la plus répandue sur le plateau de la Beauce centrale.

L'exutoire est le ruisseau de l'Œuf, dont les alluvions sont en contact direct avec la nappe et rendent celle-ci très vulnérable. En période d'étiage, les rejets de la STEP représentent l'essentiel du débit du ruisseau (AESN, 2007)

Environ 10% des lixiviats s'infiltrent dans le sous-sol compte-tenu de la moyenne de défauts d'étanchéité observés en fond de casier. Il s'agit d'un rejet diffus qui migre directement vers la nappe sans être contrôlé.

Flux de pollution depuis les installations de traitement des résidus industriels

Flux annuels Demande Chimique en Oxygène et total Métaux en tonnes / an

Les débits d'épuration et production de boues sont issus des résultats 2009 inscrits au registre SANDRE. Les niveaux de rejet correspondant au niveau réglementaire pour les Métaux – Arrêté du 02/02/1998 – et au niveau proposé par le projet de SAGE pour la DCO. Les niveaux des rejets DCO étaient conformes en 2009 pour les deux installations. Une siccité moyenne de 5% est retenue pour les boues : procédé d'épaississement avant compostage.

Pour le centre de stockage, la production de lixiviats est estimée à partir de l'évaluation des Agences de l'Eau retenue par le référentiel technique ASTEE 2005. Les débits de fuite de lixiviats vers les eaux souterraines sont estimés à environ 10% dans la littérature (projet de révision du PEDMA du Loiret, rapport environnemental). A noter que ces débits de fuite correspondent aux casiers nouvellement créés : des débits plus importants sont suspectés sur le long terme compte-tenu des phénomènes de dégradation des dispositifs d'étanchéité. Cette hypothèse n'a toutefois pas été retenue dans le cadre de l'extension récente du centre de Chevilly.

Les flux considérés atteignent plus ou moins facilement la nappe selon sa vulnérabilité intrinsèque au droit des rejets : voies préférentielles d'écoulement, capacités de rétention dans la zone non saturée, délais de transfert. Les caractéristiques mêmes de l'aquifère et des formations de couverture constituent donc un enjeu majeur pour la réduction des pollutions fatales de la nappe.

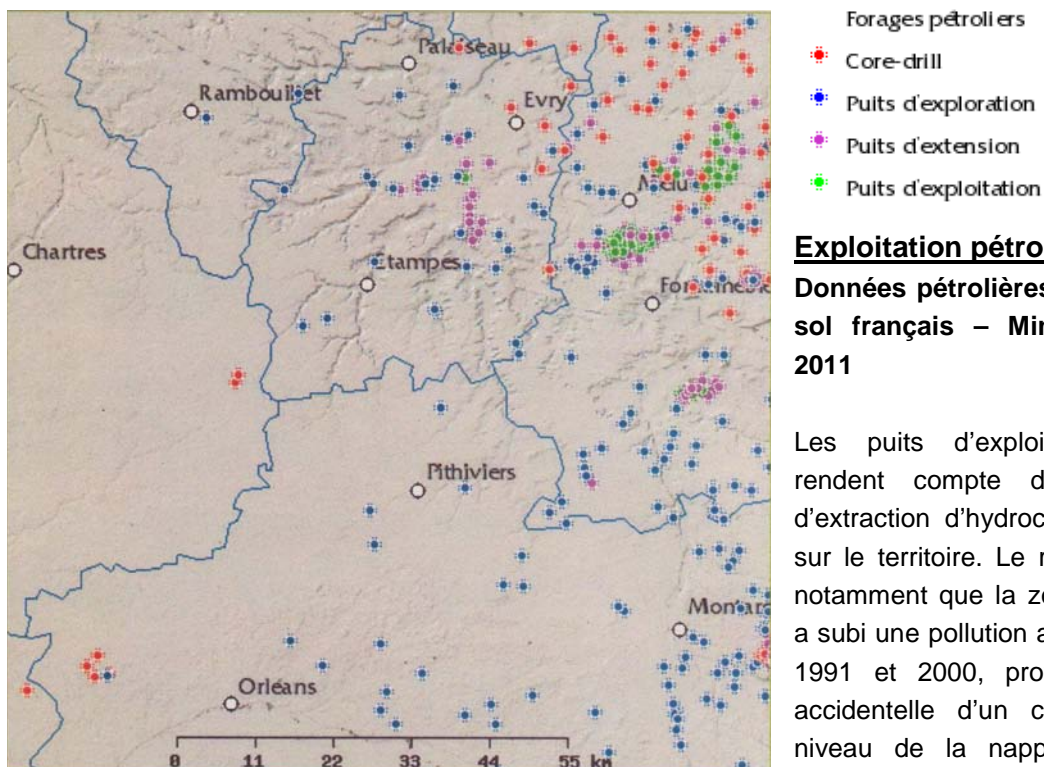
II. PROBLEMATIQUES DE L'EXPLOITATION DE GAZ DE SCHISTE

II.1 Etat des lieux de l'activité d'extraction d'hydrocarbures

La prospection d'hydrocarbures dans le bassin parisien remonte aux années 1950. La production effective en 2009 représente plus de 50% de la production française et place cette région comme première zone de production. Ainsi un grand nombre de forages a été réalisé pour la recherche des zones propices à l'exploitation d'hydrocarbures. En particulier, quatre titres d'exploitation minière ont été délivrés pour la production de pétrole conventionnel et disposent actuellement de puits en activité sur le territoire du SAGE. En Essonne : Itteville, Vert-le-Grand, Vert-le-Petit et la Croix-Blanche ; en Seine-et-Marne : Chartrettes.

L'exploitation d'hydrocarbures non conventionnels, et plus particulièrement les huiles et gaz de schiste, a débuté aux Etats-Unis au début des années 1990. Une accélération du développement de la production de gaz de schiste s'est opérée dans les années 2000. Elle représente aujourd'hui environ 20% de la consommation totale de gaz des Etats-Unis.

