



Introduction au rôle de l'eau vis-à-vis les ressources non conventionnelles



INFORMATION AU SUJET DES RESSOURCES
ÉNERGÉTIQUES CANADIENNES EN ÉMERGENCE

À quelles fins l'industrie pétrolière et gazière a-elle besoin d'eau?

Le forage de puits à de grandes profondeurs dans le sol et les mesures à prendre pour rendre ces derniers aptes à produire du pétrole ou du gaz exige le recours à des procédés hautement spécialisés.

Des fluides à base aqueuse, mis au point sur mesure, remplissent plusieurs différents rôles au cours de chaque étape de l'opération. Au cours de l'étape de forage, ils servent notamment à :

- lubrifier le fleuret;
- évacuer les déblais de forage du trou;
- retenir les fluides de formation à l'intérieur du trou; et
- faciliter l'utilisation d'outils perfectionnés d'évaluation des formations



Source: Trican Well Service

Au cours de l'étape visant à rendre le puits apte à produire du pétrole ou du gaz (soit la « complétion » du puits) à l'aide de la fracturation hydraulique, ces fluides servent à :

- transmettre la pression au fond du trou afin de produire des fractures dans la roche; et
- transporter l'agent de soutènement (habituellement du sable) au sein de la formation afin de maintenir les fractures ouvertes;



Un appareil de fracturation hydraulique peut pomper des fluides à haute pression à l'intérieur du puits de forage où ils passent par les perforations du tubage pour ensuite pénétrer au sein des formations ciblées.

La présente brochure a pour objet de présenter les usages, la production et la protection des ressources en eau, tels que pratiqués par l'industrie des ressources non conventionnelles en pétrole et en gaz. Pour plus de renseignements au sujet des techniques de fracturation hydraulique, veuillez consulter *Introduction à la fracturation hydraulique* et *Introduction au gaz de schiste au Canada* en cliquant sur www.csur.com.

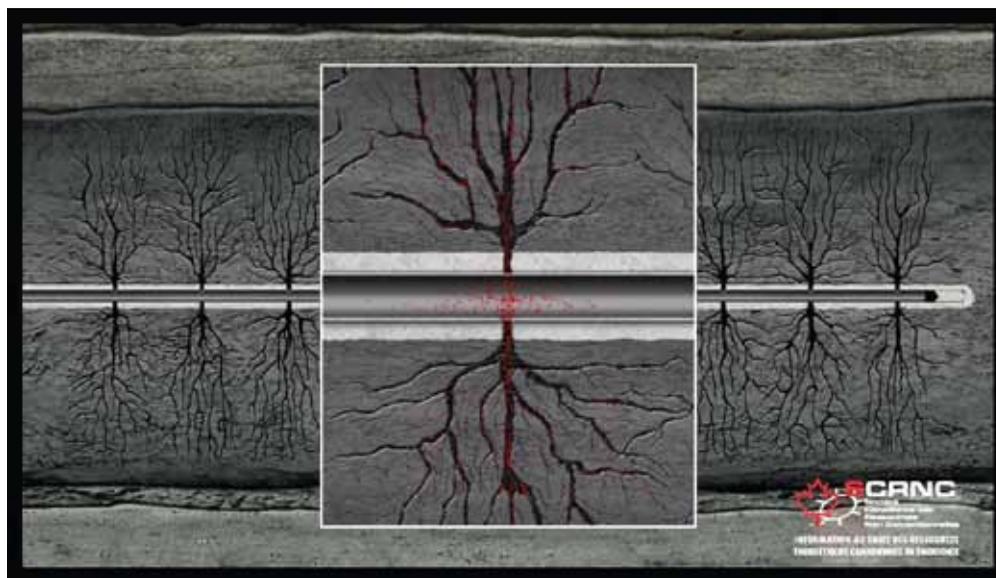
Les opérations de forage ne requièrent généralement que de modestes volumes d'eau – les puits de forage de pétrole et de gaz ne peuvent en fait contenir que quelques dizaines de mètres cubes de fluides, que l'on fait circuler de façon très efficace tout au long des opérations de forage avant de les recycler.

Les opérations de fracturation hydraulique peuvent exiger le recours à des dizaines de milliers de mètres cubes d'eau lorsqu'appliquées aux ressources non conventionnelles qui utilisent l'eau en tant qu'agent principal de fracturation, et plus particulièrement dans les puits horizontaux. De tels volumes d'eau sont requis en raison du fait que, dans les puits horizontaux, on procède à des opérations de fracturation multiétagée. Des fluides de fracturation sont requis à chaque étape du procédé, afin d'exercer la pression nécessaire à la stimulation de chaque section le long de la canalisation latérale et de faire parvenir l'agent de soutènement au sein des fractures nouvellement produites.

La fracturation hydraulique n'est pas un nouveau procédé; l'industrie pétrolière et gazière la pratique en toute

sécurité depuis déjà plus de soixante ans. Des progrès technologiques récents ont permis de mettre en valeur des sources, jusqu'à présent inatteignables, de gaz naturel contenues dans des réservoirs de faible qualité, soit le type de réservoir qui caractérise les ressources non conventionnelles.

À mesure que les techniques de fracturation se sont améliorées, les règlements en matière de protection des ressources en eau, de l'environnement et du public se sont développés au même rythme. Les améliorations apportées aux règlements en vigueur feront en sorte que la mise en valeur responsable des ressources non conventionnelles en hydrocarbures se poursuive.



Fracturation multiétagée le long d'un puits de forage horizontal

Pourquoi la demande en eau dans les zones de ressources non conventionnelles est-elle différente de celle où les opérations ciblent les ressources conventionnelles?

Le degré de perméabilité naturelle des réservoirs classiques est habituellement suffisant pour permettre la circulation du pétrole ou du gaz vers le puits de forage, avec ou sans recours à la stimulation, et ce à des taux d'écoulement suffisamment élevés pour être considérés rentables. Autrement dit, la quantité de pétrole et de gaz produite est suffisamment élevée pour couvrir les coûts associés aux activités de forage et de mise en valeur, ainsi que pour assurer, dans une certaine mesure, le rendement du capital investi par l'exploitant.

Le degré de perméabilité naturelle des réservoirs de ressources non conventionnelles, par contre, est faible; en conséquence, bien qu'ils renferment des quantités abondantes de pétrole et de gaz, leur faible taux de productivité a habituellement une incidence négative sur leur viabilité économique. Certains réservoirs non classiques sont tout à fait incapables de produire du pétrole ou du gaz sans le recours à la fracturation en raison de leur degré de perméabilité extrêmement

faible. Dans l'image no 1, les voies de cheminement illustrées en vert ne seraient pas présentes dans un réservoir non conventionnel.

Les techniques perfectionnées de forage et de complétion mettent en évidence et agissent sur les connexions susceptibles d'améliorer suffisamment le taux de perméabilité des réservoirs non conventionnels de façon à leur permettre de produire des débits rentables de pétrole ou de gaz. Pour ce faire, on a recours à l'une ou l'autre de deux techniques, ou même aux deux à la fois. Le forage horizontal est une technique qui implique le forage de puits jusqu'au niveau de la formation renfermant du pétrole ou du gaz pour ensuite faire effectuer un virage au fleuret et au tuyau (que l'on désigne du nom de « point de démarrage »), de façon à ce que le forage se poursuive ensuite dans une direction horizontale à travers le réservoir; cette technique permet au trou de forage de demeurer en contact avec une longue section de roche renfermant du pétrole ou du gaz.

