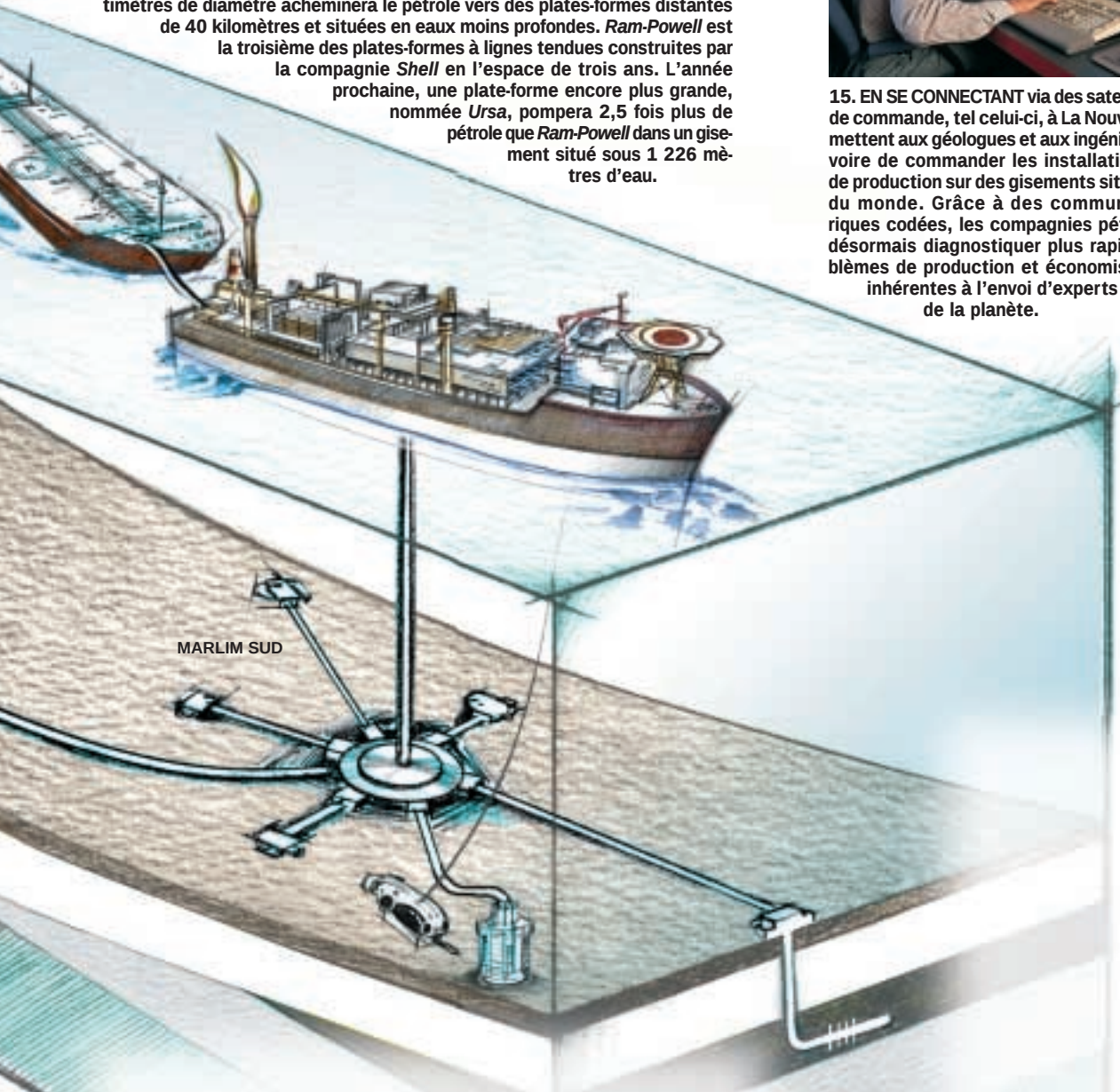


13. LA PLATE-FORME RAM-POWELL (au centre), construite dans le golfe du Mexique, par plus de 1 000 mètres de profondeur d'eau, par les compagnies Shell Oil, Amoco et Exxon, fonctionne depuis septembre 1997. Haute comme un immeuble de 46 étages, cette plate-forme est fixée sur des piliers de 270 tonnes, enfoncés dans le fond océanique, à 980 mètres au-dessous de la surface de l'eau. Avec ses douze lignes d'ancrage périphériques, chacune d'un diamètre de 71 centimètres, elle résisterait à des vagues de 22 mètres de hauteur et à des vents de 225 kilomètres par heure. Cette installation, qui a coûté cinq milliards de francs, peut percer des puits jusqu'à six kilomètres sous le fond océanique afin d'extraire les 17 millions de tonnes de pétrole qui, selon les estimations, sont récupérables dans le gisement. Un pipeline de 30 centimètres de diamètre acheminera le pétrole vers des plates-formes distantes de 40 kilomètres et situées en eaux moins profondes. Ram-Powell est la troisième des plates-formes à lignes tendues construites par la compagnie Shell en l'espace de trois ans. L'année prochaine, une plate-forme encore plus grande, nommée Ursa, pompera 2,5 fois plus de pétrole que Ram-Powell dans un gisement situé sous 1 226 mètres d'eau.



14. UNE DES TÊTES DE PUITS les plus profondes installées sous l'eau (ci-dessus) se trouve à plus de 1 709 mètres sous la surface de l'océan Atlantique Sud, dans le champ de Marlim, au large du Brésil. À elle seule, la zone Sud de ce champ contiendrait 1,4 milliard de tonnes de pétrole brut. Il y a peu, ces réserves étaient inaccessibles. Des sous-marins téléguidés installent aujourd'hui un équipement de production sur le fond océanique. Le pétrole sera alors soit acheminé vers une plate-forme voisine située en eaux moins profondes, soit stocké provisoirement dans un navire en surface, avant d'être transvasé à bord de navettes. Les techniques d'immobilisation des navires de stockage, à la verticale du puits, ont beaucoup progressé. Quand le fond est à moins de quelques