

# Extraction de pétrole par injection de vapeur à l'aide du GNSS



**La technologie GNSS par énergie solaire peut identifier les mouvements de surface avec une précision d'1 mm lors de l'injection de vapeur dans les gisements de pétrole.**

## L'extraction de pétrole par injection de vapeur provoque des mouvements de terrain

Dans les gisements de pétrole jeunes, la pression du sous-sol est élevée, ce qui facilite l'extraction de pétrole. Plus le temps passe, plus le pétrole est enfoui, la pression baisse et la production ralentit. C'est la situation que connaissent les producteurs de pétrole dans les gisements de pétrole anciens de Californie. De plus, la nature lourde et visqueuse du pétrole dans ces gisements complique encore le problème. Afin que ces gisements de pétrole restent productifs, des techniques EOR Enhanced Oil Recovery (Récupération Assistée du Pétrole) telles que l'injection de vapeur sont utilisées.

La méthode d'injection de vapeur cyclique schématisée dans l'illustration 1 convient aux gisements relativement peu profonds de Californie. En injectant de la vapeur pressurisée dans le réservoir de pétrole, la pression du pétrole augmente et sa viscosité diminue, ce qui facilite l'extraction. Lorsque

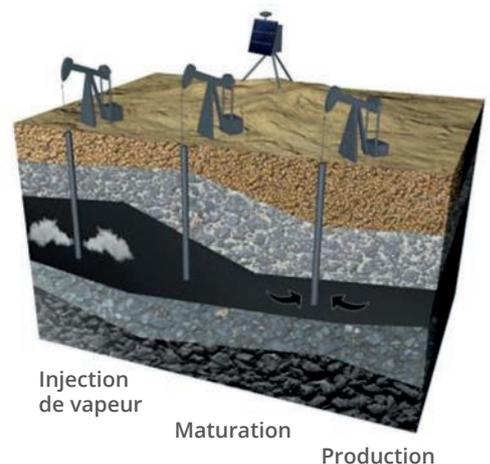
la vapeur est injectée dans le sol, processus pouvant prendre plusieurs heures, la hausse de pression qui en découle suffit à déformer la surface de plusieurs millimètres. Suite à la phase d'injection, on peut produire du pétrole pendant plusieurs mois, durée pendant laquelle la surface va revenir progressivement à l'état décompressé.

Un monitoring précis des mouvements de la surface du sol qui résultent de l'injection de fluide et de la production de pétrole, permet le suivi et l'optimisation du processus d'injection de vapeur et c'est à ce moment que le GNSS intervient.

## Monitoring autonome avec précision d'1 mm

Afin d'enregistrer les mouvements du sol au mm près et d'obtenir l'information en temps réel, le récepteur GNSS utilise le positionnement RTK. Cette technique utilise des mesures précises à partir de satellites et les associe à des données fournies par une station de référence à proximité. Le système GNSS ne fournit pas seulement un positionnement

de haute précision, il peut être énergétiquement autonome et demande peu de maintenance ou d'interventions humaines. Le système choisi était le GNSS RTK Resolute d'Alert Geomatics (une division de Xeos Technologies). Le système comprend une carte OEM AsteRx Septentrio haute performance, le stockage des données, une unité centrale, une batterie et différents modules de communications. Le



**Illustration 1** : Schéma du cycle d'injection de vapeur pour Production Assistée du Pétrole

système complet (Illustration 2) fonctionne avec moins de 1.2 W et se recharge par un panneau solaire.

## Fusion de capteurs GNSS avec inclinomètres

Le système GNSS Resolute est utilisé pour vérifier les données des inclinomètres. Les inclinomètres mesurent les petits mouvements de surface avec une grande précision mais ils tendent à perdre leur précision dans le temps. Le récepteur GNSS corrige les dérives des inclinomètres et fournit ses propres mesures précises pour le calcul du positionnement.

L'illustration 3 indique les déviations altimétriques et planimétrique du système Resolute telles qu'elles ont été mesurées dans les jours précédant le début du cycle d'injection de vapeur, le 5 juin et les jours suivants. L'effet de la vapeur injectée est clairement sensible sur la surface au mm près.