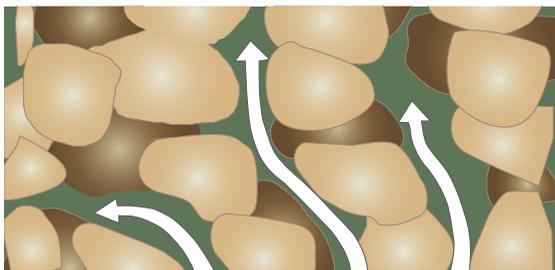


Image n° 1 : Réservoir perméable classique

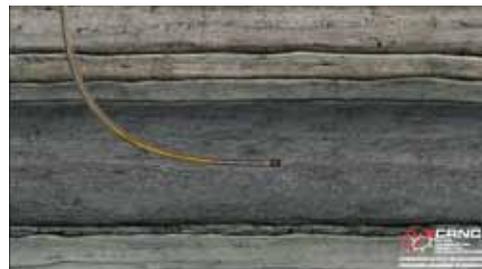


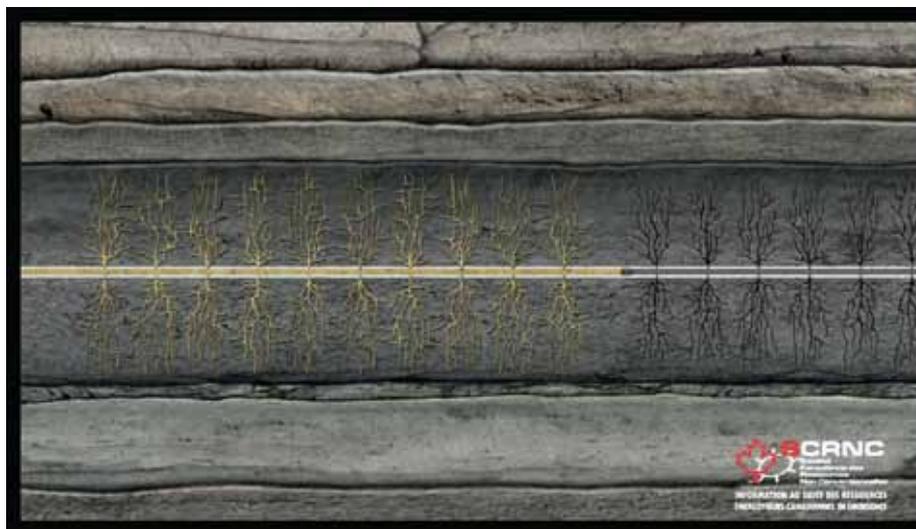
Image n° 2 : Forage d'un puits horizontal

Les procédures de fracturation hydraulique peuvent alors être mises à l'œuvre à divers intervalles tout au long du puits de forage horizontal afin de causer l'ouverture de fractures ou d'en créer de nouvelles au sein de la roche réservoir. Ce procédé, portant le nom de « stimulation », provoque l'accroissement de la perméabilité au point où la production d'hydrocarbures devient rentable.

Plusieurs des réservoirs non conventionnels en voie de développement, particulièrement ceux associés

aux schistes, ne peuvent être rejoints qu'au moyen de puits horizontaux dont la longueur peut atteindre plus d'un kilomètre et qui peuvent exiger le recours à plus de 20 opérations de stimulation avant de pouvoir être considérés rentables. De grandes quantités d'eau, ou un autre fluide, sont un élément clé de la mise en valeur des ressources non conventionnelles; il s'agit de quantités beaucoup plus considérables que celles requises pour la plupart des projets de mise en valeur de réservoirs classiques.

L'image à droite illustre deux (2) stimulations de fracture; les fractures foncées ont été produites au cours d'une étape et se trouvent momentanément isolées alors que celles en jaune prennent forme au cours de l'étape suivante. Le nombre de fractures que peut exiger un trou de forage quelconque varie en fonction des caractéristiques de la formation ciblée.



Où l'industrie pétrolière et gazière peut-elle se procurer de l'eau?

Quatre sources principales d'eau servent habituellement aux opérations pétrolières et gazières : les eaux de surface (rivières, lacs et écoulement), les aquifères peu profonds contenant de l'eau potable (douce), les aquifères profonds (qui renferment généralement des eaux salines) et l'eau recyclée provenant du refoulement des fluides de fracturation, de l'eau de formation produite ou d'autres sources de nature industrielle. Les eaux de surface comprennent aussi l'eau qui s'accumule dans des structures d'origine anthropique, tels les fosses-réservoirs et les carrières d'emprunt.

La disponibilité de l'une ou de l'autre, ou même de toutes ces sources est fonction de l'endroit auquel la mise en valeur a lieu. Divers facteurs peuvent avoir une incidence sur le choix de source d'eau, notamment les volumes d'eau disponibles de chaque type de source, les intérêts et les besoins des autres utilisateurs de l'eau ainsi que les coûts associés à l'obtention, au traitement et au transport de l'eau jusqu'à l'emplacement du puits. Le tableau ci-dessous compare de façon générale les différentes sources :

	Source	Profondeur type (m)	TDS (mg/l)
Eaux de surface	rivières	0	moins de 4 000
	lacs	0	moins de 4 000
	écoulement	0	moins de 4 000
Aquifère peu profond	sable et gravier non consolidés	moins de 300	moins de 4 000
	filon de charbon	moins de 300	moins de 4 000
	grès	moins de 300	moins de 4 000
	approvisionnement municipal	moins de 300	moins de 4 000
Aquifère profond	grès et carbonate	plus de 300	plus de 4 000
Réutilisation/recyclage	eaux usées municipales	0	variable
	refoulement des fluides de fracturation	0	variable
	eau de formation produite	0	variable

Nota : La profondeur de la limite entre les aquifères d'eau douce et d'eau saline varie en fonction de la géologie et des conditions locales associées aux eaux souterraines.

Les responsables de l'industrie pétrolière et gazière doivent se renseigner sur la disponibilité et les caractéristiques des diverses sources d'eau en vue de prendre les meilleures décisions en matière d'obtention de l'eau nécessaire aux activités de forage et de complétion. Il est important de prendre en considération les besoins des autres intervenants, ainsi que tout conflit possible qui pourrait survenir avec ces derniers. En outre, ils doivent étudier si la source d'eau éventuelle se révélera compatible avec les procédures utilisées au cours des activités de forage et de complétion. Au cours de l'étape d'évaluation des sources éventuelles d'eau, on procède généralement à des essais chimiques afin de s'assurer que l'eau que l'on prévoit utiliser est compatible avec la formation en question et ne sera pas susceptible

d'endommager cette dernière, ou d'empêcher le pétrole ou le gaz de circuler à travers la roche. Certains minéraux ou roches ont une réaction négative à l'eau et, dans de tels cas, d'autres fluides à base non aqueuse peuvent alors servir à stimuler le puits.

Eaux de surface

Les eaux de surface sont généralement douces et renferment d'ordinaire moins de 4 000 mg/l de matières dissoutes totales (MDT). L'eau de mer, à titre de comparaison, contient 30 000 à 35 000 mg/l de MDT, alors que la plupart des sources d'eau potable en comptent moins de 500 mg/l. Aux endroits où elles sont abondantes et d'accès facile, les eaux de surface représentent la source d'eau la moins dispendieuse et la plus apte à utiliser dans les opérations de forage et de complétion, puisqu'elles se trouvent en surface et requièrent peu, sinon aucun traitement avant de pouvoir s'en servir. Cependant, d'autres intervenants, à savoir les villes, les exploitations agricoles, d'autres secteurs industriels et les producteurs d'énergie, peuvent eux aussi avoir intérêt à utiliser cette même source d'eau.

Dans les zones à climat humide, où l'approvisionnement est abondant, la quantité d'eaux de surface peut être assez abondante pour rencontrer les besoins de tous les utilisateurs éventuels. Dans d'autres régions, surtout dans les zones où l'approvisionnement en eau varie considérablement en fonction des saisons, les problèmes liés à l'approvisionnement sont plus sérieux et les questions liées à la rareté de l'eau doivent être prises en considération. Dans certains bassins fluviaux caractérisés par un approvisionnement restreint en eau, toute nouvelle demande de retrait d'eau se voit refusée et les exploitants de pétrole et de gaz n'ont pas accès aux eaux de surface.