centaines de mètres de profondeur, on stabilise les navires par un système d'ancres. Au-delà, l'immobilisation doit être active : le navire doit utiliser le système de positionnement par satellite et des balises fixées sur le fond marin pour actionner ses moteurs et compenser sa dérive. Ces techniques devraient permettre d'exploiter des gisements sous-marins situés à plus de 3 000 mètres de profondeur d'eau.



15. EN SE CONNECTANT via des satellites, des centres de commande, tel celui-ci, à La Nouvelle-Orléans, permettent aux géologues et aux ingénieurs de surveiller, voire de commander les installations de forage et de production sur des gisements situés à l'autre bout du monde. Grâce à des communications numériques codées, les compagnies pétrolières peuvent désormais diagnostiquer plus rapidement des problèmes de production et économiser les dépenses inhérentes à l'envoi d'experts aux quatre coins de la planète.

Roger Anderson est directeur du Groupe «Pétrole» du Centre de l'énergie, à l'Université Columbia.

George A. COOPER, *Le forage dirigé*, in *Pour la Science*, juillet 1994.

Deepwater Technology, Gulf Publishing, supplément de *World Oil*, août 1997.

World Oil's 4-D Seismic Handbook : The Fourth Dimension in Reservoir Management, Gulf Publishing, 1997.

Des carburants liquides à partir du gaz naturel

SAFAA FOUDA

Le gaz naturel est plus propre et plus abondant que le pétrole. De nouveaux procédés chimiques le transforment en carburants liquides aussi efficaces et bon marché que l'essence.

Depuis peu, des véhicules consomment du gaz naturel : des véhicules utilitaires, des camions, des autobus et des automobiles s'approvisionnent en gaz sous une pression de 200 atmosphères et stockent ce carburant dans des réservoirs spéciaux, qui libéreraient immédiatement leur contenu en cas d'accident, afin d'éviter les risques d'explosion. Ces véhicules sont silencieux, leur moteur s'utilise moins que les moteurs à essence, et ils polluent moins, car le gaz naturel ne contient ni composés soufrés, ni composés azotés, ni métaux lourds.

