

La production du pétrole au XXI^e siècle

ROGER ANDERSON

De récents perfectionnements de l'imagerie souterraine, du forage téléguidé et de l'exploitation sous-marine permettront de mieux récupérer le pétrole.

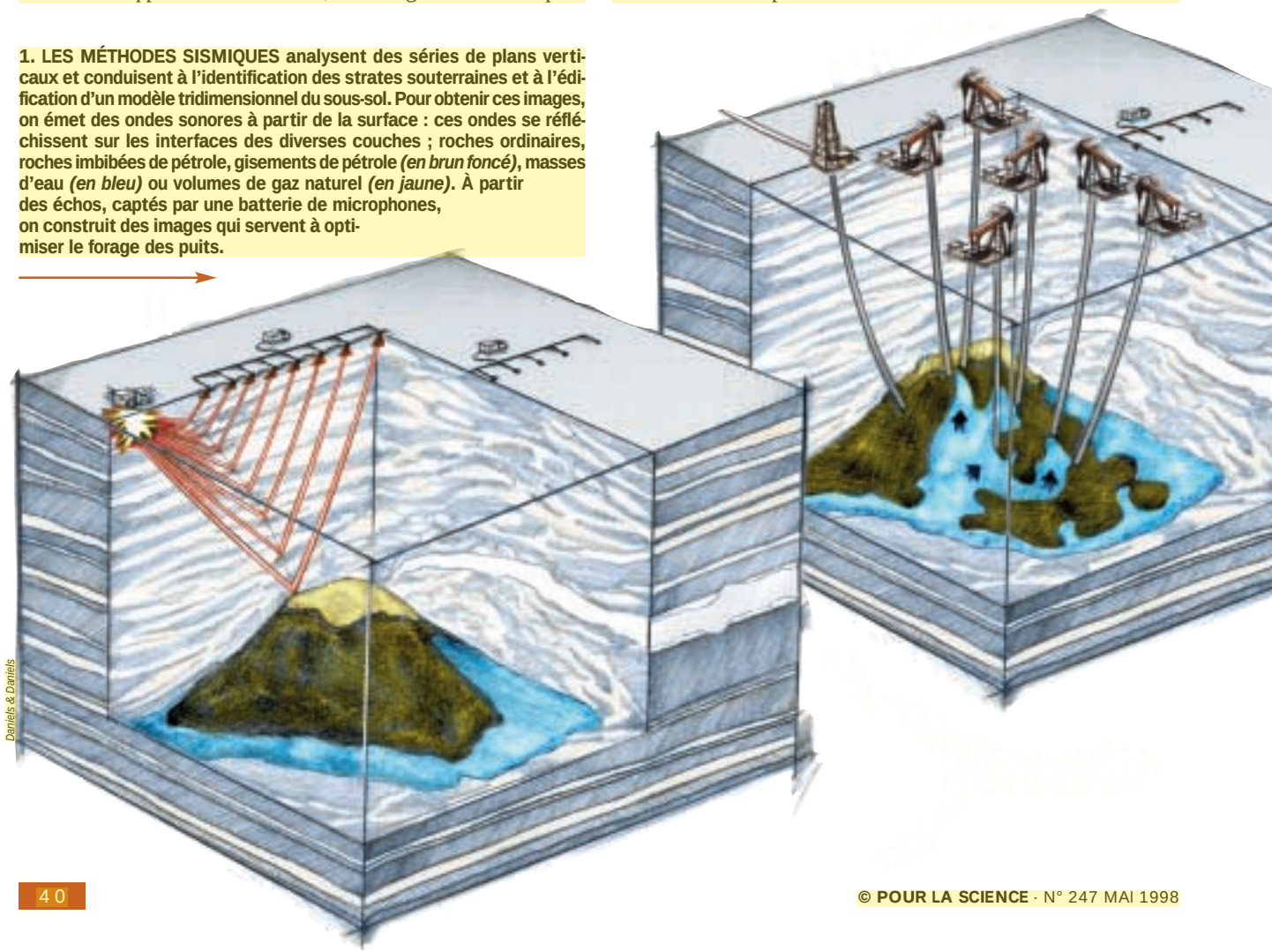
En 2010, les économies mondiales auront besoin de 1,4 milliard de tonnes de pétrole de plus que n'en produira sans doute l'industrie pétrolière. Un tel écart entre l'offre et la demande (près de la moitié de tout le pétrole extrait en 1997) risque de conduire à une flambée des prix, à une récession économique, voire à des guerres.