Utilisation appropriée	Disponibilité
rurale/agricole, industrielle	variable
industrielle	variable
industrielle	variable
industrielle	variable
industrielle	variable

Sources d'eau

Aquifères peu profonds

L'eau douce peut aussi provenir d'aquifères peu profonds qui, souvent, sont des aquifères à nappe libre. Il peut s'agir de gisements de sable et de gravier non consolidés, mis en place dans des vallées fluviales contemporaines ou dans des chenaux d'eau de fonte associés à d'anciens glaciers. À certains endroits, le substratum rocheux à faible profondeur constitué, par exemple, de grès ou de charbon peut également renfermer de l'eau douce. Le degré de salinité de l'eau de subsurface a tendance à s'accroître avec la profondeur en raison du fait que les précipitations ne parviennent plus à en assurer la recharge. Cependant, à la plupart des endroits, les eaux de surface sont relativement douces jusqu'à une profondeur de 300 à 400 mètres (et parfois plus dans certaines zones).

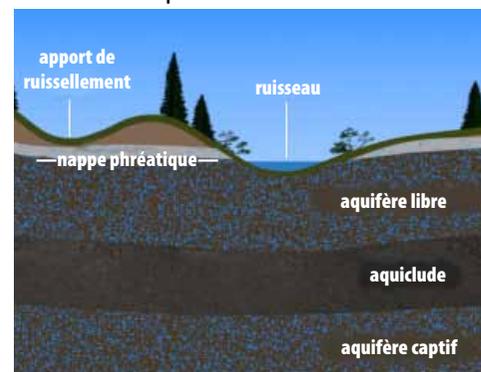
À l'instar des eaux de surface, l'approvisionnement en eau douce dans les réservoirs peu profonds peut servir d'autres intervenants. À plusieurs endroits, on creuse des puits pour atteindre ces aquifères peu profonds en vue de rencontrer la demande à caractère municipal, domestique et agricole. Dans les cas où l'eau contenue dans ces aquifères peu profonds est abondante et bénéficie d'une recharge abondante régulière grâce aux précipitations, il est possible qu'elle puisse satisfaire les besoins de tous les utilisateurs. Ailleurs, par contre, il s'avère que les utilisateurs actuels sont déjà en voie de causer l'épuisement rapide des aquifères peu profonds.

Aquifères profonds

Les aquifères profonds renferment de l'eau qui réside depuis longtemps déjà à l'intérieur des pores et des fractures de la roche; il s'agit habituellement d'aquifères captifs. Au fil du temps, l'eau dissout les divers matériaux dont est constituée la roche, et plus particulièrement les minéraux très solubles

que sont les sels d'origine naturelle. Le degré de salinité des aquifères profonds varie de quelques milliers de mg/l à parfois plus de 200 000 mg/l. Ces aquifères profonds gisent entre quelques centaines de mètres à plus de 200 m sous la surface, mais il faut noter que la capacité de la roche aquifère à retenir et à produire de l'eau diminue habituellement à mesure que la profondeur augmente.

L'industrie pétrolière et gazière compte pratiquement les seuls intervenants qui ont un intérêt dans les eaux salines gisant en profondeur. De façon générale, l'eau est inutilisable à des fins domestique ou agricole en raison des coûts associés à sa récupération et à son traitement. L'industrie pétrolière et gazière peut y avoir recours en vue de s'en servir comme source d'eau pour ses opérations mais il s'agit, une fois encore, d'une source d'eau qui s'avère plus dispendieuse à se procurer puisque l'on doit forer des puits pour l'atteindre. En outre, cette eau exige souvent un traitement additionnel entraînant ainsi des dépenses supplémentaires pour l'exploitant. L'eau peut d'ailleurs exiger un traitement pour la rendre apte à servir; ce traitement peut produire des flux d'eaux usées dont il faut alors disposer.



Ces renseignements proviennent du site web COMET® à <http://meted.ucar.edu/> de l'University Corporation for Atmospheric Research (UCAR), commandité en partie par le biais d'accord(s) de collaboration avec la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), du U.S. Department of Commerce (DOC). ©1997-2011 University Corporation for Atmospheric Research. Tous droits réservés

Réutilisation/recyclage

Certaines sources d'eau ne sont généralement aptes qu'à des usages industriels en raison du fait qu'elles ont déjà servi à ces fins. Il peut s'agir, dans ces cas, d'eaux usées municipales et d'eau produite. En fait, l'eau produite s'avère la source d'eau la plus commune convenant aux activités de recyclage et de réutilisation associées à la fracturation hydraulique. Il s'agit d'eau emprisonnée dans des formations souterraines qui est entraîné vers la surface en même temps que le pétrole et le gaz. Cette eau, qui a été en contact pendant des millions d'années avec la formation renfermant les hydrocarbures, partage donc certaines des caractéristiques chimiques de la formation en question ainsi que des hydrocarbures. L'eau produite peut contenir de l'eau provenant du réservoir aussi bien que de l'eau ayant été injectée dans la formation au cours des étapes de forage ou de complétion; cette eau peut avoir subi une altération en raison soit de son contact avec la roche réservoir, soit de son mélange avec l'eau déjà présente dans le réservoir.

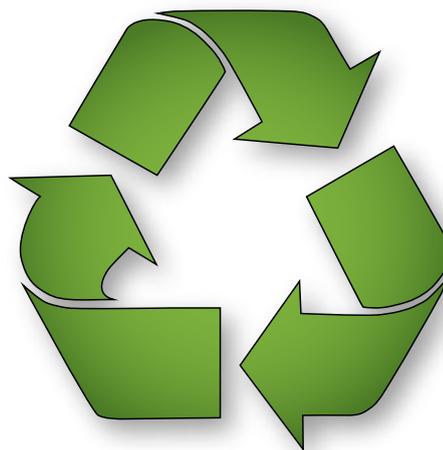
On donne parfois le nom de « saumure » ou d'« eau de formation » à l'eau produite qui peut contenir :

- des sels (mesurés en termes de salinité, matières dissoutes totales, conductivité électrique)
- divers composés naturels inorganiques et organiques, soit possiblement du pétrole provenant du réservoir ou des additifs chimiques utilisés au cours du forage et de l'exploitation du puits
- de la matière radioactive naturelle à l'état de trace provenant de la dissolution de la roche

L'industrie a de plus en plus recours aux fluides réutilisés et recyclés afin de réduire sa consommation d'eau douce, ainsi que les coûts et les impacts sur l'environnement.



Usine de recyclage et de traitement de l'eau Debolt d'une capacité de 100 000 barils par jour exploitée par les sociétés Encana et Apache dans le bassin de la rivière Horn, en Colombie-Britannique



Combien d'eau réclament les activités de forage et de complétion associées à l'exploitation d'un puits de gaz de schiste?

Le forage d'un puits de pétrole ou de gaz classique requiert d'ordinaire environ 400 m³ d'eau. Dans le cas de réservoirs non conventionnels, et même dans celui de certains réservoirs conventionnels, le forage des puits exige le recours à la fracturation hydraulique; il s'agit d'un procédé dont l'objet est de briser la roche et, ainsi, de créer des voies de cheminement susceptibles de permettre au pétrole et au gaz de s'écouler vers le puits de forage. Ce procédé utilise un volume important d'eau afin de créer un réseau de fractures suffisamment intense pour susciter des taux de production rentables. En raison

de la présence de ce réseau de fractures intense, les travaux de complétion dans le cas d'un réservoir non conventionnel type peuvent exiger le recours à approximativement 20 000 m³ d'eau. En guise de comparaison, un terrain de golf utilise la même quantité d'eau tous les 28 jours; environ 20 000 m³ d'eau suffisent pour irriguer neuf acres de maïs chaque année. Cependant, alors que les terrains de golf et les champs de maïs exigent un arrosage continu, les puits de gaz non conventionnels ne sont d'ordinaire soumis qu'une seule fois à la fracturation.



L'irrigation de neuf acres de maïs réclame 20 000 m³ d'eau chaque année



Les terrains de golf utilisent 20 000 m³ d'eau tous les 28 jours

Combien d'eau l'industrie pétrolière et gazière réclame-t-elle?

