

# Le positionnement sur les équipes sismiques de la compagnie générale de géophysique

■ Frederic TERRAND

*La recherche de pétrole s'était, pendant longtemps confinée à des terrains accessibles, dont l'exploitation ne posait pas de problème majeur. Aujourd'hui les zones "faciles" ayant été exploitées, les campagnes d'exploration des compagnies pétrolières ont lieu dans des zones d'accès beaucoup plus difficile. L'apparition des techniques IGS a été une aide considérable car elle a permis de déterminer une position absolue dans endroits très reculés. Dans la majorité des cas lorsque l'environnement le permet, le GPS temps réel est mis en oeuvre, et même si quelques missions utilisent du positionnement par méthode inertielle, les techniques conventionnelles restent encore majoritairement employées dans les zones masquées. Les recherches d'hydrocarbures confiées par nos clients à CGG, portent également sur des zones côtières où le positionnement doit être réalisé pour moitié à terre et pour moitié en mer et en zones peu profondes. Hormis des facultés d'adaptation importantes, la qualité principale demandée à nos topographes est la rigueur : en effet si les tolérances qui nous sont imposées sont en général assez larges, en revanche, le contrôle qualité est délicat à mener du fait de la grande quantité de données.*

C'est en 1931 que les frères SCHLUMBERGER et la Société Géophysique de Recherches Minières (SGRM) qui dispose de la licence du procédé sismique, créent la C.G.G.

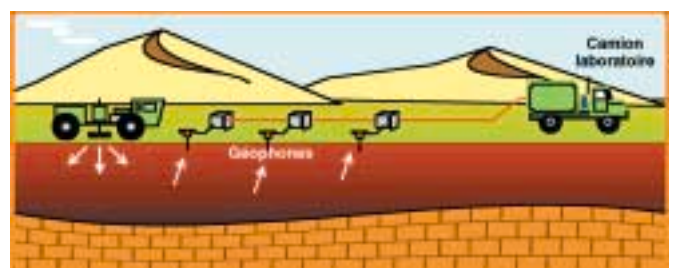
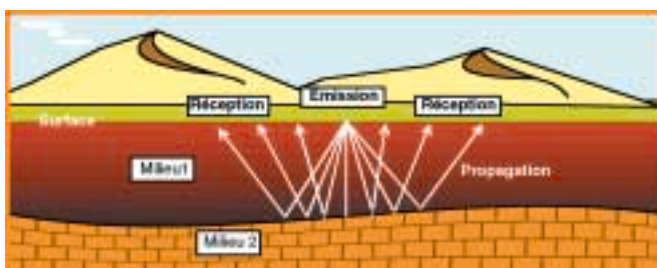
Dès lors, la Compagnie Générale de Géophysique, qui a réalisé la première étude sismique réflexion en 1934, n'a cessé d'être un acteur prépondérant de l'exploration pétrolière.

La sismique réflexion est la méthode privilégiée de prospection à terre comme en mer. Elle consiste à provoquer, en surface ou à faible profondeur, un ébranlement du sol. Des sis-

mographes, disposés en surface, recueillent les ondes acoustiques réfléchies par les différentes couches de terrain dans lesquelles les ondes se propagent.

Les signaux acoustiques, transformés par les sismographes en signaux électriques, sont enregistrés sur bande magnétique par le laboratoire de terrain.

Des mesures répétitives sont exécutées le long de lignes rectilignes ou "profils", dont le maillage plus ou moins dense est adapté à l'objectif géologique recherché.



Le traitement des bandes magnétiques sur ordinateur, dans un centre spécialisé, conduit à des "sections" donnant une coupe détaillée des terrains dans le plan vertical de chaque profil.

Pour réaliser cette "carte" du sous-sol, la connaissance de la position en surface de l'ensemble des capteurs et des sources qui sont utilisés est indispensable.

Le positionnement à la C.G.G. couvre des domaines très vastes allant de la géodésie, avec la détermination de réseaux de points d'appui, au levé de détails, en passant par le positionnement en mer.

En effet, pour toute étude, nous devons commencer à déterminer ce que nous appelons le réseau primaire, à savoir les points qui composeront la base sur laquelle sera positionné l'ensemble des travaux sismiques.

La recherche pétrolière est maintenant présente dans des endroits très reculés, où les accès sont difficiles, et les infrastructures quasi inexistantes. Dans ces conditions, trouver des points d'appui existants et fiables, est une véritable gageure.



**Levé statique d'un point d'appui (Grèce)**

C'est pourquoi, depuis quelques années maintenant, nous réalisons systématiquement une détermination d'un ou plusieurs points IGS sur toutes les missions sur lesquelles nous sommes amenés à travailler.

L'avènement de cette technique a permis, non seulement d'homogénéiser nos méthodes, mais également de posséder une base saine de travail.

Nous utilisons des récepteurs bifrquences et nous restons en station pendant une durée variant de 48 à 72 heures. Tous les topographes travaillant à la CGG ont été formés sur le traitement des données IGS, malheureusement, les liaisons Internet sont souvent encore très mauvaises (si elles existent), et il est impossible de concevoir un traitement efficace en restant sur site, sauf dans de très rares cas.

