

# Les premières étapes de la formation du pétrole

Contrairement aux suppositions, c'est un processus purement chimique, et non biologique, qui intervient dans les premières étapes de la formation des gaz naturels et du pétrole. Cette découverte de l'unité « Substances naturelles/Chimie moléculaire » (CNRS, Université Strasbourg 1) remet en cause la thèse selon laquelle les microorganismes initient la transformation des résidus organiques lipidiques en composés sédimentaires stables. Ces résultats sont parus dans la revue *Science* du 16 juin dernier [1].

Protéines, acides nucléiques et sucres sont rarement préservés longtemps après la mort des organismes. Ce sont surtout des hydrocarbures que l'on trouve dans des roches âgées de plusieurs centaines de millions d'années, parfois sous la forme concentrée de pétrole, gaz ou charbon. Ces composés proviennent de la transformation de lipides biologiques, qui contiennent souvent dans leur squelette carboné des doubles liaisons, en composés saturés plus résistants à la dégradation. Jusqu'à présent, les conditions dans lesquelles ces transformations ont lieu n'étaient que superficiellement connues. Deux hypothèses étaient cependant couramment avancées : d'une part la préservation serait favorisée en absence d'oxygène, d'autre part les responsables de ces transformations seraient des microorganismes.

L'équipe de chimistes de l'unité « Substances naturelles/Chimie moléculaire » du CNRS et de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg, dirigée par Pierre Albrecht [2], vient de remettre en cause cette seconde hypothèse. En collaboration avec un géologue de l'Institut fédéral de technologie de Zürich, les chercheurs ont étudié des sédiments récents déposés au fond du lac de Cadagno en Suisse. La situation particulière de ce lac en fait un modèle idéal, représentatif de milieux qui ont existé dans de nombreux bassins marins au cours de l'histoire de la Terre et donné lieu au cours du temps à des roches mères dans lesquelles la matière organique déposée s'est transformée en pétrole. Le lac Cadagno présente une stratification en deux couches : à la surface une zone oxygène (avec oxygène), et en dessous de 11 m, une zone anoxique (sans oxygène). L'anoxie est due à l'alimentation du fond du lac en sources riches en sulfates. Dans le sédiment et dans la zone d'eau profonde, ces derniers sont transformés par voie bactérienne en hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ). A la limite entre zone oxygène et anoxique, des bactéries rouges hautement spécialisées utilisent l'hydrogène sulfuré pour une forme particulière de photosynthèse, empêchant ce constituant de remonter dans les couches d'eau supérieures où il deviendrait néfaste pour la faune.

Les chercheurs ont découvert que la transformation de certains composés organiques typiques de bactéries et

d'algues en composés susceptibles d'être préservés sur le long terme avait lieu dans la zone anoxique en présence d'hydrogène sulfuré, très rapidement après la mort des organismes. On retrouve en effet ces composés stabilisés par hydrogénation dans les couches supérieures de sédiments récemment déposés. Le manque de sélectivité des réactions d'hydrogénation, et les configurations chimiques variées des produits de dégradation, sont les marques d'un processus purement chimique et non d'un processus biologique plus précis et sélectif. L'équipe a réussi à confirmer cette hypothèse à l'aide d'expériences de laboratoire conduites entre 50 et 90 °C, recréant les transformations qui ont lieu dans le milieu naturel. La réaction chimique procède en deux étapes : d'abord une addition de  $H_2S$  sur une double liaison de la chaîne carbonée pour former un thiol, puis réduction de ce dernier par élimination et remplacement par un atome d'hydrogène. C'est donc l'hydrogène sulfuré qui agit comme agent d'hydrogénation.

Il semble donc que, contrairement à l'idée largement répandue, la première étape du processus de formation du pétrole et d'autres sources d'énergie fossile soit de nature purement chimique. Ces réactions d'hydrogénation qui initient la préservation de quantités importantes d'espèces carbonées dans le sous-sol pourraient également avoir joué un rôle important dans le passé auprès des « fumeurs noirs » [3] sous-marins, où des sources d'eau chaude riches en  $H_2S$  sont actives. Autour de ces « fumeurs noirs », des réactions chimiques analogues à celles qui ont été découvertes dans le lac de Cadagno auraient pu conduire aux premières formes de vie il y a plus de trois milliards d'années. Cette hypothèse est actuellement étudiée par les chercheurs de l'équipe.

Source : CNRS, 15 juin 2006.

- [1] Hebling Y., Schaeffer P., Behrens A., Adam P., Schmitt G., Schneckenburger P., Bernasconi S.M., Albrecht P., Biomarker evidence for a major preservation pathway of sedimentary organic carbon, *Science*, 16 juin 2006, 312(5780), p. 1627.
- [2] Pierre Albrecht. Tél. : 03 90 24 26 34. Courriel : albrecht@chimie.u-strasbg.fr
- [3] Fumeur noir : jaillissement d'une eau à 300-400 °C chargée de particules métalliques noires en suspension à partir des fissures des dorsales océaniques. Ce phénomène est causé par le réchauffement de l'eau de mer du plancher océanique par le magma situé sous les dorsales.