Dans de nombreux cas, le volume total d'eau utilisé par l'industrie pétrolière et gazière est faible par rapport à la disponibilité générale des ressources en eau à l'échelle locale et en comparaison aux volumes d'eau utilisés par d'autres utilisateurs. L'utilisation de l'eau varie d'un ressort territorial à l'autre, ainsi qu'au sein de bassins individuels qui font l'objet d'une mise en valeur des ressources non conventionnelles en hydrocarbures. Il est possible d'atténuer les répercussions au niveau des sources d'eau de surface en ne retirant de l'eau

que pendant les périodes de grand débit et en l'entreposant en vue de son utilisation future, démarches qui permettent ainsi de tenir compte de la variabilité de nature saisonnière ou attribuable au climat. Pour replacer la consommation d'eaux de surface par l'industrie pétrolière et gazière dans son contexte, il suffit d'examiner le tableau ci-dessous qui fait état des débits représentatifs des principales rivières canadiennes :

Débits fluviaux représentatifs à divers endroits du Canada

(de la moyenne quotidienne la plus basse à la plus élevée, en m³/seconde)

Emplacement	Rivières	Moyenne annuelle
Terre-Neuve	rivière Gander à Big Chute	119
Alberta	rivière Athabasca à Hinton	175
Saskatchewan	rivière Saskatchewan-Sud à Saskatoon	254
Québec	rivière aux Outardes à la centrale de Chute-aux-Outardes	387
Nouveau-Brunswick	rivière Saint-Jean au sud de Mactaquac	809
Colombie-Britannique	fleuve Fraser à Hope	2 720
Ontario	fleuve Saint-Laurent à Cornwall	7 350
Territoires du Nord-Ouest	fleuve Mackenzie à Norman Wells	8 480

Source : Environnement Canada. Le présent tableau repose sur des données historiques jusqu'à 1999 provenant de la base de données nationale HYDAT.

Conditionnement de l'eau



Source: MWH Global

L'eau produite et l'eau de refoulement

Toute eau qui s'écoule d'un puits en raison d'activités d'exploration ou de production de pétrole et de gaz porte le nom d'« eau produite ». À la suite de la stimulation d'un puits en vue de produire des fractures dans la formation, une certaine quantité des fluides d'injection hydraulique sera refoulée hors du puits. Il s'agit-là d'un type d'eau produite connue sous le nom de « refoulement ». La boue de forage n'est pas considérée une catégorie d'eau produite.

Conditionnement de l'eau

En fonction de la source d'eau qui sera utilisée aux fins de forage et au cours des opérations de fracturation hydraulique, il sera peut-être nécessaire de procéder à différents type de traitements ou à son « conditionnement » avant qu'elle ne soit apte à servir aux besoins de l'industrie pétrolière et gazière. Bien que la solution la plus simple consiste évidemment à n'avoir recours qu'à de l'eau douce ne réclamant qu'un traitement minimal, la plupart des sources d'eau peuvent être traitées afin de les rendre apte aux activités de forage et de complétion puisque ces opérations tolèrent habituellement l'utilisation d'eau caractérisée par de modestes taux de salinité.

Conditionnement de l'eau produite

Afin de pouvoir traiter l'eau produite en vue de son utilisation dans le procédé de fracturation hydraulique, il faut auparavant suivre les étapes suivantes afin d'en retirer toute trace de pétrole résiduaire, de solides en suspension, de matières organiques dissoutes, de fer, de

certaines sels et d'autres impuretés qui risque d'être présente :

- Étape 1:** L'eau produite est acheminée à travers des pompes et des tuyaux qui en mesurent le débit, le pH et le degré de salinité. Elle passe aussi à travers de grands réservoirs horizontaux, des appareils à bullage d'air et des récupérateurs spécialement conçus pour ramasser et séparer tout pétrole résiduel qui aurait pu être produit en même temps que l'eau.
- Étape 2:** Une fois l'étape 1 complétée, l'eau est pompée dans un grand bac équipé de gros tubes et plaques, eux-mêmes reliés au courant électrique continu. C'est en circulant entre ces plaques et ces tubes que l'eau en vient à être dégagée de la plus grande partie des matières dissoutes qu'elle contient.
- Étape 3:** L'eau ayant subi le traitement à l'étape 2 est ensuite transférée dans un troisième bac et une petite quantité de floculent, du type utilisé dans les usines de traitement des eaux des villes, y est ajoutée afin de favoriser la collecte des particules fines en suspension dans l'eau.
- Étape 4:** Au cours de cette dernière étape, l'eau provenant de l'étape 3 est acheminée à travers des plaques et de l'ozone y est ajouté afin de neutraliser toute bactérie présente. Les dernières particules extrêmement fines qui restent sont retirées au moyen de cornets de filtration spécialement conçus ou en faisant passer l'eau à travers des réservoirs remplis de sable. On peut aussi avoir recours à des traitements chimiques au cours de cette étape.

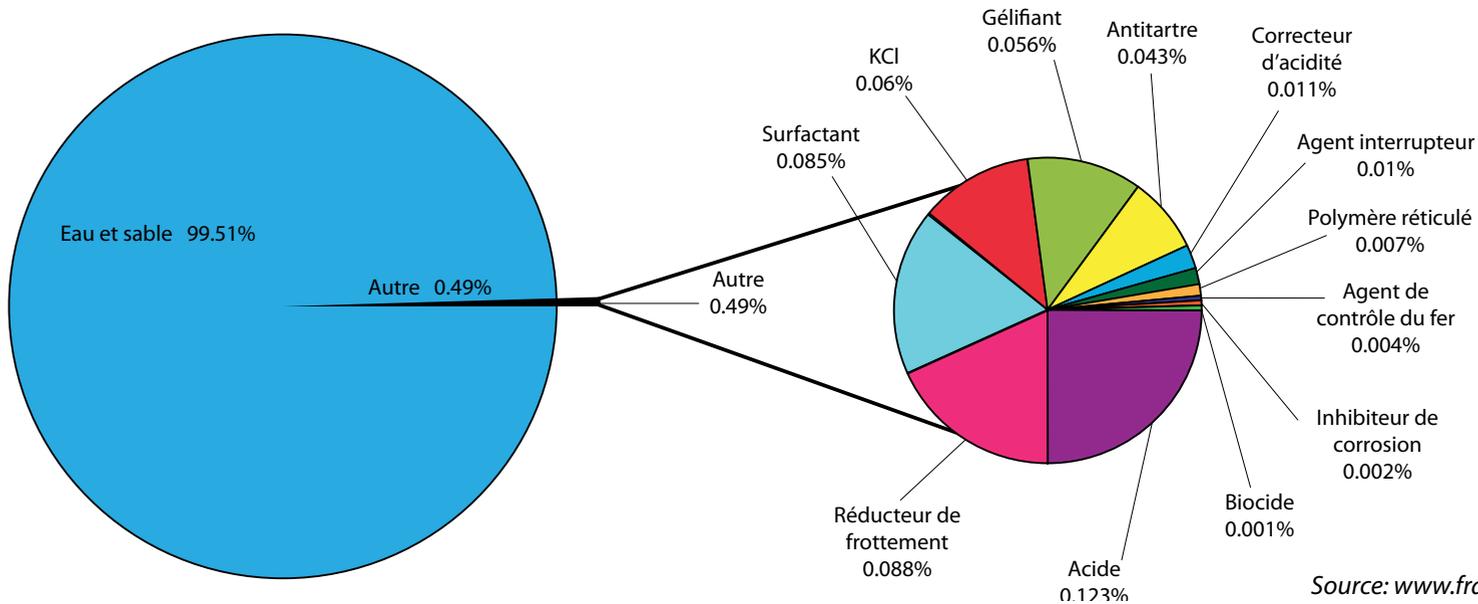
Dans le cas d'opérations où l'eau de refoulement est destinée à des activités de fracturation ultérieures, le traitement peut habituellement être réduit au minimum, de façon à retirer de l'eau tout au moins le pétrole et les solides en suspension qui peuvent s'y trouver.