Toutefois, une autre mutation est en cours : dans quelques pays, les automobilistes ont changé de carburant... sans s'en rendre compte : leur gazole, liquide, a été produit en partie à partir de gaz naturel. Un tel carburant, aujourd'hui fabriqué par la Société *Sasol*, en Afrique du Sud, satisfait aux plus strictes réglementations sur la pollution de l'air.

Combustible fossile très propre, le gaz naturel est aussi très abondant : la Terre en renferme suffisamment pour que l'on produise facilement 80 milliards de mètres cubes d'hydrocarbures liquides, soit plus de deux fois la quantité de pétrole jamais découverte aux États-Unis. Certains gisements de charbon et d'autres formations géologiques en contiendraient même deux fois plus. Aujourd'hui, le gaz naturel sortant des puits de pétrole de nombreuses régions du monde a si peu de valeur qu'il est soit brûlé sur place, soit réinjecté dans le sol. En Alaska, par exemple, les compagnies pétrolières en réinjectent quotidiennement 200 millions de mètres cubes, principalement pour éviter que

le dioxyde de carbone formé lors de la combustion ne surcharge l'atmosphère en gaz carbonique, qui accroît l'effet de serre.

Toutefois, lorsque les réserves de pétrole brut diminueront, les combustibles liquides dérivés du gaz naturel pourraient prendre la relève pendant encore une décennie. Bien qu'abondant, le gaz naturel se trouve souvent dans des gisements éloignés des consommateurs. Or, en raison de sa faible densité, son transport par pipeline est quatre fois plus coûteux que celui du pétrole. Le gaz récupéré sur les gisements peut être liquéfié par refroidissement et compression, avant un transport par tanker, mais les installations nécessaires à une telle transformation sont massives et complexes ; en outre, les gaz naturels liquéfiés sont difficiles à manipuler. Ne pourrait-on en faire un carburant directement consommable par les véhicules existants, au prix d'un réglage des moteurs ?

De récentes découvertes techniques ont amené plusieurs compagnies pétrolières à envisager la construction de sites de transformation du gaz naturel, afin de le convertir en hydrocarbures liquides qu'elles achemineraient ensuite à peu de frais. En Louisiane, par exemple, la Société *Exxon* a fait fonctionner une unité de démonstration d'une telle conversion. Dans la péninsule d'Arabie, le Qatar négocie aujourd'hui avec trois compagnies pétrochimiques pour faire construire des usines qui transformeraient le gaz naturel extrait d'un énorme gisement de gaz sous-marin (un réservoir d'un seul tenant qui renferme environ un dixième de toutes les réserves

prouvées). De surcroît, la plus grande compagnie pétrolière norvégienne, la Société *Statoil*, projette de construire de petits modules, montés sur des plates-formes flottantes, pour convertir le gaz naturel de gisements en mer du Nord. Les divers projets utiliseront des techniques relativement différentes, mais ils seront tous confrontés au même problème de chimie : comment fabriquer de grosses molécules d'hydrocarbures à partir de molécules plus petites ?

La formule classique

Le principal composant du gaz naturel est le méthane, dont la molécule est constituée de quatre atomes d'hydrogène symétriquement disposés autour d'un atome de carbone. Cette symétrie tétraédrique rend le méthane particulièrement stable. Pour le transformer en hydrocarbures liquides, on doit d'abord rompre ses liaisons chimiques, ce que l'on fait en le chauffant sous pression ou en le mettant en contact avec des catalyseurs, c'est-à-dire des substances qui favorisent des réactions chimiques sans servir de réactif.

Pour transformer le gaz naturel, les chimistes ont d'abord testé la méthode la plus directe : dans un premier temps, on rompt les liaisons chimiques du méthane en le chauffant en présence de vapeur d'eau, grâce à un catalyseur à base de nickel. Ce «reformage à la vapeur» engendre un «gaz de synthèse», mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone. Puis, à partir de ce gaz de synthèse, on produit des hydrocarbures plus lourds (des molécules composées seulement d'atomes de carbone et d'atomes