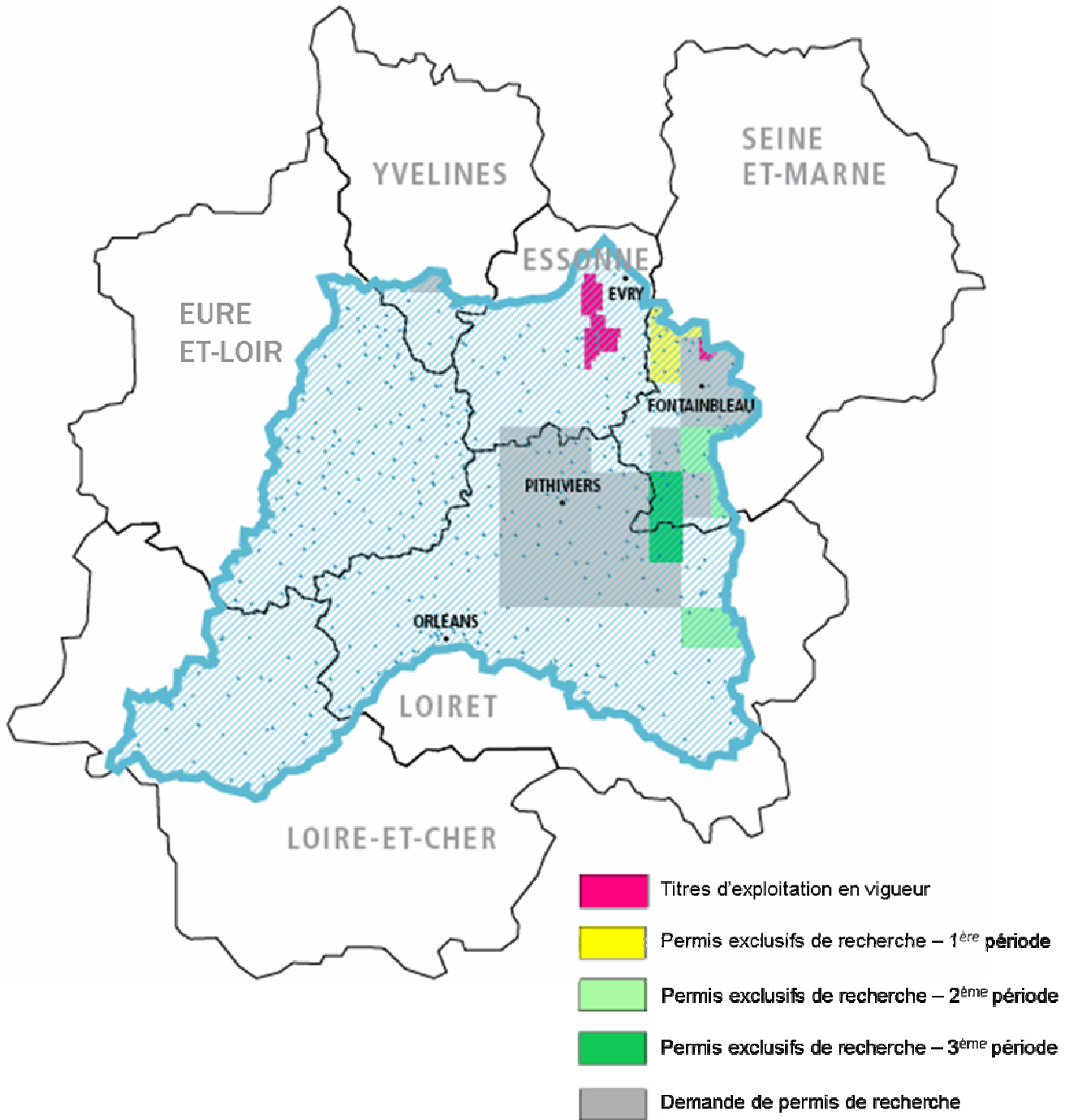
Ce type d'hydrocarbures non conventionnels est présent dans le sous-sol du Bassin Parisien à des profondeurs établies entre 500 et 2 500 mètres. Comme dans le reste de l'Europe, plusieurs entreprises ont effectué des demandes de permis de recherches exclusifs pour des périodes de 5 ans renouvelables. Une grande partie du Bassin Parisien est ainsi aujourd'hui couverte par des permis exclusifs de recherche accordés ou en cours d'autorisation. Ceux-ci représentent une superficie totale de 2 000 km² à l'intérieur du périmètre du SAGE Nappe de Beauce, exception faite des titres miniers d'exploitation existant pour l'extraction d'hydrocarbures conventionnels.



Exploitation pétrolière historique

Données pétrolières et gazières du sous-sol français – Ministère de l'Ecologie, 2011

Les puits d'exploitation et d'extension rendent compte de l'activité historique d'extraction d'hydrocarbures conventionnels sur le territoire. Le registre BASOL indique notamment que la zone de Chailly-en-Bière a subi une pollution aux hydrocarbures entre 1991 et 2000, provoquée par une fuite accidentelle d'un conduit d'extraction au niveau de la nappe, puis résorbée par plusieurs opérations de pompage et rabattement.



Titres miniers et permis exclusifs de recherche – situation au 1^{er} janvier 2011

D'après Direction Générale de l'Énergie et du Climat

Les permis de recherche accordés ou demandés couvrent environ 2 048 km² du territoire du SAGE. L'exploitation prévisionnelle pourrait ainsi être autorisée au droit d'un grand nombre de captages AEP (représentés chacun par un point).

La technique actuellement utilisée pour l'extraction de gaz de schiste se démarque notablement de celle des hydrocarbures conventionnels. Appelée *fracturation hydraulique*, elle comporte plusieurs étapes :

- 1/ forage vertical puis horizontal une fois atteint le niveau de la couche prospectée ;
- 2/ explosions afin de créer des fractures ;
- 3/ injection de liquide sous haute pression afin d'élargir les fractures ;
- 4/ pompage des liquides et gaz ainsi libérés.

Si un nombre important de publications à ce jour permet de recenser les problématiques techniques, accidents d'exploitation et une partie des émissions polluantes, aucune évaluation des risques sanitaires n'a encore été réalisé selon les référentiels scientifiques applicables à la pollution des eaux souterraines. Une étude de ce type devrait procéder à une description détaillée des procédés sur la base des installations existantes, un inventaire précis des émissions aux plans qualitatif et quantitatif, afin d'évaluer les impacts sur la santé publique.

En effet, ce n'est qu'en mars 2010, sur la base du nombre important de publications faisant état de pollutions des eaux souterraines, que le Congrès américain a mandaté l'Agence de Protection de l'Environnement - US EPA – dans le but de réaliser une étude exhaustive des impacts de la fracturation hydraulique sur les sources d'approvisionnement en eau potable. L'US EPA a indiqué que les résultats préliminaires de cette première étude seraient communiqués à la fin de l'année 2012. Au Québec, un premier rapport du Bureau d'Audiences Publiques en Environnement devrait être rendu public au plus tard à la fin avril 2011. Les coordinateurs de la commission Environnement du Parlement européen ont également annoncé le lancement prochain d'une étude des impacts environnementaux et sanitaires.

Plusieurs collectivités, dont la Ville de New York, et en France les Conseils régionaux d'Ile-de-France et de Picardie, ont demandé sur leur territoire l'instauration d'un moratoire relatif à l'extraction de gaz de schiste sur leur territoire compte-tenu de l'incertitude sur ses dangers. Le Ministère français de l'Ecologie a demandé aux industriels de suspendre leurs premiers essais de fracturation jusqu'au mois de juin 2011, date prévue de la publication d'un premier rapport d'évaluation par les services de l'Etat.

Les atteintes possibles à la ressource en eau peuvent être regroupées en trois catégories :

- les volumes d'eau prélevés dans la nappe pour les besoins des procédés ;
- les risques de pollution de la nappe depuis les installations en surface ;
- les risques de pollution de la nappe depuis le sous-sol profond.

II.2 Impacts potentiels sur la gestion quantitative

Une fracturation hydraulique réalisée sur un puits nécessite des quantités importantes d'eau. Le liquide injecté dans le puits est composé d'environ 94% d'eau, 5% de sable fin et 1% de produits chimiques divers. Le procédé d'injection s'étalant sur environ 2 à 8 semaines et plusieurs fracturations étant réalisées par puits en fonction des caractéristiques géologiques du terrain.