Traitement de conditionnement de l'eau antérieur à la fracturation hydraulique

Afin d'optimiser l'efficacité des fluides de fracturation hydraulique, on leur ajoute parfois certains produits chimiques. En règle générale, de trois à douze constituants sont ajoutés en fonction des caractéristiques de la source d'eau utilisée et du type de formation ciblée. Ces additifs constituent de 0,5 à 2 % du volume total des fluides de fracturation et servent à :

- réduire le frottement;
- prévenir la croissance de micro-organismes (également connu sous le nom « d'encrassement biologique »);
- accroître la viscosité;
- prévenir la corrosion du tubage (tuyau d'acier) dans le puit

Du sable ou un autre agent de soutènement est également ajouté aux fluides afin de maintenir les nouvelles fractures ouvertes.



Source: www.fracfocus.org

Produits chimiques et obligation d'informer le public

Différents ressorts de juridiction imposent à l'industrie pétrolière et gazière certaines exigences de divulgation en vertu de règlements régionaux, provinciaux ou fédéraux. Des dispositions en matière de divulgation contribuent à une meilleure compréhension du public à l'égard des produits chimiques et facilitent son droit d'accès à de l'information à leur sujet, ainsi que sur leur utilisation et leurs répercussions éventuelles au niveau de l'environnement. Bien que les règles de divulgation peuvent varier d'un bout à l'autre du Canada, chacune a pour intention de renseigner le public au sujet de la nature des produits chimiques utilisés dans les opérations de fracturation.

Évacuation des eaux

L'industrie pétrolière et gazière a réalisé de grands progrès au niveau de l'avancement des techniques favorisant le recyclage et la réutilisation des eaux ayant servi aux activités de forage et de complétion. Cependant, dès que les eaux utilisées par l'industrie pétrolière et gazière ne peuvent plus être recyclées en vue d'usage ultérieur, on doit en disposer de façon sécuritaire et responsable, évitant autant que possible toute répercussion au niveau de la population et de l'environnement. L'évacuation de ces eaux usées est fortement réglementée et les méthodes permises d'évacuation des eaux varient d'un ressort de juridiction à l'autre.

Les eaux usées provenant des activités de mise en valeur du pétrole et du gaz contiennent d'ordinaire des sels dissous, des hydrocarbures, des oligo-éléments et d'autres éléments. La méthode d'évacuation la plus souvent approuvée consiste à injecter les eaux usées à une grande profondeur dans le sol au moyen d'un puits conçu et construit à cette fin. L'industrie canadienne du pétrole et du gaz et ses homologues partout dans le monde ont recours depuis des décennies à l'injection en puits profond pour empêcher de façon permanente que les déchets liquides ne viennent en contact avec l'environnement.

L'industrie a recours à un bon nombre de méthodes d'évacuation; celles qui sont les plus souvent utilisées sont présentées sur la page en regard.



Source: CCS Midstream Services

Installation de traitement, de récupération et d'évacuation de la CCS Midstream à West Edson, en Alberta

Option 1 – Injection en puits profond

Le forage d'un puits de rejet et la délivrance de licences permettant son exploitation sont sujets à plusieurs règlements gouvernementaux qui déterminent dans quelle mesure un tel puits est requis ou réalisable. Une compagnie doit premièrement faire application pour la licence qu'elle désire obtenir pour exploiter le puits de rejet en question. Ce processus comporte l'obligation du propriétaire de démontrer que le puits et la formation rocheuse sont effectivement capables de recevoir le volume de fluides proposés et de garantir que les fluides ainsi emprisonnés demeureront isolés de toute source éventuelle d'eaux souterraines utilisables. Une fois l'approbation reçue et la construction réalisée selon des normes rigoureuses, le puits pourra servir à des fins d'évacuation. Il sera périodiquement sujet à des inspections et sera soumis à des essais tout au long de sa vie utile afin de démontrer qu'il rencontre les normes d'intégrité mécanique et de confinement des fluides. Des marges de tolérance spécifiques, portant notamment sur la pression et les volumes d'évacuation, sont sujettes à des contrôles périodiques. Les protocoles de scellement et de recouvrement doivent être respectés lorsque le puits a atteint sa pleine capacité. Même après avoir abandonné un puits, le propriétaire en demeure responsable et ce dernier doit s'assurer que toute question ayant trait à la sécurité ou à l'environnement qui pourrait survenir dans le futur sera traitée d'une manière responsable.

Option 2 – Usine de traitement de propriété privée

Les eaux usées provenant d'une installation de production peuvent aussi être livrées, en même temps que d'autres déchets de forage, à des installations évoluées de manutention des déchets. Ces installations traitent les déchets selon des normes de traitement établies par l'exploitant de l'installation en question et les autorités locales chargées de la réglementation avant de disposer des eaux usées qui en résultent dans des puits de rejet désignés ou de les offrir en vue de leur réutilisation.

Option 3 – Utilisation sur le sol

Des règlements rigoureux gouvernent l'utilisation de l'eau produite à la surface du sol. Les fluides qui contiennent des constituants naturellement biodégradables (matières organiques dégradables ou éléments nutritifs) et qui sont également compatibles avec la composition chimique du sol peuvent généralement se prêter à une telle utilisation. Si l'eau produite contient une quantité élevée de matières dissoutes totales (substances inorganiques), elle devra subir un traitement avant qu'elle ne puisse être utilisée à la surface du sol.

Option 4 - Étangs d'évaporation

Les étangs d'évaporation, à ne pas confondre avec les étangs de résidus associés aux activités de mise en valeur des sables bitumineux, servent seulement à faire diminuer les volumes d'eaux usées et à permettre la concentration des déchets en vue de leur évacuation plus aisée; ces derniers doivent néanmoins subir un traitement avant leur évacuation. La protection de ces étangs est assurée par une clôture de périmètre qui permet d'éviter que le bétail n'entre en contact avec les fluides retenus dans l'étang. On a recours à cette méthode de réduction des volumes d'eaux usées surtout dans les régions chaudes et arides.

Option 5 - Décharge des eaux de surface

Des permis de décharge des eaux de surface peuvent être émis à l'intention de n'importe quel point de décharge d'eaux usées dans les eaux de surface. Si les permis sont accordés, ils comportent des limites au niveau de la quantité d'effluents permise afin de protéger les utilisations bénéfiques des eaux de surface. Ces permis peuvent aussi contenir des provisions imposant à chaque installation des exigences qu'elle doit respecter en matière d'échantillonnage et d'obligation de rendre compte. Les exigences ayant trait à la décharge peuvent également être établies en fonction de diverses caractéristiques, telles la qualité du milieu aquatique ou un usage déterminé.

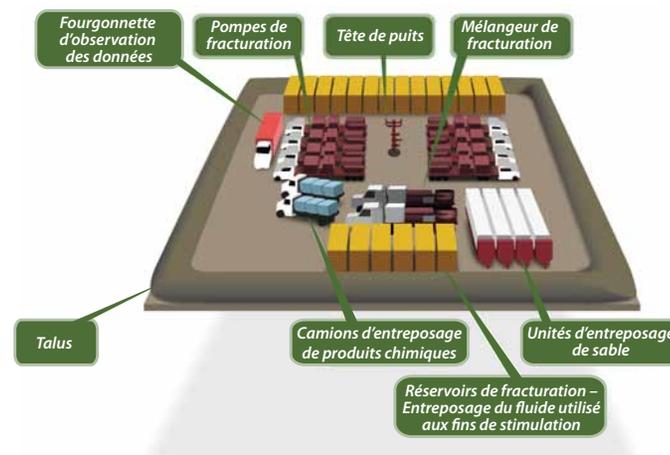
Protection des eaux

Construction sur la concession

L'industrie pétrolière et gazière protège les eaux de surface grâce à l'adoption de certaines mesures visant la conception et l'exploitation de leurs concessions, notamment le stockage sur place. Il y a des règlements en place qui régissent la distance qui doit séparer l'emplacement d'une concession en surface des plans d'eau permanents. Les règlements et les spécifications de conception visant la protection des eaux de surface s'appliquent également à l'industrie du pétrole et du gaz classiques et sont d'ailleurs en place depuis de nombreuses années. Il s'agit de règlements raisonnés et complets en vigueur dans des juridictions chevronnées où les autorités de réglementation les examinent afin de s'assurer qu'ils tiennent compte des pratiques changeantes de l'industrie, telles que l'accès à des volumes élevés d'eau. D'autres ressorts de juridiction bénéficiant de moins d'expérience en matière de mise en valeur du pétrole et du gaz auront besoin de plus de temps et de formation avant de pouvoir mettre sur pied un cadre de réglementation approprié, mais ils peuvent néanmoins profiter de tout ce que peuvent leur apprendre les autorités de réglementation œuvrant dans un milieu en pleine maturité.

