

Forage et achèvement des puits de gaz de schiste

Forage horizontal et construction de puits

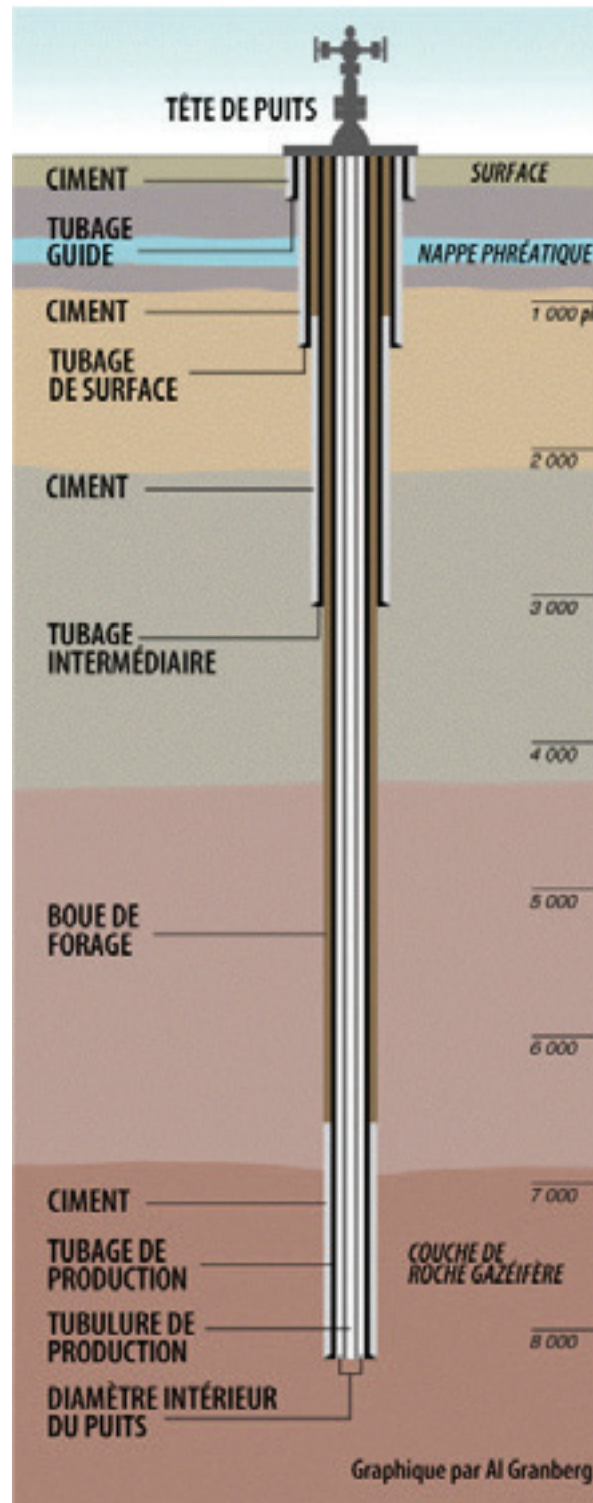
En raison de la faible perméabilité, le gaz naturel ne s'écoule pas facilement en quantité productible. Il est possible de surmonter ce désavantage dans une certaine mesure en forant des puits horizontaux où le trépan est orienté non pas vers le bas, mais de manière à suivre une trajectoire horizontale pour que le trou de forage soit exposé à la plus grande partie possible du réservoir et croise un plus grand nombre de fractures naturelles. L'orientation de la trajectoire du forage est choisie en fonction des tendances connues des fractures dans chaque zone.