Définie comme un objectif prioritaire du projet de SAGE, la régulation des prélèvements est à ce titre directement concernée par l'exploitation de gaz de schistes. Le Département de la Protection de l'Environnement de la Ville de New York, sur la base du retour d'expérience d'autres bassins, a effectué une évaluation des besoins prévisionnels en eau. La consommation moyenne de chaque puits est estimée à 12 000 m³ ; mais elle peut varier d'un facteur trois selon le nombre de fracturations effectué par puits. Le Département a ensuite déterminé trois scénarios de niveau annuel de l'activité par une unité de surface de 1 000 km² :

- Bas : 8 puits en activité par an ;
- Moyen : 116 puits en activité par an ;
- Elevé : 196 puits en activité par an.

Le niveau bas correspond au premier stade de l'activité : le nombre de puits en activité est appelé à évoluer vers un niveau élevé avec la durée de l'exploitation, avant de stagner. A partir de cette analyse, il est possible d'évaluer en premier approche les besoins en eau potable en considérant plusieurs surfaces d'exploitation, tenant compte des permis de recherche exclusifs demandés et accordés sur le périmètre du SAGE – environ 2 048 km² – et dans les départements limitrophes. La Seine-et-Marne est ainsi couverte dans sa quasi-totalité : 5 915 km².

Niveau de développement de l'activité	Besoin en eau potable en million de m ³ par an	
	Surface des permis accordés et demandés sur la nappe de Beauce	Surface de la Seine et Marne
bas	0,2	0,6
moyen	2,9	8,4
élevé	4,8	13,9

Pour rappel, les prélèvements industriels dans la nappe s'élevaient à 20 millions de mètres cubes par an d'après le dernier inventaire effectué en 1999 et sont réputés être en très légère baisse depuis lors. L'exploitation de gaz de schiste est par conséquent susceptible d'augmenter ces prélèvements de près de 25% en quelques années. La question de la répartition de tels prélèvements est posée afin de ne pas induire de pression localisée sur la ressource et autres usagers.

Dans ces conditions, le contrôle et éventuellement la régulation sectorisée des volumes annuels prélevables pour l'activité pourraient être plus adaptés à la gestion de prélèvements très localisés sur le territoire du SAGE.

II.3 Impacts potentiels sur la protection qualitative

L'exploitation de gaz de schistes est rentable à la condition de l'implantation d'un nombre conséquent de puits, estimé à 100 à 200 puits par an par 1 000 km². En premier lieu, la réalisation d'un nombre aussi important de forages traversant l'aquifère soulève les problématiques déjà identifiées par le projet de SAGE et faisant l'objet de plusieurs dispositions et plan d'action : inventaire, gestion et régulation des forages, notamment à usage géothermique.

Des pollutions des eaux souterraines par les fluides et boues de forage ont été constatées au Colorado, en Ohio, en Pennsylvanie, au Texas et en Virginie Occidentale. C'est sur la base de ces constats que sont mis en œuvre actuellement différents projets d'étude des impacts sur les eaux souterraines aux Etats-Unis, au Canada et en Europe. Toujours est-il que ces décisions soulignent l'absence actuelle de tout référentiel concernant la nature et l'étendue des risques associés aux procédés. Différents postes d'impact peuvent déjà être identifiés (voir schéma ci-après).

Les pollutions dites de surface sont liées à la manipulation des différents produits et résidus au niveau des équipements. D'une part, elles rejoignent les problématiques liées à l'implantation des installations industrielles sur les zones vulnérables : pollutions chroniques et accidentelles des sols. Elles impliquent d'autre part une évaluation des impacts sur les capacités et les rendements épuratoires disponibles, compte-tenu du volume important de boues et eaux usées générées.

Ces différents risques sont à mettre en relation avec l'utilisation importante d'un grand nombre de substances chimiques entrant dans la composition des fluides de fracturation. Ces derniers ne sont pas tous identifiés, comme le précise l'Institut National de la Santé Publique du Québec, qui en fournit une première liste indicative (ci-jointe en annexe).

Enfin, un enjeu très important d'acquisition de connaissance concerne la possibilité de pollutions depuis les couches du sous-sol exploité vers les eaux souterraines. Cette problématique concerne différents types de substances et la possibilité de migrations spécifiques :

- Les gaz eux-mêmes, qui peuvent évoluer relativement facilement à travers des horizons fissurés et polluer les niveaux aquifères. Une première étude d'environnement menée par GDF-Suez pour l'exploitation de gaz de schiste en Ardèche a relevé cette possibilité ;
- Les fluides de fracturation pourraient migrer verticalement selon les gradients de densité, de salinité et de calorimétrie à travers les horizons fissurés et aquifères. Le rapport publié par la Ville de New York suggère que de tels phénomènes puissent être les principaux en cause dans l'origine des pollutions constatées des eaux souterraines ;
- L'Institut National de la Santé Publique du Québec a recensé différents polluants métalliques d'origine naturelle détectés dans les effluents de forage (ci-joint en annexe). Plusieurs rapports publics de Pennsylvanie cités par le New York Times ont également signalé la présence de teneurs importantes en radio-éléments. Les possibilités de mise en contact de la nappe avec ces polluants naturels issus du sous-sol profond restent donc à étudier.