Dans toutes les juridictions provinciales, des règlements rigoureux s'appliquent aux normes liées à la conception et à la construction sur les concessions pétrolières et gazières de surface; ces mêmes règlements régissent en outre la proximité de ces concessions aux eaux de surface. Les concessions elles-mêmes sont souvent entourées de talus qui servent à séparer les zones à activités incompatibles et à diriger l'écoulement de surface (précipitations). Les niveaux des fluides entreposés sont suivis de près pendant la période d'opération du puits afin de pouvoir identifier rapidement toute perte de fluides éventuelle. Advenant une telle perte, les mesures de confinement mises en place lors de la construction assurent le confinement de toute fuite de fluides et permettent de mettre en œuvre aussi rapidement que possible les mesures correctives nécessaires.

Avant d'entreprendre la construction sur leur concession, les compagnies et les autorités chargées de la réglementation étudient très attentivement les conditions actuelles du sol et du drainage à l'emplacement proposé de la concession afin de s'assurer que la conception technique, la préparation du



Adapté d'une publication de la Chesapeake Energy

terrain et les activités de construction soient tous en mesure de contribuer à réduire la possibilité que des déversements accidentels puissent se produire sur des terrains adjacents ou en subsurface.

Les emplacements occupés par des concessions accusent un plan concave de façon à ce que l'eau de la concession (provenant surtout de l'eau de pluie) s'accumule dans un coin en particulier. Si un surplus d'eau doit être évacué, surtout après une pluie particulièrement forte, les exploitants doivent se conformer aux critères aussi bien locaux que régionaux et provinciaux régissant l'évacuation dans le but de protéger les eaux de surface. Ces critères portent sur les niveaux d'acidité, les chlorures, les hydrocarbures et les matières dissoutes totales. À l'instar du processus de choix de l'emplacement, le processus associé aux exigences réglementaires portant sur le rejet de l'eau de la concession peut varier d'un ressort de juridiction à l'autre. L'évacuation sur un terrain privé n'aura lieu que si le propriétaire et les autres instances responsables de la réglementation auront donné leur approbation.

En plus de donner à la concession son plan concave au moyen des matériaux appropriés, on doit aussi mettre en place des mesures de contrôle du sol et de l'érosion à l'endroit choisi d'où l'eau de la concession sera rejetée. Ces mesures peuvent comprendre l'utilisation de paillis, de textile anti-érosion et de fossés de dérivation. Il s'agit de contrôler les taux de sédimentation et d'érosion hors site.

Protection des eaux souterraines

On retrouve à plusieurs endroits et à des profondeurs différentes des horizons à aquifères peu profonds renfermant de l'eau douce de qualité et de quantité variables. Les opérations de forage pétrolier et gazier traversent inévitablement ces aquifères en route vers les zones de production d'intérêt qui gisent à de plus grandes profondeurs. Consciente du fait qu'il y a possibilité d'entrer en contact avec ces aquifères peu profonds, l'industrie pétrolière et gazière adopte certaines mesures afin d'éviter que les couches renfermant les aquifères ne soient contaminées.

On compte au nombre de ces mesures :

- l'identification et la caractérisation de l'eau souterraine;
- des procédures liées à la construction des puits (forage et complétion);
- et
- la surveillance de l'intégrité du puits tout au long de son cycle de vie.

Toutes ces mesures sont strictement réglementées par les agences gouvernementales. Avant que ces dernières ne permettent aux opérations de forage de débuter, tout exploitant doit d'abord leur présenter un plan conçu en vue de respecter ces règlements.

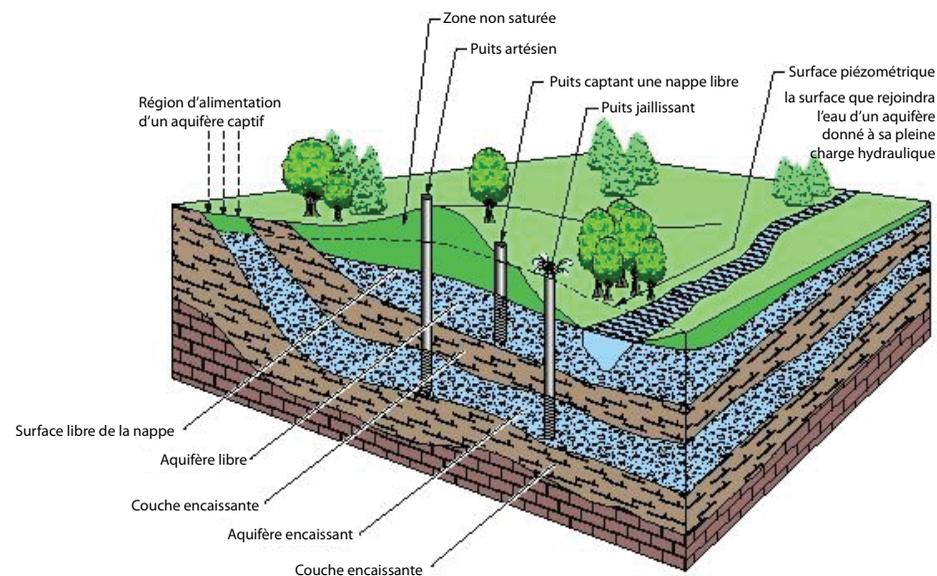
Identification et caractérisation des sources d'eau souterraine

Il est essentiel d'identifier la profondeur à laquelle circule l'eau souterraine si l'on veut être en mesure de protéger cette ressource. L'expérience acquise jusqu'à date nous a enseigné que les aquifères d'eau douce se situent d'ordinaire à des profondeurs pouvant atteindre environ 500 m. Plusieurs centaines de mètres ou plus de roches imperméables séparent habituellement ces sources d'eau douce des zones productrices de pétrole ou de gaz.

Le recours aux diagraphies géophysiques permet de recueillir des données au sujet de ce que l'on peut s'attendre à trouver sous la surface. En

combinant les différentes mesures en puits obtenues par diagraphie, on peut reproduire une image de la subsurface – il est même parfois possible d'obtenir des renseignements au sujet de la profondeur à laquelle se trouve l'eau douce. Dans les cas où l'on a accès à de l'information afférant à des puits de pétrole ou de gaz à proximité, ces renseignements viennent s'ajouter aux données disponibles recueillies dans les puits d'eau de la région.

Dans certaines circonstances, les autorités chargées de la réglementation exigent de procéder, avant toute mise en valeur, à des essais de base de l'eau souterraine de la région ainsi que des puits d'eau situés à proximité immédiate de puits de pétrole et de gaz. Le cas échéant et si opportun, les responsables de l'industrie pétrolière et gazière et les instances gouvernementales collaborent afin d'en arriver à une meilleure compréhension des ressources en eau souterraine.