Pendant le forage du puits, il est très important de veiller au caractère adéquat du tubage et de la cimentation afin de protéger les sources d'approvisionnement en eau et de garantir la sécurité du public. Au départ, le trou à partir de la surface est creusé jusqu'au-delà de la profondeur de toute eau souterraine potable ou de tout aquifère souterrain. Les sections de tubage sont raccordées de bout en bout et insérées dans le fond du trou de forage. Du ciment est ensuite coulé dans le tubage de surface pour le maintenir en place. Le ciment remplit l'espace entre la paroi extérieure du tubage et le trou de forage. Après le durcissement du ciment, certaines de ses propriétés sont vérifiées, comme la dureté, l'alignement et l'intégrité de la pression. Le forage ne reprend qu'après que le ciment a durci et que le tubage de surface a été soumis avec succès à un test de pression.

Le trou principal est ensuite creusé, à partir du fond du tubage de surface jusqu'au prochain point de tubage prévu. D'autres sections de tubage sont logées dans le trou de forage, à l'intérieur du tubage de surface, jusqu'au fond du puits, puis fixées à l'aide de ciment. Ce procédé est répété jusqu'à ce que le puits atteigne une cible potentielle.

Pour les puits forés à l'horizontale, à une profondeur déterminée, le puits est creusé à un angle de plus en plus prononcé jusqu'à la rencontre de l'intervalle du réservoir au plan horizontal. Le forage se poursuit ensuite sur une distance prédéterminée. Une fois le forage terminé, le tubage de production est inséré dans le trou de forage, tel qu'il est indiqué dans le paragraphe précédent.

Schéma de puits



Fracturation hydraulique

La fracturation hydraulique est une technique largement employée par l'industrie pétrolière et gazière pour améliorer les réservoirs de faible perméabilité. Le liquide (souvent de l'eau, du dioxyde de carbone, de l'azote ou du propane) est pompé vers le fond du puits jusqu'à ce que la pression dépasse la force de la roche et fasse craquer la roche-réservoir. Le liquide de fracturation qui est pompé vers le fond du puits est chargé d'un agent de soutènement qui infiltre la formation et aide à maintenir les fractures ouvertes. Autrement, elles risqueraient de se refermer une fois la pression relâchée.

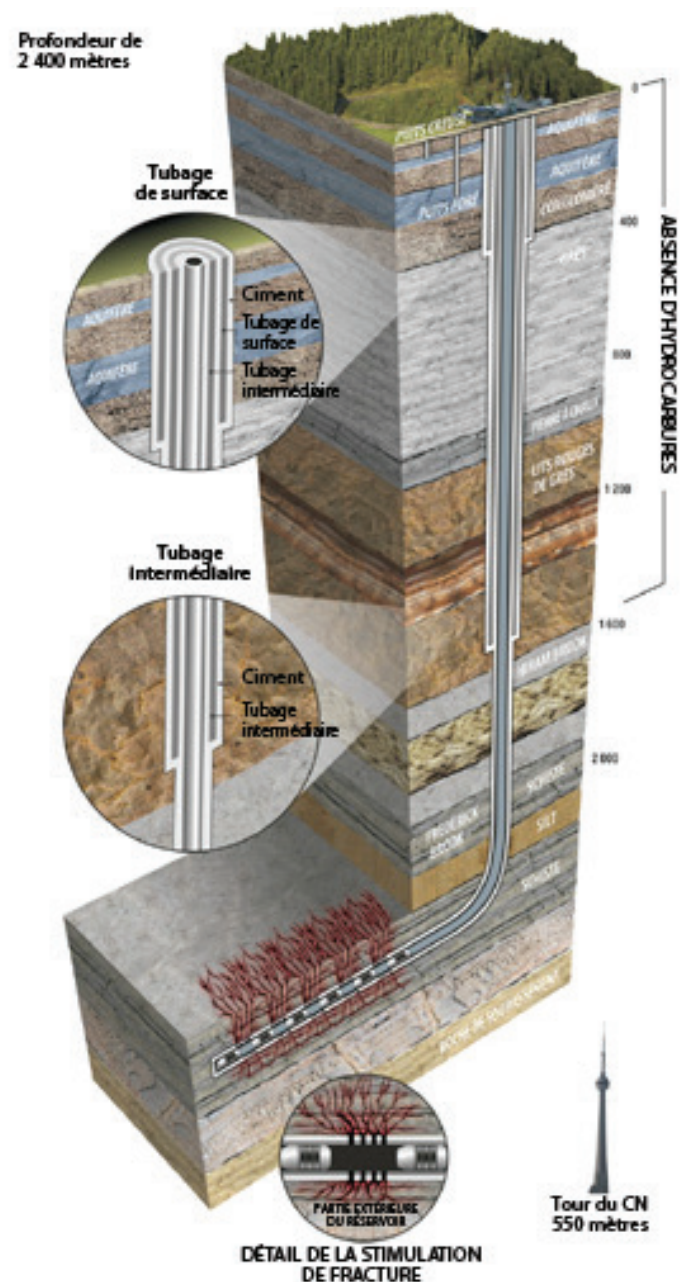
Le choix du liquide employé pour la fracturation dépend de bien des facteurs. Le facteur le plus important est l'interaction des liquides, qui est habituellement déterminée par expérimentation révélant, par exemple, si l'argile présente dans le réservoir est sensible à l'eau (certaines argiles gonflent en présence d'eau douce) ou si le réservoir réagit mieux à tel ou tel liquide.