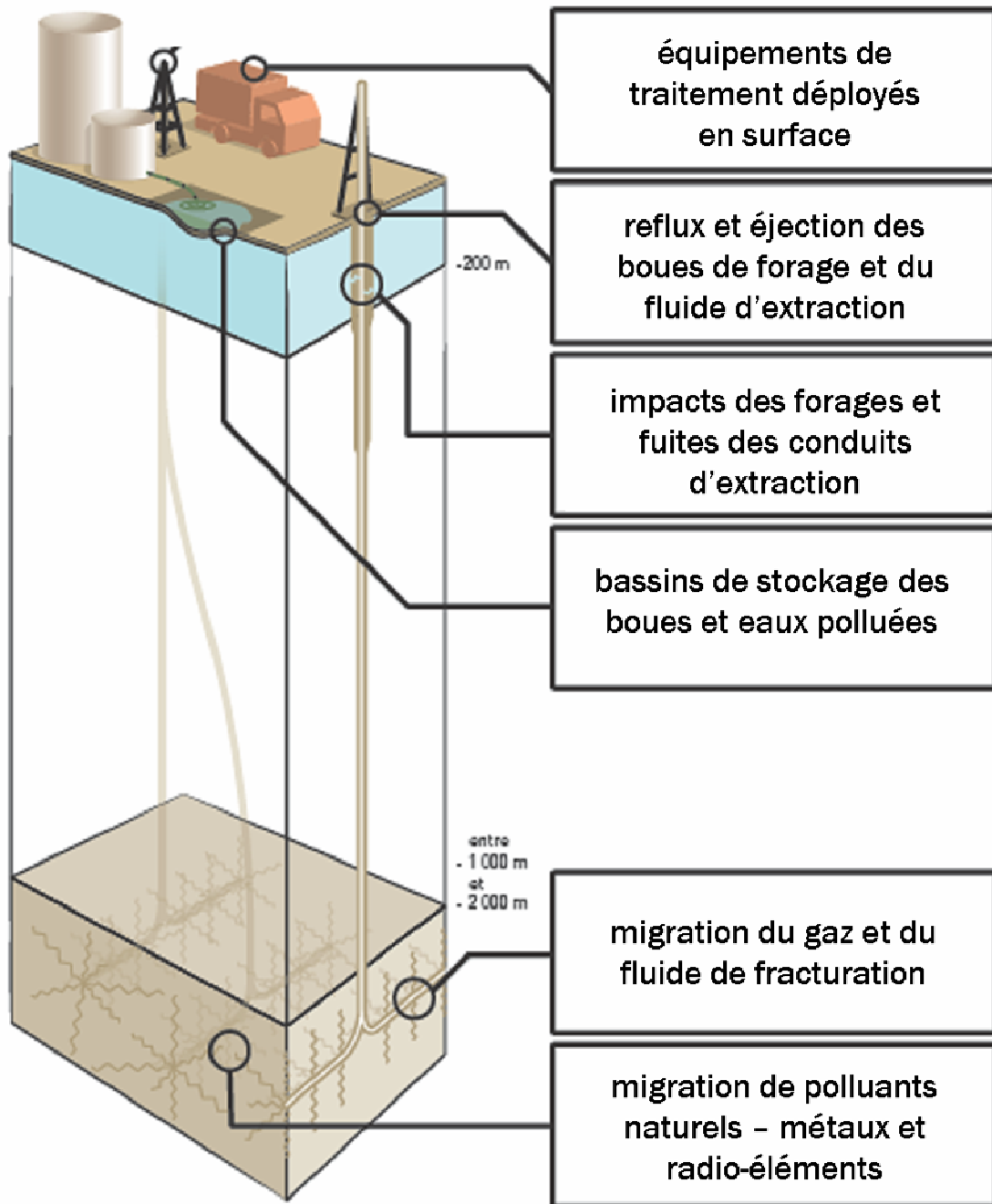


Schéma de principe : postes identifiés pour une évaluation des risques de l'exploitation de gaz de schiste vis-à-vis des eaux souterraines

CONCLUSION

Deux actions particulières du projet de SAGE Nappe de Beauce peuvent contribuer à une réduction des pollutions de la nappe d'origine industrielle :

- la mission d'expertise et de diffusion des retours d'expérience concernant la connaissance des scénarios accidentels susceptibles de survenir sur le parc des installations classées ;
- le programme de limitation des impacts des effluents industriels traités en station d'épuration urbaine et industrielle.

Toutefois, ces actions ne s'intéressent pas en l'état aux pollutions de la nappe survenant dans le cadre normal d'exploitation et de conformité aux prescriptions réglementaires, en particulier les phénomènes de pollution diffuse des sols au droit des installations et particulièrement des installations de stockage de déchets industriels.

A ce niveau d'intervention, les industriels et les services de l'Etat ne disposent pas d'outils suffisants pour apprécier le paramètre de la vulnérabilité hydrogéologique de la nappe, qui passe par une approche rigoureuse et cohérente des différents paramètres en cause à l'échelle de la masse d'eau et influençant la migration plus ou moins rapide et complète des pollutions depuis les sols vers les eaux souterraines.

Compte-tenu du retour d'expérience disponible sur le territoire même de la nappe de Beauce, il serait opportun que le SAGE apporte un contenu d'expertise et de normalisation des références au bénéfice des services de l'Etat en charge de l'autorisation et de la surveillance des installations classées. Une telle disposition peut trouver deux applications concrètes :

- la réalisation d'une carte de vulnérabilité intrinsèque de la nappe sur l'ensemble du territoire ;
- l'application de la norme AFNOR BP X30-438 concernant la question particulière de l'implantation des centres de stockage des déchets.

Par ailleurs, le projet de SAGE n'identifie pas l'activité industrielle nouvelle d'exploitation d'huiles et gaz de schiste, pourtant susceptible d'affecter sensiblement les objectifs quantitatif et qualitatif de gestion de la masse d'eau à moyen terme. Dans le contexte de grande incertitude actuelle entourant les impacts de cette activité, une vigilance particulière est nécessaire. Celle-ci devrait se décliner en particulier sur deux points :

- l'anticipation et le suivi des prélèvements effectués dans la nappe pour les besoins de l'activité, de façon à limiter les risques localisés de pression sur la ressource ;
- la participation effective aux travaux d'expertise nécessaires sur les risques de pollution de la nappe, notamment au niveau des domaines de compétence revendiqués par le SAGE : impacts des forages profonds et anticipation des scénarios accidentels.

ANNEXES

SAGE Nappes Profondes de Gironde

Adopté le 25 novembre 2003

Mesure 7-3 : *Le SAGE recommande que soit rapidement établie la cartographie des risques de pollution des nappes du SAGE croisant la vulnérabilité et les sources potentielles de pollution et rapprochant les usages de l'eau sur les secteurs sensibles. Ces cartes établies à l'échelle appropriée seront largement diffusées pour favoriser une prise de conscience des relations entre l'activité humaine de surface et le bon état qualitatif des ressources en eau souterraine.*

La carte de vulnérabilité simplifiée du territoire a été réalisée et distingue 5 classes de vulnérabilité intrinsèque de la nappe (cf. page ci-contre). Elle a été validée en novembre 2010 dans le cadre de la mise en révision : adoption de l'Etat des Lieux et du Diagnostic.

http://www.sage-nappes33.org/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=27

SAGE III Nappe Rhin

Adopté le 17 janvier 2005

Le SAGE a défini plusieurs objectifs spécifiques à la prévention des pollutions industrielles. Plusieurs mesures visent le renforcement des limites sur les régimes d'autorisation :

- *Ne pas autoriser toute nouvelle utilisation de solvants chlorés dans les activités artisanales ou industrielles dans tous les périmètres de protection des captages pour l'alimentation en eau potable.*
- *Revoir les procédures d'autorisation concernant les gravières au titre de la législation sur les installations classées pour la protection de l'environnement, afin d'interdire l'implantation des gravières profondes au droit des langues salées.*
- *Eviter toute nouvelle source de pollution chronique par les chlorures.*

http://www.region-alsace.eu/dn_publications-environnement-energies-renouvelables/environnement-sage-ill-nappe-rhin.html?docPubli=

33

Vulnérabilité intrinsèque simplifiée

Typologie

zone non saturée inf. à 3 mètres

Datés Néobornelles

Combinaison (DPMZNE)