Source: www.waterencyclopedia.com

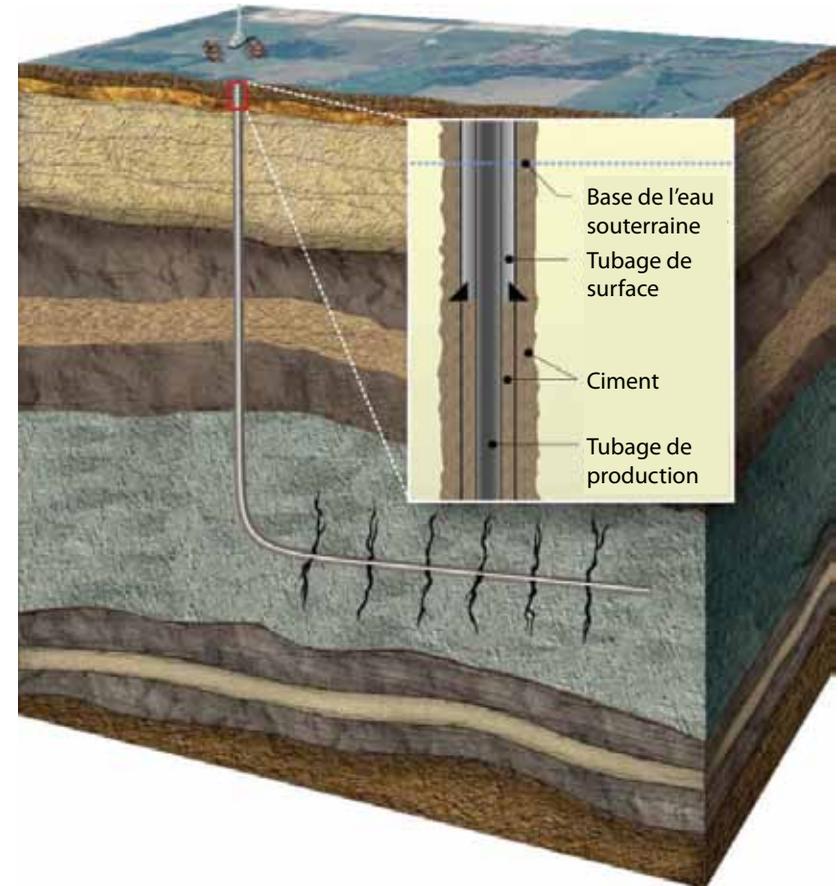
Construction de puits

Une fois l'emplacement de l'eau souterraine déterminé, les activités liées à la construction du puits sont entreprises de façon à maintenir le puits de forage hors de contact avec les horizons renfermant de l'eau souterraine; cette mesure permet ainsi d'éliminer la possibilité de contamination qui pourrait survenir au cours des opérations subséquentes de forage, de complétion et de production. Quelques mesures importantes associées à la construction de puits nous permettent de protéger notre eau souterraine, notamment la pose de multiples colonnes de tailles différentes de tubage en acier et la cimentation à l'endroit voulu de ces colonnes de tubage.

La pose du tubage consiste généralement en trois étapes :

1. Pose et cimentation du tube conducteur près de la surface.*
2. Pose et cimentation du tubage de surface (de la surface jusqu'au-dessous de la base de l'eau douce souterraine et parfois même jusqu'à une plus grande profondeur).
3. Pose et cimentation du tubage de production sur toute la longueur du puits. À certains endroits, on installe aussi un tubage intermédiaire devant servir à isoler toute zone d'hydrocarbures ou d'eau saline qui risque d'être pénétrée au cours des opérations de forage entreprises au-dessus du réservoir cible.

Il est important de savoir que l'industrie pétrolière et gazière utilise un ciment techniquement avancé pour la construction de puits de forage. La nature du ciment qui sert à la construction de trottoirs est très différente de celle du ciment auquel on a recours pour cimenter les tubages de surface, de production et, parfois, les tubages intermédiaires.

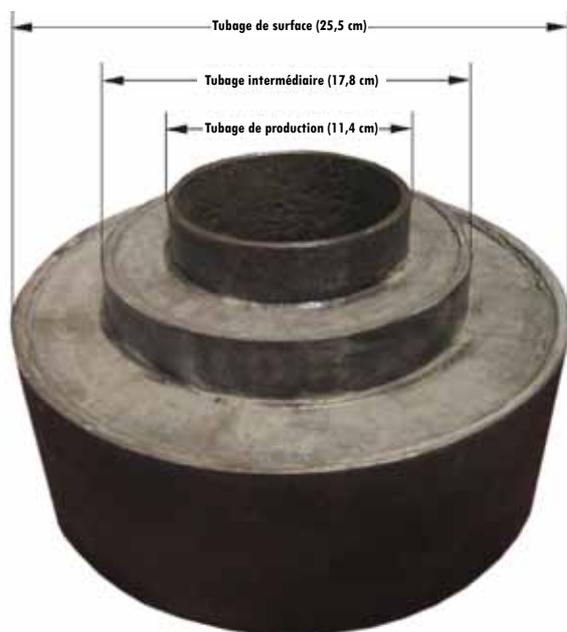


Source: Encana

** Le tube conducteur n'apparaît pas sur le présent diagramme et n'est pas nécessairement utilisé dans la construction de tous les puits.*

Une fois toutes ces étapes achevées, les coffrages en ciment agissent comme des barrières qui empêchent le mélange des fluides se trouvant dans le puits de forage et l'eau souterraine dans la zone traversée par le puits. Afin d'assurer l'intégrité du puits de forage, l'industrie pétrolière et gazière a recours à des outils de diagnostic, tels des diagraphies d'adhérence du ciment qui témoignent du fait que le ciment a effectivement isolé le puits de forage des sources éventuelles d'eau souterraine.

Avant de procéder aux opérations de stimulation, le système en entier est éprouvé sous pression afin de s'assurer de l'intégrité du puits de forage. Au cours des opérations de fracturation, les pressions atteintes à l'intérieur du puits de forage sont surveillées afin de s'assurer que les opérations peuvent être interrompues immédiatement au cas où un changement important de la pression survenait, phénomène qui pourrait indiquer une perte d'intégrité du puits de forage.



Cycle de vie et intégrité du puits

Il est important de s'assurer que l'eau souterraine est protégée, non seulement au cours des premières étapes de la construction du puits de forage, mais bien tout au long de son cycle de vie – soit de l'étape de production jusqu'à celle de l'abandon. Il s'agit d'un processus réglementé qui exige du propriétaire du puits qu'il s'assure du fait que l'intégrité du puits de forage n'accuse aucune dégradation au fil du temps. Des problèmes liés à l'état de l'intégrité du puits pourraient éventuellement se présenter en raison d'un manque d'adhérence du ciment, d'un déplacement du tubage, de la corrosion du tubage au fil du temps, etc. L'industrie pétrolière et gazière dispose de plusieurs outils diagnostics pour l'aider à maintenir l'intégrité du puits de forage (la protection cathodique, le traitement chimique, les packers de production, etc.) et de quelques outils conçus en vue de reconnaître les problèmes au niveau de l'intégrité du puits de forage une fois qu'ils se sont produits (diagraphies de la corrosion, diagraphies d'adhérence du ciment, diagraphies de production, etc.).

Dans certains puits horizontaux, la partie horizontale du puits traversant le réservoir (désignée sous le nom de « latéral ») est complétée en trou en découvert, c'est-à-dire que le tubage de production n'est pas entouré de ciment. Dans de tels cas, il faut cimenter le tubage intermédiaire afin de prévenir la migration des hydrocarbures ou d'autres fluides dans la section verticale du puits de forage.

Une réglementation gouvernementale et des pratiques industrielles rigoureuses protègent les aquifères d'eau douce lors des opérations de forage de la section verticale d'un puits horizontal.

Dans le présent exemple, trois colonnes de tubage en acier sont cimentées en place afin d'empêcher que les fluides utilisés pendant les activités de forage et de fracturation ou au cours de la production de gaz naturel n'entrent en contact avec ces aquifères.

