

Éditorial



Bernard Tissot au Fort de Flatters au Sahara lors d'une campagne de prospection géologique en 1959.

La géochimie organique appliquée à l'exploration pétrolière est, depuis près de cinquante ans, une des principales activités de la division géologie-géochimie de l'*Institut français du pétrole*. Ce numéro spécial de la revue *Oil & Gas Science and Technology*, consacré à cette discipline, a été réalisé en hommage à Bernard Tissot pour saluer son entrée à l'Académie des Sciences et lui témoigner, à travers ce recueil d'articles, notre reconnaissance et notre estime. Bernard Tissot, chef de file des équipes de géochimie l'*Institut français du pétrole*, a fait partie des pionniers de la géochimie organique en exploration pétrolière et il a participé, de manière significative, à écrire les pages de l'histoire de cette "jeune" discipline. C'est son approche quantitative qui a ouvert la voie à la modélisation de bassin, laquelle constitue aujourd'hui un outil incontournable de l'exploration moderne.

Dans l'introduction, Jean Dercourt, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences et président du Conseil scientifique de l'*IFP* brosse les activités actuelles de Bernard Tissot à la direction de la *Commission nationale d'évaluation des recherches pour la gestion des déchets radioactifs (CNE)*. Lucien Montadert, ancien directeur de l'objectif Exploration-Gisement à l'*IFP* et qui fut le promoteur de la modélisation de bassin dans la division Géologie-Géochimie, explique comment le jeune géologue "alpin" Bernard Tissot s'est intéressé aux phénomènes physicochimiques de génération des hydrocarbures et a créé la géochimie pétrolière qui a fait sa renommée et celle de l'*IFP*.

Ce numéro spécial débute par une version en anglais d'un des articles de Bernard Tissot publié pour la première fois en 1969 dans la *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, et qui est à l'origine de la géochimie pétrolière et en particulier de tous les travaux de modélisation de bassin.

Viennent ensuite une série d'articles faisant le point sur la géochimie pétrolière depuis ses origines jusqu'à nos jours.

Bernard Durand, ancien directeur de la division Géologie-Géochimie, retrace avec beaucoup de précision et de rigueur l'émergence de cette nouvelle discipline au début du XX^e siècle, puis évoque les travaux décisifs des équipes *IFP* dont il fut lui-même l'un des acteurs importants. Cet historique constitue la référence pour tout explorateur ou producteur cherchant à comprendre l'évolution des idées et des concepts ayant abouti à cette nouvelle discipline.

Alain Huc montre ensuite, dans un article synthétique, l'apport majeur des méthodes géochimiques à l'échelle du bassin sédimentaire et à l'échelle du réservoir. Il souligne également le rôle majeur que peut jouer la géochimie organique pour l'exploration et la production de l'offshore profond. Il analyse les axes de recherche à développer pour faire de la géochimie un outil de prédiction quantitative.

Philippe Ungerer, qui a aussi largement contribué au développement de la modélisation de bassin à l'*IFP*, présente différents aspects de la géochimie à travers les travaux de géochimie pétrolière qui ont permis de prendre en compte le craquage secondaire, la cinétique compositionnelle et la migration. Il aborde également le problème des gisements haute pression et les problèmes d'équilibre de phase entre huile et gaz par le biais de la thermodynamique. Enfin, il ouvre d'importantes perspectives vers la simulation moléculaire comme outil de prédiction quantitative notamment pour le traitement des gaz riches en H₂S.

Mireille Vandembroucke révèle toute la partie expérimentale qui a été mise au point pour caractériser le kérogène par l'analyse chimique et en particulier par la pyrolyse. Elle montre également comment le couplage de la modélisation moléculaire et de la statistique a permis d'approcher la structure très complexe des kérogènes et, ainsi, de visualiser les différents types de kérogènes des roches sédimentaires.

Alain Prinzhofer et Anne Battani viennent compléter la panoplie des outils de la géochimie organique par une approche nouvelle, se fondant sur l'analyse combinée des isotopes du gaz naturel et des isotopes des gaz rares. Cette nouvelle voie de recherche offre des résultats prometteurs pour mieux contraindre l'origine et l'âge des hydrocarbures.