Toutefois, quatre innovations majeures faciliteront la découverte de nouveaux gisements et accroîtront spectaculairement la proportion de pétrole – le «taux de récupération» – que l'on peut extraire des gisements actuels à un coût raisonnable. Si ces techniques sont mises en œuvre dans les cinq prochaines années, elles augmenteront la pro-

duction mondiale de plus de 20 pour cent. Une adaptation aussi rapide peut sembler ambitieuse pour une industrie où les inventions ne s'imposent qu'après 10 à 20 ans, mais ce changement sera aiguillonné par de formidables enjeux économiques.

Par exemple, ces deux dernières années, le Groupe Elf a découvert des gisements géants au large des côtes de l'Afrique de l'Ouest. L'exploitation se fera par les nouvelles techniques évoquées ici. Les autres grandes compagnies adoptant des techniques analogues, elles pourraient fournir, vers 2010, un supplément de 0,7 milliard de tonnes par an.

1. LES MÉTHODES SISMIQUES analysent des séries de plans verticaux et conduisent à l'identification des strates souterraines et à l'édification d'un modèle tridimensionnel du sous-sol. Pour obtenir ces images, on émet des ondes sonores à partir de la surface : ces ondes se réfléchissent sur les interfaces des diverses couches ; roches ordinaires, roches imbibées de pétrole, gisements de pétrole (en brun foncé), masses d'eau (en bleu) ou volumes de gaz naturel (en jaune). À partir des échos, captés par une batterie de microphones, on construit des images qui servent à optimiser le forage des puits.



Une prospection quadridimensionnelle

La première des quatre innovations est une nouvelle méthode de prospection.

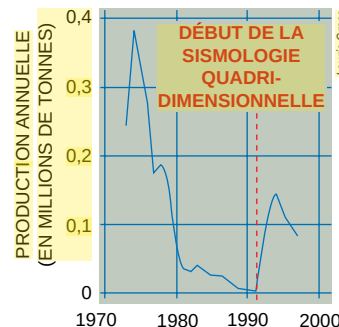
La prospection pétrolière avait considérablement accru son efficacité à partir de 1927, lorsque des géologues réussirent pour la première fois à utiliser les échos d'ondes acoustiques émises dans la croûte terrestre afin de former des images détaillées de sections de la croûte. Puis les sismologues apprirent à combiner des instantanés pour créer des modèles tridimensionnels qui montraient le pétrole piégé à l'intérieur des roches pétrolifères. L'industrie pétrolière, à l'aide de ces «analyses sismiques tridimensionnelles», a découvert de nouveaux gisements et augmenté jusqu'à 20 pour cent les taux de récupération.

Ces dernières années, quelques équipes de géophysiciens ont mis au point des techniques encore plus puissantes, afin de suivre les mouvements du pétrole, du gaz et de l'eau à mesure que l'on exploite les puits. La sismologie quadridimensionnelle, qui intègre le temps en plus des trois dimensions de l'espace, permet de tester des idées de répar-

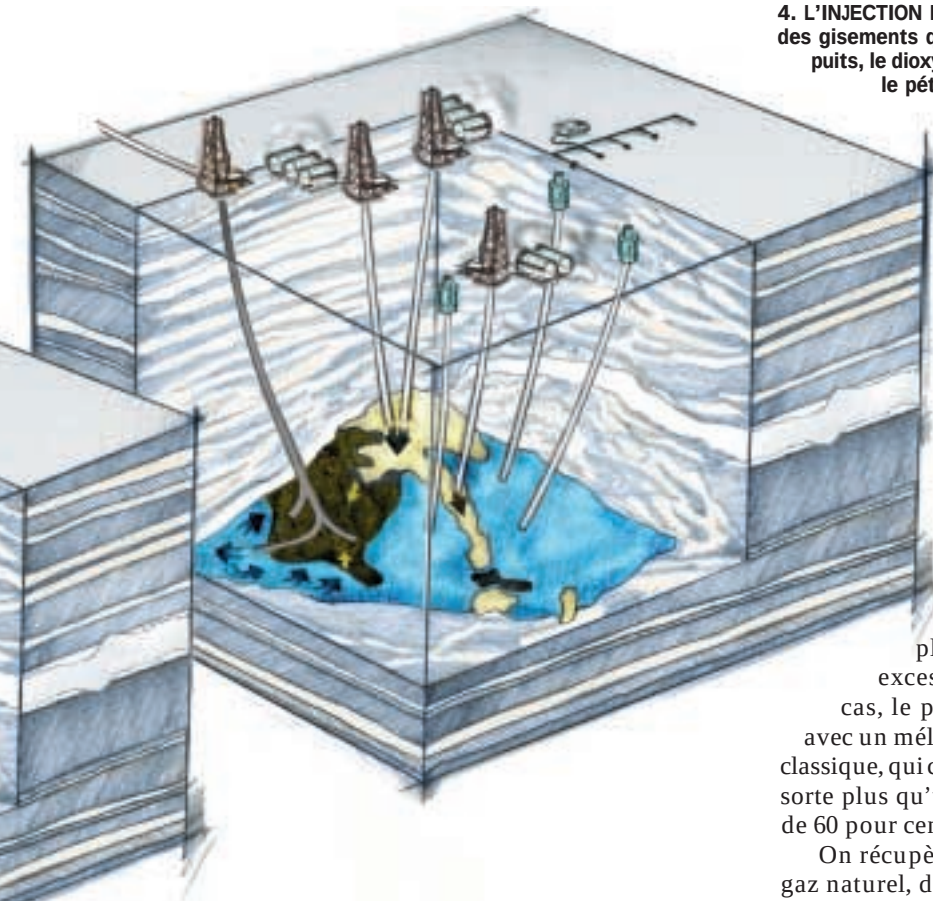
tation des puits et de déterminer les moyens d'extraire le maximum de pétrole en un temps et pour un coût aussi réduits que possible.

