

Éditorial

LA FERMETURE ET L'ABANDON DES PUIITS DE PÉTROLE ET DE GAZ

L'objectif de chaque opération d'abandon de puits est de parvenir à une étanchéité de surface satisfaisante, tout en réduisant les risques de fuites. Les mouvements de fluides dans le puits sont limités jusqu'au rétablissement naturel de l'équilibre de pression qui existait avant le forage, afin de protéger les réserves restantes, notamment les réserves d'eau dans les aquifères proches, et l'environnement. Une isolation totale inclut les opérations de cimentage primaires, car la qualité du ciment entre le casing et la formation rocheuse est un facteur clé d'un abandon de puits durablement fiable. Les principaux critères de choix des matériaux de fermeture sont l'intégrité à long terme, et une faible perméabilité.

Les procédures d'abandon de puits et de champ font aujourd'hui l'objet d'un intérêt majeur dans de nombreuses régions du monde, pour plusieurs raisons.

- La protection de l'environnement à long terme, surtout lorsque les réglementations deviennent plus strictes et plus complexes. Les opérations sur les puits doivent alors respecter les exigences réglementaires locales. Par exemple, en Alberta (Canada), pour envisager une opération d'abandon, l'exploitant doit se conformer à plusieurs opérations :
 - identifier le type d'abandon de puits (puits tubé ou open-hole),
 - déterminer si l'opération envisagée est ou non banale,
 - demander au Conseil des services publics et de l'énergie (Energy and Utility Board - EUB) son approbation pour les opérations exceptionnelles,
 - effectuer les tests requis avant l'abandon de surface,
 - rendre compte des résultats de l'abandon de surface,
 - répondre aux exigences de comptes rendus complémentaires.
- Les opérations de rebouchage et d'abandon coûtent cher et font partie des coûts de développement. Elles doivent être envisagées dès le début de l'exploitation du réservoir et être techniquement conçues pour tenir compte de tous les aspects connexes de la gestion d'un puits, comme les techniques employées pour l'exploitation maximale des champs anciens. Par exemple, l'injection de vapeur, si elle permet une récupération optimale du pétrole, peut après plusieurs années avoir altéré la dureté de la cimentation primaire, car la température élevée atteinte aux abords du puits peut générer des chocs thermiques, qui peuvent entraîner la formation d'un micro annulaire et/ou des fissures dûes à la contrainte.
- De nombreuses régions du monde sont concernées, car de nombreux champs atteignent aujourd'hui leurs limites économiques et de production.
- La capture et le stockage du dioxyde de carbone sous la surface peut être l'une des solutions pour réduire la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Le secteur du pétrole et du gaz peut jouer un rôle important dans ce domaine puisque le CO₂ peut être stocké dans des réservoirs épuisés, des aquifères salins profonds ou des veines d'un gisement de charbon. Quelque soit la solution, l'intégrité et l'étanchéité des cimentations sont un facteur clé de la sécurité et de la durabilité de ces opérations. L'acidité du CO₂ peut non seulement corroder les éléments tubulaires plongeant dans le puits, altérant ainsi l'étanchéité de l'interface ciment/casing, mais aussi dégrader l'annulaire ciment même avant toute opération d'abandon. Une étude canadienne récente a démontré que les puits existants présentaient les risques les plus élevés, contrairement aux puits d'injection de CO₂ qui seront construits et gérés correctement.

Les thèmes principaux en lien avec la fermeture et l'abandon de puits de pétrole et de gaz comprennent des facteurs tels que l'âge du puits, le mode d'exploitation du puits (production, injection, rejet), la durée d'exploitation, la présence de H₂S et/ou de CO₂.

Ce dossier de la revue *Oil & Gas Science and Technology* traite plusieurs aspects de la problématique :

- le rebouchage du puits dans le but d'une réactivation ultérieure ou pour le stockage et la sequestration de gaz,
- les techniques et matériaux de bouchage de puits dans des environnements difficiles,
- l'altération dans le temps des matériaux de bouchage de puits,
- la modélisation de l'évolution géomécanique des puits en tenant compte des différentes opérations de récupération et des modifications de contraintes ultérieures dans le forage,
- la sécurité, le respect des normes ainsi que les aspects économiques.