Vulnérabilité faible à nulle

Vulnérabilité faible

Vulnérabilité moyenne

Vulnérabilité forte

Vulnérabilité très forte

Departements_Pneu

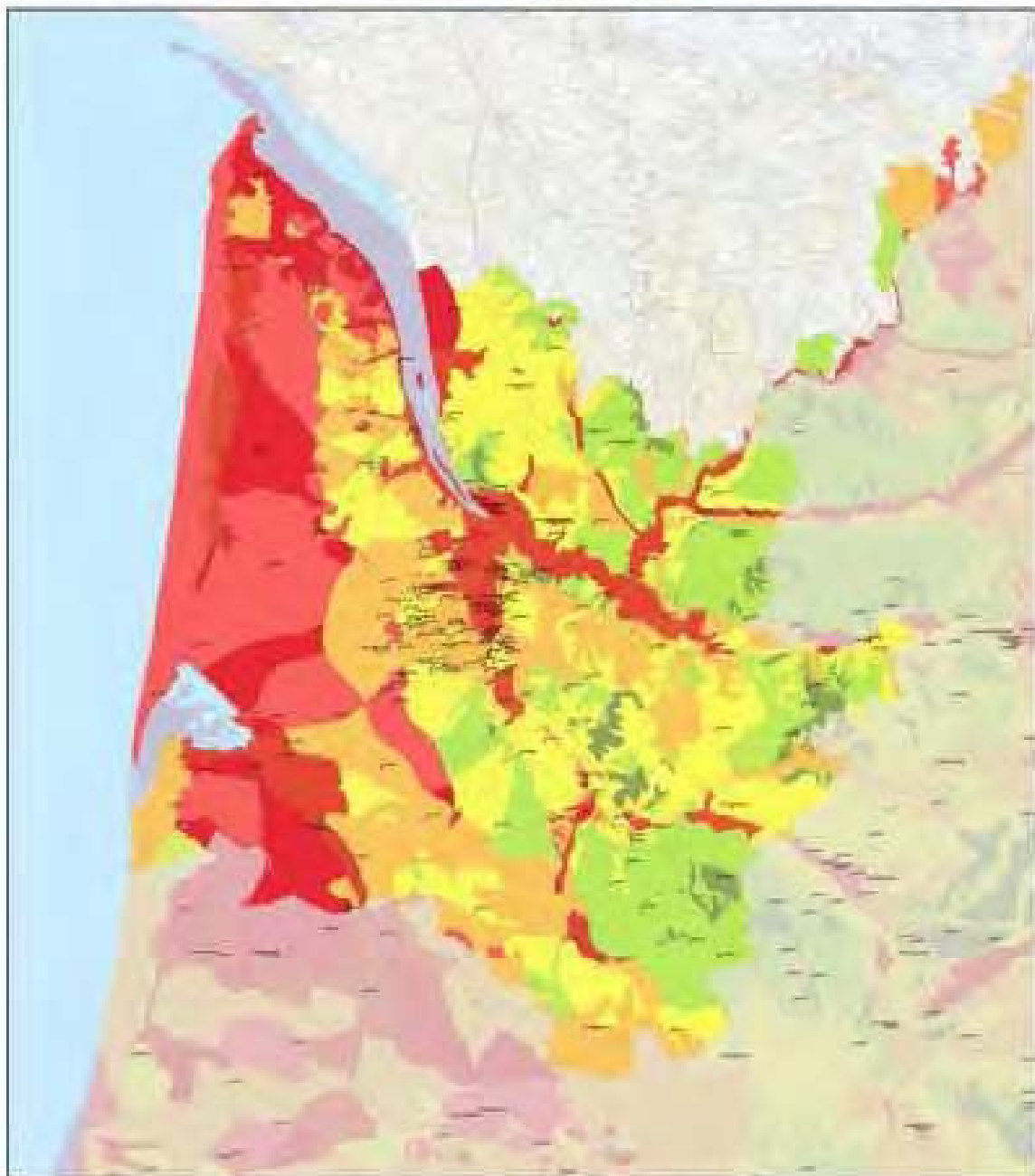
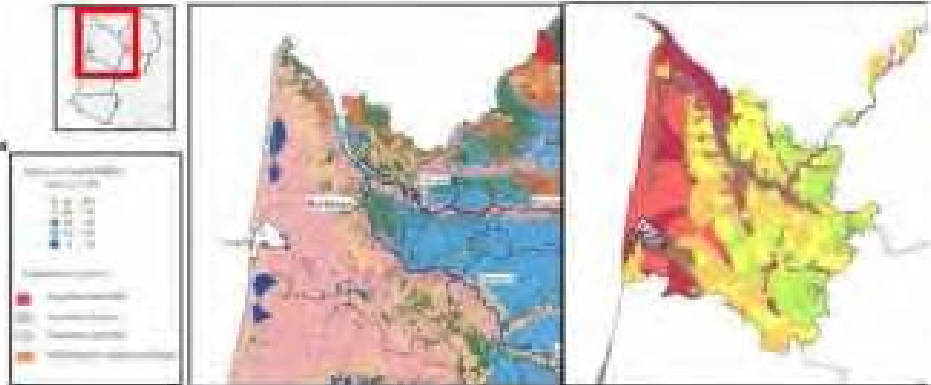
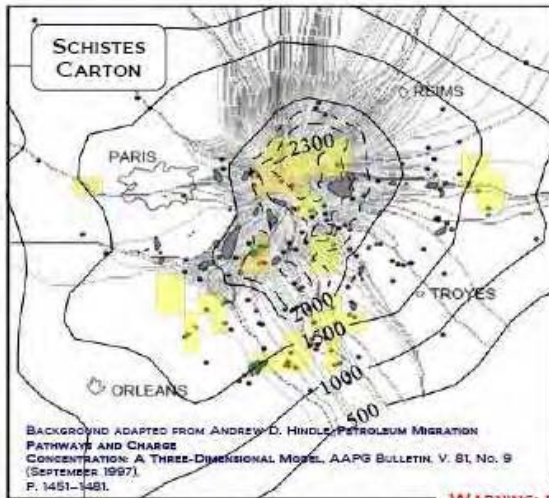


Illustration 64 : Carte de vulnérabilité intrinsèque de la Gironde (BRGM)

Source : Etat des lieux & Diagnostic – CLE SAGE Nappes Profondes de Gironde, septembre 2010

PARIS BASIN SHALE OIL
SIMILAR BURIAL DEPTHS TO BAKKEN



BACKGROUND ADAPTED FROM ANDREW D. HINDLE, PETROLEUM MIGRATION PATHWAYS AND CHARGE CONCENTRATION: A THREE-DIMENSIONAL MODEL, AAPG BULLETIN, V. 81, No. 9 (SEPTEMBER 1997), P. 1451-1481.