Donc le data enregistré est ensuite envoyé au centre technique de Massy, où le traitement est réalisé.

Pour ce traitement, nous essayons d'utiliser au moins 4 stations IGS environnant le lieu à déterminer, mais il n'est pas rare de voir des réseaux contenir jusqu'à 6 stations. En effet, les données enregistrées au terrain sont souvent de qualité assez médiocre du fait de l'environnement et des contraintes d'enregistrement. A nous ensuite, d'en extraire la meilleure solution possible.

Les éphémérides précises (ou rapides) que nous téléchargeons depuis le site internet de l'IGN, permettent de réaliser des calculs de longues lignes de base avec une précision finale de l'ordre de la dizaine de centimètres. Les solutions conservées sont en général des solutions de type "float", car la fixation des ambiguïtés entières sur de telles distances n'est plus possible avec une certitude suffisante.



**GPS station sur un helipad**

Après avoir déterminé un ou plusieurs points selon cette technique, suit ensuite une mise en œuvre beaucoup plus classique d'observation de lignes de base selon le mode statique (durée des sessions d'environ 1 heure). Quelques points sont créés aux bornes de l'étude, de façon à créer un réseau d'une dizaine de points au maximum. Une fois ajusté, ce réseau pouvant couvrir des superficies de quelques dizaines de kilomètres carrés à plusieurs centaines de kilomètres carrés va ensuite nous permettre de réaliser en statique rapide une densification adaptée à nos besoins.

A partir de ces positions, le travail d'implantation et de levé de l'ensemble des positions sismiques va pouvoir être réalisé. Les méthodes que nous employons sont très diverses et dépendent, bien entendu, en premier lieu du type de terrain rencontré.

Dans le cas d'études terrestres, la méthode la plus couramment utilisée est l'implantation / levé des positions sismiques au moyen de récepteurs GPS bifrquence fonctionnant selon le mode RTK (Real Time Kinematic). Avec l'apparition du mode d'initialisation OTF (On The Fly), cette technique qui était déjà la technique temps réel la plus précise, est devenue également la plus productive dans des environnements dégagés ou de type désertique.



**Montage d'une station différentielle (Grèce)**

De plus, si les méthodes dans ce domaine ont relativement peu évoluées ces dernières années, en revanche le matériel disponible de nos jours est infiniment plus fiable et plus simple à utiliser. La nécessité de former des opérateurs pour chaque nouvelle étude explique notre engouement pour cette méthode.

Dans les terrains masqués (zones urbaines ou forêts), la principale méthode employée reste la goniométrie, au moyen de stations totales. Cette méthode bien qu'ayant pu évoluer, reste unique et incontournable dans la majorité des environnements difficiles dans lesquels nous sommes amenés à travailler. Ci-dessous, quelques exemples :



Levé de positions sismiques (Indonésie)



Levé de positions sismiques (Grèce)

Dans certains environnements mixtes, nous utilisons la méthode inertielle – ou le couplage inertie/GPS – qui permet de s'affranchir de zones d'ombres relativement courtes sans pour autant perdre de façon significative en précision. La centrale inertielle que nous employons est composée de trois gyroscopes laser et trois accéléromètres montés orthogonalement. De cette façon, après initialisation sur une position connue, les accélérations sont intégrées en distances, et à l'aide des gyroscopes nous pouvons donc déterminer avec précision la trajectoire suivie par le cœur de la centrale inertielle. La limite de cette méthode est la nécessité de recalage à vitesse nulle. En effet, gyroscopes et accéléromètres ont des dérives fonction du temps, de l'amplitude et du nombre de mesures.



Initialisation sur point connu (Autriche)

Il faut donc toutes les 2 à 3 minutes d'utilisation, réaliser une "pause" en laissant la centrale inertielle parfaitement immobile pendant une quinzaine de secondes. Cette période est particulièrement importante, le degré d'immobilité conditionne la suite des opérations, et un mouvement même faible pendant ce recalage provoque une dérive qui dégrade la précision du système. On comprend donc plus facilement que la traversée d'une courte zone boisée se fera sans encombre, en revanche sur une étude recouverte à 100% de forêt, le système sera beaucoup plus délicat à utiliser.



Opération en forêt dense et en zone plus dégagée, sur chenillette (Autriche)

Dans certains environnements mixtes, nous utilisons la méthode inertielle – ou le couplage inertie/GPS – qui permet de s'affranchir de zones d'ombres relativement courtes sans pour autant perdre de façon significative en précision. La centrale inertielle que nous employons est composée de trois gyroscopes laser et trois accéléromètres montés orthogonalement. De cette façon, après initialisation sur une position connue, les accélérations sont intégrées en distances, et à l'aide des gyroscopes nous pouvons donc déterminer avec précision la trajectoire suivie par le cœur de la centrale inertielle. La limite de cette méthode est la nécessité de recalage à vitesse nulle.