Deux facteurs contribuent à la capacité d'augmenter les fractures dans les schistes. Le premier est la présence de minéraux durs, comme la silice (et la calcite dans une moindre mesure) qui casse comme du verre. Le deuxième facteur est l'argile qui a tendance à absorber davantage la pression et qui, souvent, plie sous la pression hydraulique exercée sans casser. C'est pourquoi les schistes riches en silice, comme ceux que l'on trouve dans le bassin de Horn River, dans le nord de la Colombie-Britannique, sont excellents pour la fracturation.

Un autre facteur majeur est la pression interne du schiste. Si le schiste est en état de surpression au cours de la production de gaz naturel, la faible perméabilité empêche une bonne partie du gaz de s'échapper. Il s'accumule sur place, augmentant la pression interne de la roche. Ainsi, le réseau de fractures créées artificiellement permet une pénétration plus en profondeur dans la formation, car le schiste est déjà plus proche de son point de rupture que ce n'est le cas pour les schistes à pression normale. Les schistes des formations de Horn River et Montney, en Colombie-Britannique, et d'Utica, au Québec, sont tous en état de surpression.

De plus, en isolant des sections le long de la partie horizontale du puits, des segments du trou de forage peuvent être fracturés un à la fois au moyen de la technique dite de la fracturation hydraulique en plusieurs étapes. Les étapes de la fracturation hydraulique peuvent faire l'objet d'un suivi en écoutant à la surface dans les puits avoisinants pour déterminer dans quelles directions le schiste a craqué sous l'action de la pression induite. Enfin, les puits peuvent être fracturés de nouveau des années plus tard, après que la production a diminué. Cela permet d'avoir accès à une partie du réservoir qui aurait pu être manquée lors de la fracturation hydraulique initiale ou de rouvrir des fractures qui auraient pu se refermer en raison d'une baisse de pression survenue lors du drainage du réservoir.

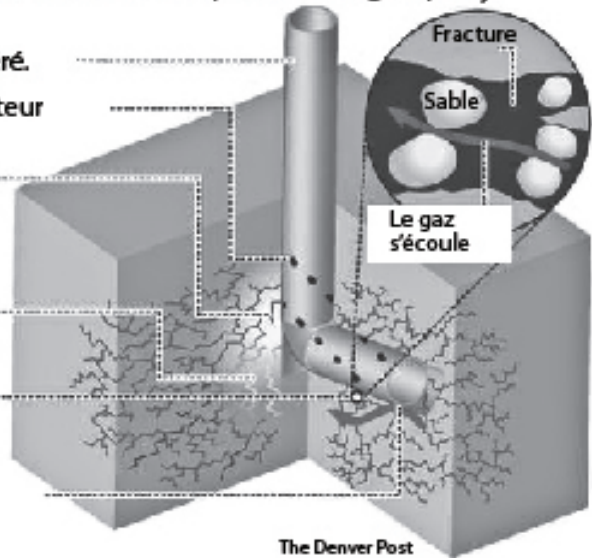
Modèle d'un puits de gaz de schiste de Frederick Brook