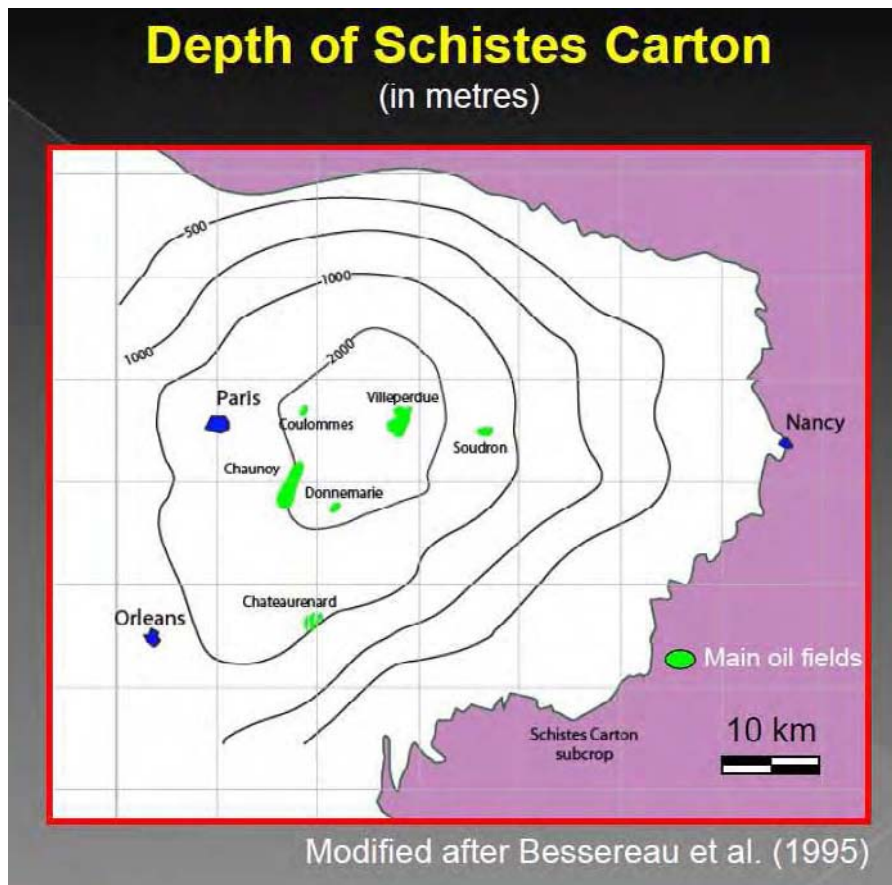


FROM FRED F. MEISSNER AND RICHARD B. BARRIS, COMPUTER SIMULATION OF HYDROCARBON GENERATION, MIGRATION, AND ACCUMULATION UNDER HYDRODYNAMIC CONDITIONS, ORAL PRESENTATION AT AAPG INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION, OCTOBER 15-18, 2000, BALI, INDONESIA.

PARIS BASIN

WILLISTON BASIN

Source : Paris Basin Shale Oil – Toreador taking the lead – Unconventional Oil 2010 – Londres 12 octobre 2010



Modified after Bessereau et al. (1995)

Source : Chatelier et Urban, Université Regina Canada, décembre 2010

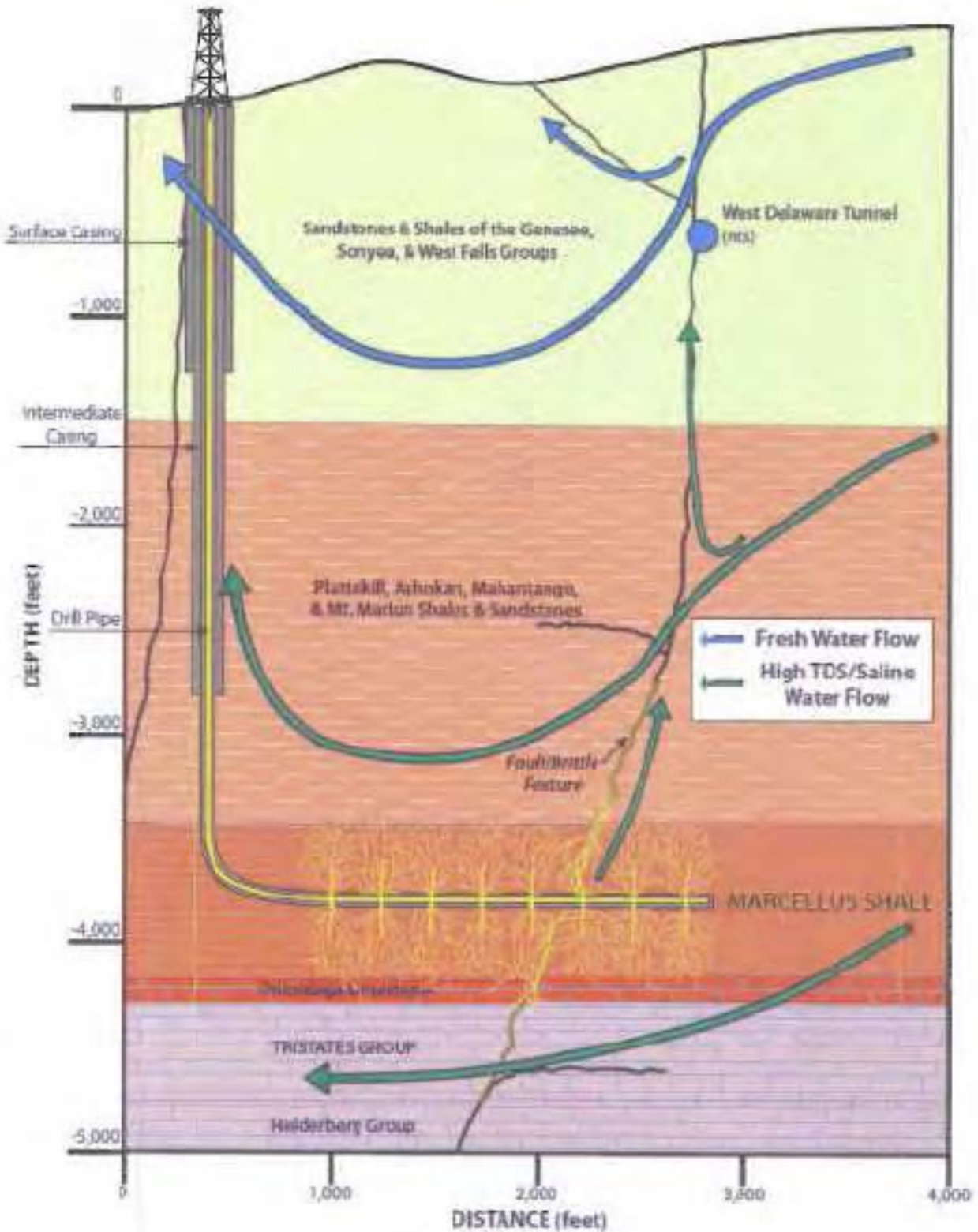


Figure ES-1: Potential Flow Disruption and Contamination Mechanisms

Source : Impact Assesment of Natural Gaz Production in the New York City Water Supply Watershed – New York City Departement of Environmental Protection – Décembre 2009.

L'analyse des risques de migration des polluants est présentée aux page 12 à 20 du rapport.