Le dernier type d'environnement que nous rencontrons est radicalement différent puisqu'il s'agit de missions dans lesquelles l'ensemble des éléments d'émission et de réception des ondes sismiques sont disposés à l'aide de bateaux.

Si le positionnement des différents bateaux reste classique (GPS, échosondeur et gyrocompas), en revanche la détermination des positions sources et récepteurs est assez particulière.

Dans le cas des récepteurs, il s'agit de déterminer la position d'un câble pouvant se trouver par 50 mètres de fond. Pour cela, le câble est auparavant équipé de transpondeurs acoustiques (appelés pingers), qui permettent, après interrogation par une sonde sur une fréquence attribuée, de connaître la distance entre la sonde et le transpondeur au fond de l'eau. Le bateau équipé de la sonde passera ensuite des deux cotés du câble, permettant de déterminer par intersection la position du transpondeur.

En ce qui concerne l'émission des ondes sismiques, elle est réalisée par le moyen de canons à air comprimé. Ces canons sont traînés à l'arrière du bateau, et la position à l'instant du tir est interpolée entre les différentes acquisitions (GPS, profondeur et gisement si nous travaillons en dépôt).

Là encore, l'adaptation à l'environnement rencontré peut être un véritable challenge, et si nous travaillons parfois dans des profondeurs acceptables (de 10 à 50m), il nous arrive de devoir opérer sur des zones où les profondeurs descendent à moins d'un mètre. Dans ces conditions, les bateaux employés sont particuliers - bateaux à fond plat-, et il faut prendre de nombreuses précautions pour la navigation.

Toutefois, d'une façon générale, sur l'ensemble de nos équipes aussi bien terrestres que Shallow Water, les tolé-

rances de positionnement qui nous sont demandées sont assez larges (de l'ordre du mètre), mais le contrôle qualité revêt une grande importance et nécessite une grande rigueur étant donnée la grande quantité de data qui arrive tous les jours au camp de base.

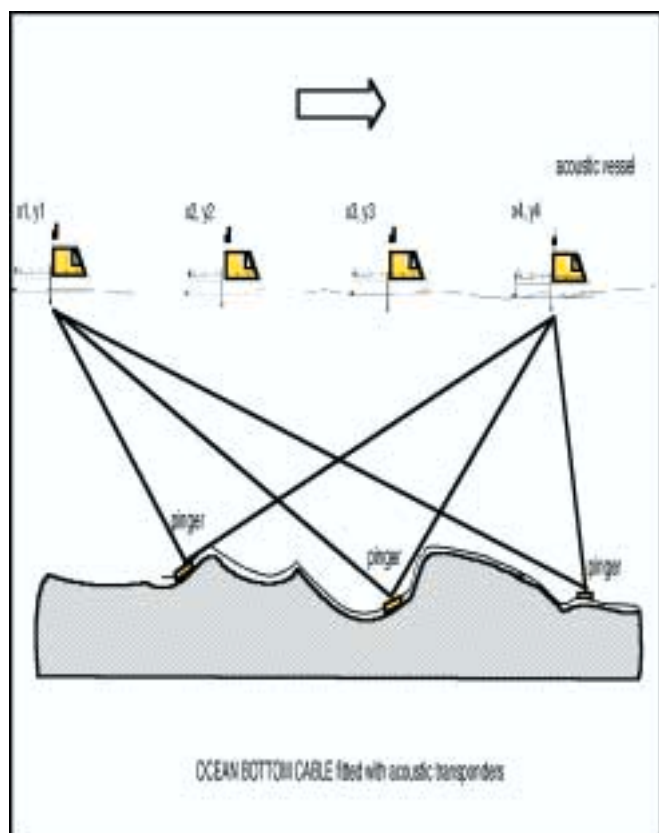
L'intérêt et la difficulté de notre métier résident dans cette adaptation continue des techniques et des méthodes à chaque type d'étude et à son environnement. Dans des pays toujours différents et dans des conditions de travail toujours nouvelles, nous devons mener à bien notre travail de topographe. ●

Frédéric TERRAND / CGG

Responsable département Topographie & Navigation



Bateau câblière sur une mission au large de l'Iran



## ABSTRACT

*Oil exploration has always been restricted to accessible areas, where exploitation was fairly simple. Nowadays, "easy" prospects having been explored, Oil companies are going to places where general conditions of work are much more difficult.*

*IGS techniques have become necessary to give us a reliable solution to determine absolute positions in very far regions of the world. After some references have been defined, several different techniques may be used, depending upon the type of environment. In the majority of the cases and if the terrain is adapted, real time GPS is chosen to be the main positioning method, and even if we see occasionally some inertial positioning on crews, conventional techniques remain widely used in masked areas. We have to realise some explorations in coastal zones, where half of the positioning has to be done onshore, and the second half offshore, and in areas of shallow waters.*

*Our exigency for our surveyors is, excepting a high capacity of adaptation, a good organisation: tolerances are very often quite large, but the quality control that has to be driven is rather difficult due to the big amount of data.*