La fracturation hydraulique

La fracturation hydraulique fait intervenir l'injection d'un liquide sous haute pression dans la roche en profondeur pour la pulvériser, ce qui permet de libérer alors le pétrole et le gaz qui s'y trouvent. Voici le procédé :

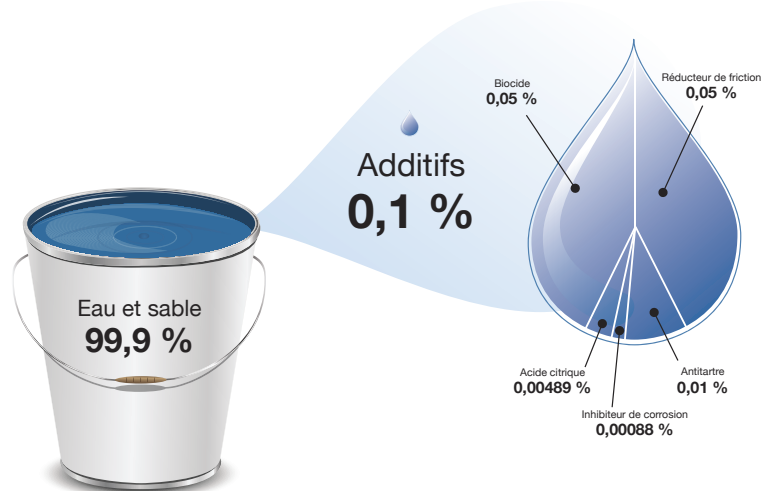
1. Le puits est creusé, puis un tubage en acier est inséré.
2. Les trous sont creusés à l'aide d'un pistolet perforateur spécial qui perce le tubage.
3. Du liquide est pompé sous haute pression par les orifices et dans la roche, qui est alors fissurée en raison de la pression.
4. Du sable imbibé de liquide est pompé dans les fissures.
5. Le gaz repousse le liquide. Le sable demeure en place et maintient ouvertes les fissures.
6. Le gaz naturel piégé dans la roche s'échappe des fissures et remonte à la surface du puits.



Comprendre le fluide de fracturation

Liquide de fracturation

L'eau servant à la fracturation contient souvent des additifs chimiques pour l'aider à transporter l'agent de soutènement, et elle peut être enrichie de sels après avoir été injectée dans les formations. L'eau servant à la fracturation qui est récupérée pendant la production de gaz naturel doit être soit traitée, soit éliminée d'une manière sécuritaire.



Les additifs protègent le puits de la corrosion et améliorent l'efficacité de la stimulation par fracturation.

Additif	But	Utilisation générale
Biocide (glutaraldéhyde)	Inhibe la croissance des bactéries présentes dans l'eau qui produisent des sous-produits corrosifs	Désinfectant; stérilisant pour les équipements médicaux et dentaires
Inhibiteur de corrosion (N, N-diméthylformamide)	Prévient la corrosion du conduit	Utilisé dans les produits pharmaceutiques, fibres acryliques et plastiques
Réducteur de friction (polyacrylamide)	Minimise la friction entre le fluide et le conduit au besoin	Traitement de l'eau et amendement de sol
Acide citrique	Prévient la précipitation des oxydes métalliques	Additif alimentaire; produits alimentaires et boissons; jus de citron
Antitartre (éthylène glycol)	Prévient les dépôts de tartre dans les conduits... pas toujours requis	Antigel automobile, nettoyant ménager, liquide dégivrant et matériau d'étanchéité
Sable	Permet aux fissures de rester ouvertes pour permettre au gaz de s'échapper	Filtration de l'eau potable et sable de jeu