Adapté à partir d'une publication de la Questerre Energy Corporation

Facteurs d'ordre réglementaire

La réglementation provinciale et fédérale gouvernant l'industrie pétrolière et gazière est en vigueur depuis déjà de nombreuses années. Elle a été mise en place afin de garantir la protection du public et de l'environnement tout au long des activités d'exploration, de mise en valeur et de production des ressources d'hydrocarbures, aussi bien conventionnelles que non conventionnelles. À l'instar de l'industrie dont ils doivent assurer la surveillance, ces règlements sont en constante évolution en réponse aux avancées technologiques de l'industrie et aux progrès qu'accusent les techniques utilisées pour extraire des ressources.

Les règlements de base afférant, par exemple, à la protection des eaux de surface et souterraine, à l'intégrité du puits de forage et à la construction sur l'emplacement de la concession, s'appliquent à tous les types de mise en valeur de ressources en hydrocarbures, y compris les ressources non conventionnelles. Dans le même ordre d'idées, l'utilisation de l'eau associée aux activités de forage et de complétion, telle la fracturation hydraulique, exige l'acquisition de permis et l'approbation des autorités compétentes.

L'application de règlements appropriés garantit la protection de l'environnement et du public et permet à l'industrie de continuer à fournir la sécurité énergétique ainsi qu'une source d'énergie propre et à coût abordable.





Responsabilité d'entreprise et durabilité

Non seulement l'industrie respecte-t-elle les règlements qui lui sont imposés, mais encore met-elle en place certaines mesures de gouvernance interne liées aux activités de mise en valeur.

La responsabilité sociale d'entreprise (RSE) est une forme d'autorégulation de l'entreprise qui peut faire partie d'un modèle de gestion. Il s'agit d'un mécanisme à caractère intégré et autoréglementé au moyen duquel les entreprises peuvent assurer la surveillance et le respect actif de l'esprit de la loi ainsi que des normes éthiques déterminées. Le but de la RSE est généralement d'accepter la responsabilité des gestes posés par la compagnie et, par le biais de ses activités, de contribuer à la création de répercussions positives sur l'environnement, les consommateurs, les employés, les collectivités, les intervenants et les autres membres du public.

La protection de l'environnement fait aussi partie de l'échelle de valeurs de l'entreprise. L'industrie a la capacité et l'obligation de mener ses opérations d'une façon responsable du point de vue de l'environnement et de la société. L'administration d'une ressource environnementale commune, telle l'eau, est une responsabilité qui incombe à tous les utilisateurs et dont peut profiter tous les utilisateurs.

Récemment au Canada, une série de principes directeurs ont été mis au point à l'intention de la technique de la fracturation hydraulique. Son exécution responsable implique l'adoption de pratiques destinées à protéger la qualité et la quantité des ressources régionales en eaux de surface et souterraine en ayant recours à des méthodes de construction efficaces des puits de forage, à des sources autres que l'eau douce, le cas échéant, et au recyclage de l'eau afin de la réutiliser dans la mesure du possible. Pour de plus amples renseignements au sujet de ces principes directeurs, veuillez consulter le www.capp.ca.

Glossaire et terminologie

Additif : toute substance ou combinaison de substances constituée d'ingrédients chimiques faisant partie du fluide de fracturation hydraulique, y compris un agent de soutènement, lequel est ajouté à un fluide de base au cours d'un traitement de fracturation hydraulique.

Agents de soutènement : un matériel non compressible, soit le plus souvent du sable, des microbilles de céramique ou des oxydes de titane, qui est ajouté au fluide de fracturation et pompé dans les fractures ouvertes en vue d'éviter qu'elles ne se referment sur elles-mêmes au moment de la chute de pression à la fin du traitement.

Annulaire : l'espace entre deux objets concentriques, tel l'espace entre le puits de forage et le tubage ou entre le tubage et le tube, et grâce auquel le fluide peut s'écouler.

Aquiclude : une formation rocheuse imperméable qui agit comme une barrière à l'écoulement de l'eau souterraine.

Aquifère : une couche souterraine de roche ou de matériaux non consolidés dans laquelle l'eau peut circuler librement; les aquifères peuvent servir de sources d'eau souterraine, aussi bien de l'eau douce potable que de l'eau salée non utilisable.

Eau produite : toute eau s'écoulant d'un puits attribuable à la poursuite d'activités d'exploration ou de production du pétrole et du gaz.

Empreinte carbone : une empreinte carbone consiste de la gamme totale d'émissions de gaz à effet de serre (GES) produits par un organisme, un individu, un événement ou un produit.

Fluide de base : le type de fluide de base, tel que l'eau ou l'azote, utilisé aux fins d'un traitement de fracturation hydraulique particulier; l'eau consiste, notamment, d'eau douce, de saumure ou d'eau saline, d'eau recyclée ou d'eau produite.

Fluide de fracturation : le fluide dont on se sert pour procéder à un traitement particulier de fracturation hydraulique; il se compose du fluide de base en cause et de tous les additifs.

Forage horizontal : une méthode de forage selon laquelle le puits de forage est creusé à la verticale jusqu'à un point d'amorce de la déviation au-dessus de la formation cible pour ensuite être dévié selon un grand arc de 90 degrés, de manière à ce que la section productrice du puits se prolonge horizontalement à travers la formation cible.

Fracturation hydraulique : une méthode mise au point pour améliorer la productivité d'un réservoir en y pompant des fluides, tels de l'eau, du dioxyde de carbone, de l'azote ou du propane, à un niveau de pression suffisant pour entraîner la création de fissures ou de fractures dans la roche. L'ouverture de fractures naturelles ou la formation de fractures artificielles dans le but d'établir à travers le roc des voies de cheminement susceptibles de permettre au gaz naturel de rejoindre le puits de forage.

Fracturation multiétagée : un procédé selon lequel des stimulations par fracturation multiples sont entreprises dans une section de réservoir dont certaines zones sont isolées et subissent séparément le traitement par fracturation.

Gaz à effet de serre (GES) : certains gaz, tels l'oxyde d'azote, le dioxyde de carbone et le méthane, dont l'efficacité de rétention de la chaleur a une incidence directe sur la température à la surface de la Terre.

Latéral : provenant, dirigé vers, ou situé sur le côté.

Perméabilité : la capacité d'une roche de permettre la circulation de fluides ou de gaz. Plus le taux de perméabilité est élevé, plus la quantité de fluide ou de gaz qui peut circuler à travers la roche en un délai de temps déterminé est grande. L'unité utilisée pour mesurer la perméabilité est le darcy et les réservoirs classiques peuvent afficher des taux de perméabilité atteignant dans les dizaines aux centaines de millidarcies, et même parfois se situant dans l'intervalle de Darcy. Les réservoirs non conventionnels ou étanches affichent habituellement des taux de perméabilité se situant dans un intervalle qui s'étend du micro- au nanodarcy (soit un millionième de millidarcy).

Porosité : l'espace libre au sein d'une roche à grains fins susceptible de renfermer des hydrocarbures.

Réclamation : toute action de rétablissement d'une chose à un état la rendant apte à être utilisée.

Refoulement : l'écoulement du fluide de fracturation vers le puits de forage une fois que le traitement a pris fin.

Réservoir : une roche susceptible de renfermer des quantités rentables d'hydrocarbures.

Stimulation : l'un ou l'autre des nombreux procédés utilisés pour améliorer le degré de perméabilité à proximité du réservoir.

Talus : un système de confinement secondaire, généralement fait de sol, dont l'objet est de protéger la terre, le sol et l'eau entourant l'emplacement de la concession en cas d'une fuite. Les talus servent aussi de moyen de drainage de l'excédent des précipitations hors de la concession.

Tubage : le tuyau en acier installé dans un puits et cimenté en place dont la fonction est d'isoler l'eau, le gaz et le pétrole des autres formations et de maintenir la stabilité du trou.

Société canadienne des ressources non conventionnelles (SCRNC)

Suite 420, 237 - 8^e Avenue S.-E.

Calgary, Alberta T2G 5C3

Téléphone: 403-233-9298; télécopieur: 403-233-9367

Courriel: info@csur.com; site web : www.csur.com



**INFORMATION AU SUJET DES RESSOURCES
ÉNERGÉTIQUES CANADIENNES EN ÉMERGENCE**