En utilisant un réseau de tels capteurs sur toute la surface du gisement de pétrole on obtient une vue globale complète de la déformation. L'illustration 4 est composée de 3 clichés de la déformation verticale de la surface mesurée à chaque endroit des capteurs entre le début du cycle d'injection de vapeur à 20h00 jusqu'à 23h00 trois heures plus tard.

Le fait de pouvoir discerner précisément une telle déformation de surface, donne une vision plus complète de l'effet de la vapeur injectée sur la surface et permet de mieux comprendre et ainsi de mieux contrôler le processus.

## De la chaleur de la Californie au Pôle Sud

L'opérateur de la station de référence GNSS et géodésique UNAVCO est en possession d'une unité Resolute qui est en phase d'acclimatation à la station McMurdo sur l'Antarctique et qui se prépare à sa prochaine mission. Les bas niveaux de lumière et le manque d'infrastructures de communications rencontrés dans ces milieux hostiles n'impactent pas performances du système Resolute, ce qui fait sa force.

Des gisements de pétrole de Californie au Pôle Sud, le système Resolute d'Alert Geomatics se fait rapidement une renommée en tant que système d'observation de la terre GNSS tout-en-un à basse consommation énergétique. ■



Illustration 2 : Schéma du cycle d'injection de vapeur pour Production Assistée du Pétrole



Illustration 3 : Evolutions quotidiennes moyennes Est, Nord et altimétrique à partir d'un point de référence indiquant la déformation de surface lors du démarrage d'un cycle d'injection de vapeur le 5 juin. Les données en rouge sont fournies par le système RTK Resolute et les données en vert sont obtenues par la comparaison PPK en post-traitement.

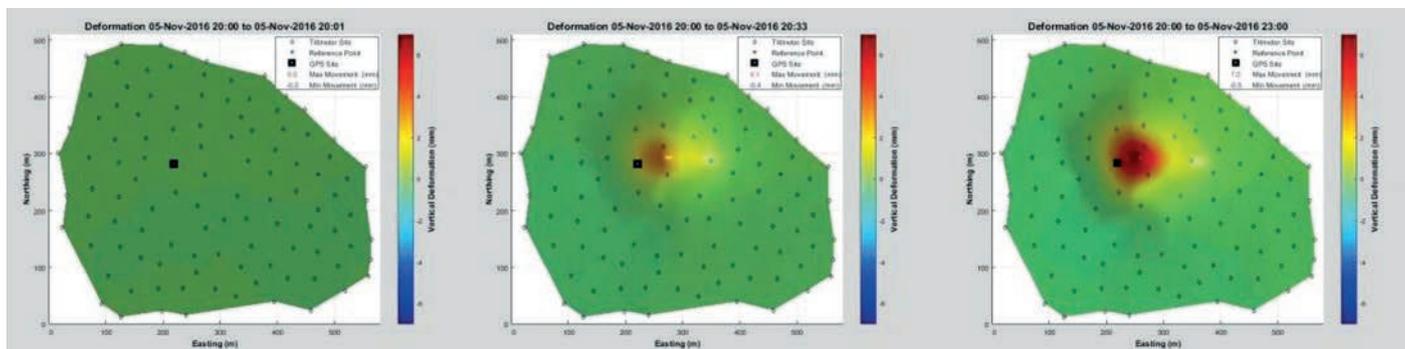


Illustration 4 : Graphiques illustrant la progression de la déformation de la surface à partir du commencement du cycle d'injection le 5 juin à 20h00 jusqu'à 23h00. Les croix indiquent où se trouvent les capteurs et le carré noir la station RTK Resolute.

**Votre distributeur en France**  
 Atelier Topographie Services  
 11 rue Galin  
 33100 Bordeaux, France  
 05.56.77.39.39  
[www.ats-topographie.fr](http://www.ats-topographie.fr)  
[contact@ats-topographie.fr](mailto:contact@ats-topographie.fr)



**Septentrio Europe**  
 Greenhill Campus  
 Interleuvenlaan 15i  
 3001 Leuven, Belgium  
 +32 16 30 08 00  
[www.septentrio.com](http://www.septentrio.com)  
[sales@septentrio.com](mailto:sales@septentrio.com)  
[@septentrio](https://twitter.com/septentrio)