État des connaissances sur la relation entre les activités
liées au gaz de schiste et la santé publique : rapport préliminaire

Tableau 1 Classement de cancérogénicité des composés chimiques pouvant être utilisés lors des opérations d'exploitation du gaz de schiste

COMPOSÉ	No CAS	TYPE D'OPÉRATION	UTILISATION DÉCLARÉE AU QUÉBEC	CLASSEMENT PAR ORGANISME				RÉFÉRENCE
				CIRC (2010)	CalEPA (2010)	IRIS (2010)	NTP (2010a,b)	
2,2-dibromo-3-nitropropionamide	10222-01-2	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Acide acétique	64-19-7	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Acide benzènesulphonique, dérivés d'alkyl C10-C16	68584-22-5	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Acide citrique	77-92-9	fracturation		aucun	aucun	aucun	aucun	Kargbo et al., 2010
Acide formique	64-18-6	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Acide nitrotriacétique et ses sels	139-13-9	fracturation	X	classe 2B, cancérogène possible (1999)	cause le cancer (1988)	aucun	anticipé être un cancérogène humain (1983)	BAPE, 2010a
Acides gras et huile de tall	61790-12-3	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Acrylamide	79-06-1	fracturation	X	classe 2A, cancérogène probable	cause le cancer (1990)	cancérogène probable pour l'humain (2010)	anticipé être un cancérogène humain (1991)	BAPE, 2010a
Alcool acétylénique (ethyl octynol)	5877-42-9	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Alcool propargylique	107-19-7	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	certaines preuves (2008)	BAPE, 2010a

22

Institut national de santé publique du Québec

 État des connaissances sur la relation entre les activités
liées au gaz de schiste et la santé publique : rapport préliminaire

Tableau 1 Classement de cancérogénicité des composés chimiques pouvant être utilisés lors des opérations d'exploitation du gaz de schiste (suite)

COMPOSÉ	No CAS	TYPE D'OPÉRATION	UTILISATION DÉCLARÉE AU QUÉBEC	CLASSEMENT PAR ORGANISME				RÉFÉRENCE
				CIRC (2010)	CalEPA (2010)	IRIS (2010)	NTP (2010a,b)	
Alcools éthoxylés, C12-C15	68131-39-5	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Alcools éthoxylés, C14-C15	68951-87-7	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Alcools éthoxylés, ramifiés	78330-19-5	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Alkènes, C > 10 alpha-	64743-02-8	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Alkylphénol oxyalkylé	68891-11-2	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Amines quaternaires	106233-03-8	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	QEC, 2010
Amino-2 éthanol	141-43-5	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Azote, gazeux	7727-37-9	fracturation		aucun	aucun	aucun	aucun	Kargbo et al., 2010
Bentonite	1302-78-9	forage	X	aucun	aucun	aucun	à venir	BAPE, 2010a
Benzène	71-43-2	transport		classe 1, cancérogène pour l'humain (2010)	cause le cancer (1987)	cancérogène chez l'humain	connu pour être un cancérogène humain (1980)	NYSDEC, 2009
Bisulfate d'ammonium	7803-83-6	fracturation		aucun	aucun	aucun	aucun	EID, 2009
Borate, sels de		fracturation		aucun	aucun	aucun	aucun	EID, 2009

Institut national de santé publique du Québec

23

État des connaissances sur la relation entre les activités liées au gaz de schiste et la santé publique : rapport préliminaire

Tableau 1 Classement de cancérrogénicité des composés chimiques pouvant être utilisés lors des opérations d'exploitation du gaz de schiste (suite)

COMPOSÉ	No CAS	TYPE D'OPÉRATION	UTILISATION DÉCLARÉE AU QUÉBEC	CLASSEMENT PAR ORGANISME				RÉFÉRENCE
				CIRC (2010)	CalEPA (2010)	IRIS (2010)	NTP (2010a,b)	
Butoxy-2 éthanol	111-76-2	fracturation	X	classe 3, non classifiable (2006)	aucun	peu probable (2010)	preuves équivoques (2000)	BAPE, 2010a
Chlore	7782-50-5	fracturation	X	classe 3, non classifiable (1991)	aucun	aucun	pas de preuve (1992)	BAPE, 2010a
Chlorure d'ammonium	12125-02-9	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Chlorure de potassium	7447-40-7	fracturation		aucun	aucun	aucun	aucun	EID, 2009
Chlorure d'hydrogène	7647-01-0	fracturation	X	classe 3, non classifiable (1992)	aucun	pas évalué	aucun	BAPE, 2010a
Complexe alkylaryl poly-ester	68188-40-9	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Copolymère d'acrylamide	38193-60-1	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Dibromoacétonitrile	3252-43-5	fracturation	X	classe 3, non classifiable (1999)	aucun	aucun	preuve claire (2010)	TEUSA, 2010
Diesel		forage		classe 3, non classifiable (1989)	aucun	aucun	aucun	Kargbo et al., 2010
Dioxyde de carbone, liquide	124-38-9	fracturation		aucun	aucun	aucun	aucun	Kargbo et al., 2010

24

Institut national de santé publique du Québec

État des connaissances sur la relation entre les activités liées au gaz de schiste et la santé publique : rapport préliminaire

Tableau 1 Classement de cancérrogénicité des composés chimiques pouvant être utilisés lors des opérations d'exploitation du gaz de schiste (suite)

COMPOSÉ	No CAS	TYPE D'OPÉRATION	UTILISATION DÉCLARÉE AU QUÉBEC	CLASSEMENT PAR ORGANISME				RÉFÉRENCE
				CIRC (2010)	CalEPA (2010)	IRIS (2010)	NTP (2010a,b)	
Dipropylène glycol	25266-71-8	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	pas de preuve (2004)	BAPE, 2010a
d-Limonène	5989-27-5	fracturation		classe 3, non classifiable (1999)	aucun	aucun	preuve claire (rat mâle) (1990)	BAPE, 2010a
Esters d'acides gras	91744-20-6	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Éthylbenzène	100-41-4	transport		classe 2B, cancérrogène possible (2000)	cause le cancer (2004)	non classifiable (1991)	certaines preuves (1999)	NYSDEC, 2009
Éthylène glycol	107-21-1	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	pas de preuve (1993)	BAPE, 2010a
Formaldéhyde	50-00-0	fracturation	X	classe 1, cancérrogène pour l'humain	cause le cancer (1988)	cancérrogène probable (1991)	anticipé être un cancérrogène humain (1981)	BAPE, 2010a
Glutaraldéhyde	111-30-8	fracturation		aucun	aucun	aucun	aucun (1999)	EID, 2009
Gomme de guar	9000-30-0	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun (1981)	QEC, 2010
Huile de ricin éthoxylée	61791-12-6	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Hydroxy-2 éthyl cellulose	9004-62-0	fracturation		aucun	aucun	aucun	aucun	Kargbo et al., 2010
Hydroxyde de sodium	1310-73-2	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a

Institut national de santé publique du Québec

25

État des connaissances sur la relation entre les activités
liées au gaz de schiste et la santé publique : rapport préliminaire

Tableau 1 Classement de cancérogénicité des composés chimiques pouvant être utilisés lors des opérations d'exploitation du gaz de schiste (suite)

COMPOSÉ	No CAS	TYPE D'OPÉRATION	UTILISATION DÉCLARÉE AU QUÉBEC	CLASSEMENT PAR ORGANISME				RÉFÉRENCE
				CIRC (2010)	CalEPA (2010)	IRIS (2010)	NTP (2010a,b)	
Hypochlorite de sodium	7681-52-9	fracturation	X	classe 3, non classifiable (1991)	aucun	aucun	aucun (1992)	BAPE, 2010a
Isopropanol	67-63-0	fracturation	X	classe 3, non classifiable (1990)	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Méthanol	67-56-1	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
N,N-Diméthylformamide	68-12-2	fracturation		classe 3, non classifiable (1990)	aucun	aucun	aucun	EID, 2009
Naphtalène	91-20-3	fracturation	X	classe 2B, cancérogène possible (2002)	cause le cancer (2002)	ne peut être déterminé (1998)	preuve claire (2000)	BAPE, 2010a
Persulfate de sodium	7775-27-1	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Phosphate de tributyl	126-73-8	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	QEC, 2010
Polyacrylamide, anionique	9003-05-8	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	TEUSA, 2010; QEC, 2010
Polyéthylène glycol	25322-68-3	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	TEUSA, 2010