Contrairement à l'approche tridimensionnelle, la sismologie quadridimensionnelle semble s'imposer rapidement : le nombre de gisements qui en bénéficient a doublé au cours de chacune des quatre dernières années et s'élève aujourd'hui à environ 60. Elle accroît les facteurs de récupération de 10 à 15 pour cent. Malheureusement, elle

ne fonctionne véritablement que sur la moitié environ des grands gisements mondiaux, ceux qui sont composés de roches poreuses, gorgées de pétrole et de gaz naturel.



3. LE DÉBIT A AUGMENTÉ, dans le plus grand des gisements pétroliers situés au large des côtes de la Louisiane, en 1992, quand la compagnie qui l'exploitait a utilisé l'analyse sismique quadridimensionnelle.



2. QUAND ON EXPLOITE LES PUITS en faisant venir dans les roches, vidées de leur pétrole, l'eau et le gaz situés respectivement au-dessous et au-dessus de la couche, des zones imprégnées de pétrole brut subsistent souvent, loin des puits : les exploitations classiques laissent de côté jusqu'aux deux tiers du pétrole d'un gisement. On combine aujourd'hui des séries d'analyses sismiques pour obtenir un modèle quadridimensionnel qui localise le pétrole, le gaz et l'eau du gisement, et qui prévoit également leurs déplacements durant l'exploitation. Cette sismologie avancée donne de bons résultats pour la moitié des gisements mondiaux.

4. L'INJECTION DE DIOXYDE DE CARBONE LIQUIDE peut régénérer des gisements qui déclinent. Injecté sous haute pression dans les puits, le dioxyde de carbone diffuse dans le gisement et repousse le pétrole restant vers les puits en activité (on remplace parfois le dioxyde de carbone liquide par de la vapeur d'eau ou par du gaz naturel). De même, de l'eau injectée sous une poche de pétrole brut pousse ce dernier vers un puits. Les puits «intelligents» du futur auront une structure ramifiée ; ils récupéreront le pétrole dans certaines branches et utiliseront d'autres branches pour réinjecter l'eau dans son emplacement d'origine.

Faire le plein

Lorsque les géologues commencèrent l'étude de la sismologie quadridimensionnelle, on supposait que le pétrole se répartissait spontanément entre du gaz plus léger, au-dessus de lui, et des eaux souterraines, plus lourdes, en dessous. Cette description est excessivement simplifiée. Dans la majorité des cas, le pompage engendre un drainage complexe, avec un mélange de pétrole, d'eau et de gaz ; la technique classique, qui consiste à pomper un puits jusqu'à ce qu'il n'en sorte plus qu'un mince filet de pétrole, laisse souvent plus de 60 pour cent du pétrole dans le gisement.

On récupère une partie de ce reliquat si l'on injecte du gaz naturel, de la vapeur d'eau ou du dioxyde de carbone liquide dans les puits : le fluide injecté diffuse alors à travers les pores de la roche et, quand tout se passe bien, pousse vers un puits voisin le pétrole resté dans la roche. Parfois, aussi, on injecte de l'eau sous la roche imbibée de pétrole.

Si l'injection de vapeur d'eau ou de dioxyde de carbone augmente le taux de récupération de 10 à 15 pour cent, elle augmente également de 50 à 100 pour cent le coût de production ; cette dépense supplémentaire s'ajoute au surcoût de 10 à 25 pour cent dû à l'utilisation de la sismologie quadridimensionnelle.