En conclusion, il est important de mentionner que du fait de la complexité du sujet et des difficultés rencontrées au cours des études techniques, ce sujet a donné lieu à de nombreux programmes de recherche et collaborations internationales. Certains des acteurs impliqués dans les différents programmes ou domaines de recherche ont accepté de contribuer à ce dossier. Je tiens à les remercier sincèrement pour le temps passé à la préparation de leurs articles et pour avoir ainsi partagé avec nous leurs résultats et leurs préoccupations.

Annie Audibert-Hayet

*Actuellement chez Total SA,
Études de Développement, Planning et Développement, Huiles Lourdes*

Editorial

CLOSURE AND ABANDONMENT OF OIL AND GAS WELLS

The objective of each well abandonment is to provide a competent seal at surface and reduce the risks of leaks. Limiting fluids movements within the wellbore until nature restores the pressure balance that existed before the well was drilled allows protection of the remaining reserves - in particular water reserves in a nearby aquifer - and the environment. A complete isolation design should take into account the primary cementing operations since the quality of the primary cement between the casing and the formations is a key factor in successful well abandonment years later. The main requirements for the barrier materials are long-term integrity and low permeability.

Well- and field-abandonment procedures are currently of great concern for many reasons in many areas of the world.

- Long-term environmental protection, especially as regulations become more stringent and complex. Well operations have thus to comply with regulatory requirements. For example, in Alberta, when planning any abandonment operation, a licensee must complete the following steps:
 - identify the type of well abandonment (open- or cased-hole),
 - determine if planned operation is routine or non routine,
 - request the Energy & Utility Board (EUB) approval for non routine abandonment operations,
 - performed required testing before surface abandonment,
 - report completed surface abandonment,
 - complete additional reporting requirements.
- Plugging and abandonment operations are expensive and part of the development costs. They have now to be considered at the early reservoir life and technically designed to take into account all the related aspects of well management, such as exploitation techniques used to ensure maximum recovery from mature fields. For example, years of steam injection for enhanced oil recovery may alter the tightness of the primary cementing since high temperature reached in the near wellbore may generate thermal shocks that may induce a microannulus formation and/or stress cracking.
- Numerous areas within the world are concerned since many fields are now reaching their productive and economic limits.
- Capturing and storing carbon dioxide in the subsurface may be one of the solutions to reduce atmospheric carbon dioxide concentration. The oil and gas industry may here play an important role since CO₂ may be stored in depleted reservoirs, deep saline aquifers or coalbeds. Whatever the solution, the wellbore integrity and tightness is a key factor of the safety and durability of such operations. The acidity of CO₂ may not only corrode downhole tubulars thus altering the casing/cement tightness but also degrade the cement sheath even before any abandonment operations. A recent Canadian analysis has just shown that the existing wells pose the greater risks and not the CO₂ injection wells which will be properly constructed and monitored!

The key topics related to closure and abandonment of oil and gas wells include different factors such as well age, well operation mode (production, injection, disposal), completion interval, presence of H₂S and /or CO₂.

The different areas presented in this special issue of *Oil & Gas Science and Technology* concern:

- well plugging with the aim of subsequent reactivation or for underground gas storage and sequestration,
- techniques and materials for well plugging in harsh environments,
- alterations over time of materials for well plugging,
- modelling the geo-mechanical evolution of wells, taking into account the different recovery operations and subsequent stress changes in the near wellbore,
- safety, standards and economic aspects.

In conclusion, it is worth mentioning that due to the complexity of the subject and the difficulties of the different technical studies, this area of research has induced many research programs and international collaborations. Some of the actors involved in different programs or research areas have accepted to contribute to this special issue. My special thanks really go to them for the time spent in preparing their papers and thus sharing with us their results and concerns.

Annie Audibert-Hayet

*Currently at Total SA,
Development Engineering Division Planning and Development, Heavy Oils*