26

Institut national de santé publique du Québec

 État des connaissances sur la relation entre les activités
liées au gaz de schiste et la santé publique : rapport préliminaire

Tableau 1 Classement de cancérogénicité des composés chimiques pouvant être utilisés lors des opérations d'exploitation du gaz de schiste (suite)

COMPOSÉ	No CAS	TYPE D'OPÉRATION	UTILISATION DÉCLARÉE AU QUÉBEC	CLASSEMENT PAR ORGANISME				RÉFÉRENCE
				CIRC (2010)	CalEPA (2010)	IRIS (2010)	NTP (2010a,b)	
Polymère de l'acide acrylique	9003-01-4	fracturation	X	classe 3, non classifiable (1987)	aucun	aucun	aucun	TEUSA, 2010
Propylène glycol	57-55-6	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Quinoline quaternaire, dérivés de	72480-70-7	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Sels sulfonates, dérivés de benzène	147732-60-3	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Solvant naphta (fraction des aromatiques lourds), C9-C16	64742-94-5	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Thiourée, polymère de	68527-49-1	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Toluène	108-88-3	transport		classe 3, non classifiable (1990)	aucun	information inadéquate pour l'évaluation (2005)	aucun (1990)	NYSDEC, 2009
Triéthylène glycol	112-27-6	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Triméthyl -1,2,4 benzène	95-63-6	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a

Institut national de santé publique du Québec

27

État des connaissances sur la relation entre les activités
liées au gaz de schiste et la santé publique : rapport préliminaire

Tableau 1 Classement de cancérogénicité des composés chimiques pouvant être utilisés lors des opérations d'exploitation du gaz de schiste (suite)

COMPOSÉ	No CAS	TYPE D'OPÉRATION	UTILISATION DÉCLARÉE AU QUÉBEC	CLASSEMENT PAR ORGANISME				RÉFÉRENCE
				CIRC (2010)	CalEPA (2010)	IRIS (2010)	NTP (2010a,b)	
Triméthyl-octadécylammonium	15461-40-2	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	QEC, 2010
Triméthyl-octadécylammonium, Chlorure de	112-03-8	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010a
Trisodium, nitrilotriacétate de (monohydrate)	18662-63-8	fracturation	X	classe 2B, cancérogène possible (1999)	cause le cancer (1989)	aucun	anticipé être un cancérogène humain (1983)	BAPE, 2010a
Xylène de sodium sulfonate	1300-72-7	fracturation	X	aucun	aucun	aucun	pas de preuve (1998)	BAPE, 2010a

Abréviations : CAS : Chemical Abstracts Service; CalEPA : California Environmental Protection Agency; IRIS : Integrated Risk Information System de l'US EPA; EID : Energy In Depth; QEC : Questerre energy corporation; TEUSA : Tallman Energy USA; NTP : National Toxicology Program; NYSDEC : New York State Department of Environmental Conservation; CIRC : Centre international de recherche sur le cancer; BAPE : Bureau d'audiences publiques sur l'environnement.

État des connaissances sur la relation entre les activités
liées au gaz de schiste et la santé publique : rapport préliminaire

Tableau 2 Classement de cancérogénicité des composés naturels pouvant être détectés dans les liquides résiduels issus de l'exploitation du gaz de schiste

COMPOSÉ	PRÉSENCE DÉTECTÉE DANS LES RÉSIDUS AU QUÉBEC	CLASSEMENT PAR ORGANISME			RÉFÉRENCE
		CIRC (2010)	CalEPA (2010)	IRIS (2010)	
Aluminium		aucun	aucun	aucun	NYSDEC, 2009
Antimoine		aucun	aucun	aucun	NYSDEC, 2009
Baryum	X	aucun	aucun	peu probable (1998)	BAPE, 2010b
Bore	X	aucun	aucun	données inadéquates pour l'évaluation (2004)	BAPE, 2010b
Cadmium	X	classe 1, cancérogène pour l'humain (en préparation)	cause le cancer (1987)	cancérogène probable (1992)	BAPE, 2010b
Chlorures	X	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010b
Cobalt		classe 2B, cancérogène possible (1991)	cause le cancer (1992)	aucun	NYSDEC, 2009
Cyanure	X	aucun	aucun	non classifiable (1991)	BAPE, 2010b
Fer	X	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010b
Lithium		aucun	aucun	aucun	NYSDEC, 2009
Magnésium		aucun	aucun	aucun	NYSDEC, 2009
Manganèse		aucun	aucun	non classifiable (1996)	NYSDEC, 2009
Méthane		aucun	aucun	aucun	Ohio, 2008
Molybdène	X	aucun	aucun	aucun	NYSDEC, 2009
Nickel	X	classe 2B, cancérogène possible (1990)	cause le cancer (1989)	aucun	BAPE, 2010b
Phosphore	X	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010b
Plomb		classe 2B, cancérogène possible (1987)	cause le cancer (1992)	cancérogène probable (1993)	NYSDEC, 2009
Plomb-210		classe 1, cancérogène pour l'humain (en préparation)	cause le cancer (1989)	aucun	NYSDEC, 2009

État des connaissances sur la relation entre les activités
liées au gaz de schiste et la santé publique : rapport préliminaire

Tableau 2 Classement de cancérogénicité des composés naturels pouvant être détectés dans les liquides résiduels issus de l'exploitation du gaz de schiste (suite)

COMPOSÉ	PRÉSENCE DÉTECTÉE DANS LES RÉSIDUS AU QUÉBEC	CLASSEMENT PAR ORGANISME			RÉFÉRENCE
		CIRC (2010)	CalEPA (2010)	IRIS (2010)	
Radium -226		classe 1, cancérogène pour l'humain (en préparation)	cause le cancer (1989)	évaluation retirée (1993)	NYSDEC, 2009
Sélénium		classe 3, non classifiable (1987)	aucun	non classifiable (1993)	NYSDEC, 2009
Sels (eaux sursalées)		aucun	aucun	aucun	Office national de l'énergie, 2009
Sulfates	X	aucun	aucun	aucun	BAPE, 2010b
Thallium		aucun	aucun	aucun	NYSDEC, 2009
Thorium-234		classe 1, cancérogène pour l'humain (en préparation)	cause le cancer (1989)	aucun	NYSDEC, 2009
Titanium		aucun	aucun	aucun	NYSDEC, 2009
Uranium-235		classe 1, cancérogène pour l'humain (en préparation)	cause le cancer (1989)	évaluation retirée (1993)	NYSDEC, 2009
Zinc	X	aucun	aucun	non classifiable (2005)	BAPE, 2010b

Abréviations : CalEPA : California Environmental Protection Agency; IRIS : Integrated Risk Information System de l'US EPA; NTP : National Toxicology Program; NYSDEC : New York State Department of Environmental Conservation; CIRC : Centre International de recherche sur le cancer; BAPE : Bureau d'audiences publiques sur l'environnement; ONE : Office national de l'énergie; ODNR : Ohio Department of Natural Resources.