Dans le dernier article, Frédéric Schneider présente l'un des derniers prototypes en modélisation de bassin développé à l'*IFP*. Il s'agit d'un outil 2D simulant l'écoulement de fluides (3 phases) dans des structures géométriquement très complexes, telles que les zones de chevauchements ou les structures diapiriques. En particulier, le rôle des failles est pris en compte au cours de l'évolution du bassin. Ce prototype est un premier jalon vers le modèle de bassin du futur qui travaillera dans les quatre dimensions (trois dimensions de l'espace + le temps) et qui pourra être utilisé tant en exploration pétrolière que pour l'évaluation et le suivi des stockages souterrains.

Bernard Colletta

Directeur de la division Géologie-Géochimie

Editorial



Bernard Tissot in "Fort de Flatters" during a geological survey in Sahara in 1959.

Organic geochemistry applied to petroleum exploration has been for almost fifty years one of the main activities of the Geology-Geochemistry Department at the *Institut français du pétrole*. This special issue, dedicated to this subject was prepared to pay homage to Bernard Tissot, to celebrate his admission to the *Académie des Sciences*, and testify through this collection of papers our gratitude and respect. Bernard Tissot, leader of the geochemistry team of the *Institut français du pétrole*, is one of the pioneers of organic geochemistry applied to petroleum exploration and he participated significantly in writing the main pages of the story of this "young" discipline. His quantitative approach opened the way to basin modeling which today constitutes the reference tool for modern exploration.

In the introduction, Jean Dercourt, *Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences* and *President* of the *IFP* Scientific Council describes the present activities of Bernard Tissot as *President* of the *Commission nationale d'évaluation des recherches pour la gestion des déchets radioactifs (CNE)*. Lucien Montadert, former *Head* of the *Exploration-Production Centre* in *IFP*, and who strongly promoted the development of basin modeling, explains how the young "Alpine" geologist Bernard Tissot took an active interest in the physics and chemistry of hydrocarbon generation and created the petroleum geochemistry discipline which contributed to his fame and to the fame of *IFP*.

This special issue begins by an english version of a paper by Bernard Tissot that was first published in 1969 in the *Revue de l'Institut Français du Pétrole* and established the bases of the petroleum geochemistry and of the basin modelling studies.

Then, a series of papers gives an overview of the petroleum geochemistry from its origins to the present day.

Bernard Durand, a former Director of the *IFP* Geology-Geochemistry Department, presents with many details and rigor the onset of this new discipline at the beginning of the 20th century; then, he highlights the decisive works by the *IFP* teams in which he was an important actor. This review constitutes a reference for all explorers or developers who are interested in understanding the evolution of ideas and concepts that gave birth to this new discipline.

Alain Huc shows afterward in a synthetic paper the major contribution of the geochemistry methodology at basin and reservoir scale. He also underlines the major role that organic geochemistry can play in exploration and production, especially in the deep offshore. He analyses the research axes to be developed to make geochemistry a quantitative predictive tool.

Philippe Ungerer, who widely contributed to the development of basin modeling at *IFP*, proposes various aspects of geochemistry with studies in petroleum geochemistry that allows us to take into account secondary cracking, compositional kinetics and migration. He also tackles the problem of high pressure reservoirs and problems of oil-gas phase equilibrium through a thermodynamic approach. Finally, he opens up large perspectives towards molecular simulation as a predictive and quantitative tool in particular for the processing of H₂S rich gas.

Mireille Vandembroucke reveals the extensive experimental process that was elaborated to characterize kerogens by chemical analysis and in particular through pyrolysis. She also demonstrates how the coupling of molecular modeling and a statistical approach gave clear insights on the very complex structure of kerogens and allowed us to visualise the various types of kerogen in sedimentary rocks.

Alain Prinzhofer and Anne Battani propose to complete the set of geochemical tools by a new approach based on the combined analysis of natural gas and noble gases isotopes. This new research direction offers promising results to improve constraints on the origin and the age of hydrocarbons.

In the final paper, Frédéric Schneider presents one of the most recent prototype software packages in basin modeling developed in *IFP*. It is a 2D tool simulating fluid flows (3 phases) in very complex structures such as thrust zones or salt diapir related structures. In particular, fault properties are taken into account during the basin evolution. This prototype is a first step toward the basin model of the future that will be able to work in four dimensions (the three space dimensions + time) and that could be used either in petroleum exploration or to evaluate and monitor the subterranean storage.

Bernard Colletta
Director of Geology-Geochemistry Department