

Rédigé le 25 septembre 2017

2 minutes de lecture

Actualités

Recherche fondamentale

Hydrocarbures responsables

Modélisation et simulation des bassins et réservoirs

Géosciences

Géologie - Sédimentologie

Cette avancée significative accomplie par IFPEN a bénéficié de la mise en place d'une démarche d'analyse intégrée, incluant l'application de la **modélisation stratigraphique 3D** et des données sismiques.

Dans le cadre de sa priorité stratégique Hydrocarbures responsables visant à proposer des solutions logicielles et technologiques innovantes, IFPEN a mis au point une nouvelle méthodologie d'évaluation des ressources pétrolières. Reposant sur de la modélisation stratigraphique appliquée, cette méthodologie a été développée dans le cadre d'une recherche collaborative autour d'un bassin-type de l'exploration frontière (1). Ce dernier est situé dans la région levantine, en Méditerranée orientale, lieu de conflits politiques depuis des décennies, et d'enjeux géostratégiques avec les découvertes récentes de gisements géants de gaz naturel (Giant Fields).

La nouvelle province d'exploration pétrolière que constitue le bassin du Levant est marquée par une évolution tectonique et stratigraphique complexe impliquant des coûts d'exploration élevés. Localisée à proximité d'une limite entre deux plaques lithosphériques, elle est en effet le foyer d'une importante activité sismique. L'étude intégrée de ce bassin, incluant la géodynamique des plaques, la stratigraphie (remplissage sédimentaire), la géologie structurale (failles et déformations), ainsi que les systèmes pétroliers (géochimie organique), constitue un défi majeur pour les institutions gouvernementales, académiques et industrielles de la Région.

Les avancées technologiques en matière d'acquisition sismique ont permis la réalisation de campagnes dans les eaux profondes levantines et de percer l'écran constitué par des **couches de sels messiniennes** (d'environ 2 km d'épaisseur), générant de gros volumes de données (2). Cela a suscité un grand intérêt industriel pour l'exploration et occasionné des découvertes importantes de gaz depuis 2009 (ex. gisements de Tamar, Leviathan, Aphrodite, et Zohr ; > 70 TCF (3) de gaz).

Pour pouvoir évaluer avec pertinence le potentiel des ressources d'une nouvelle province pétrolière, il faut appréhender à la fois la formation du bassin sédimentaire et son évolution géologique, notamment sa déformation. Le verrou scientifique associé concerne donc la capacité à intégrer des méthodes d'analyse et de modélisation de bassin, à travers différentes échelles et différents processus. Ceci implique notamment la prédiction des types et des distributions à la fois des sédiments (incluant la matière organique) et des fluides (par exemple les hydrocarbures). A défaut de données de forages, la modélisation numérique permet alors de proposer plusieurs scénarios logiques dont l'utilisation améliore la connaissance du sous-sol et diminue les risques de l'exploration.

IFPEN est bien positionné sur les méthodes de recherches intégrées - utilisant des données géophysiques couplées à de la modélisation numérique – qui s'avèrent un atout exceptionnel pour évaluer les secteurs géologiquement inconnus (ou presque). La modélisation de bassin dans des contextes de géologie complexe constitue en effet l'une des orientations principales du développement de ses outils logiciels (ex. **DionisosFlow™**, **Kine3D/Kronos** et **TemisFlow™**).

Une thèse a particulièrement permis de progresser à cet égard [1] en fournissant une compréhension adéquate des interactions de la géodynamique (subsidence, mouvements verticaux) avec les processus de surface (érosion, transport, dépôt) dans le Bassin du Levant durant l'ère cénozoïque (depuis 66 millions d'années). Ces travaux ont aussi directement contribué à l'amélioration de la modélisation stratigraphique dans des contextes géologiques complexes, avec la possibilité de calibrer les modèles sur des données de sismique de très bonne qualité. Récemment publiés [2], ils constituent désormais une référence incontournable sur la **géologie du Levant**, mais au-delà, ils représentent une avancée significative pour prédire la distribution des faciès sédimentaires (réservoirs, roches mères, etc.) dans un bassin.

Une nouvelle démarche a ainsi été proposée pour la **modélisation stratigraphique forward** (4), intégrant les trois composantes suivantes : des contraintes multi-échelles (spatio-temporelles), l'approche source-to-sink (source de sédiments, mode de transport et conditions de dépôts), et l'exploitation des données sismiques. Il en résulte une capacité à retracer les distributions des sédiments dans le bassin, à partir de leurs sources, et à mettre en évidence les couches contenant des réservoirs et/ou des roches mères capables de produire du pétrole (cf. figure 1).

Les modèles issus de cette thèse ont été utilisés ultérieurement dans d'autres travaux de doctorat : pour élargir les connaissances en géodynamique et en géologie structurale [3, 4] et pour perfectionner les modèles de systèmes pétroliers sur **TemisFlow™** [5].

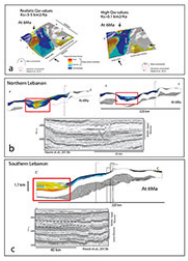


Figure 1 : Résultats de modélisations stratigraphiques (**DionisosFlow™**) comparés aux données sismiques :

(a) carte des faciès montrant le remplissage des sédiments clastiques en forme de lobe suivie par l'afflux de sédiments du nord (entre 11 et 6 millions d'années).

(b et c) Profiles orientés Est-Ouest dans les secteurs nord et sud (respectivement), illustrant le calage des simulations avec les données sismiques.

Étude de la géologie de la Méditerranée orientale et du Bassin du Levant : animation du réseau par IFPEN

Depuis 2011, les chercheurs d'IFPEN ont établi un réseau de compétences internes et externes avec plusieurs partenaires européens - académiques (université Pierre et Marie Curie – France ; université d'Aix-la-Chapelle – Allemagne) et industriels (Statoil, Maersk Oil, Total, Shell) - focalisé sur la géologie de la Méditerranée orientale et le Bassin du Levant.

Ce réseau, piloté par IFPEN, inclut aussi des établissements libanais et chypriotes (École supérieure d'ingénieurs de Beyrouth ESIB, CNRS libanais, Administration libanaise du pétrole ; ministère de l'Énergie de Chypre). Au-delà des stricts bénéfices scientifiques, ce mode de fonctionnement a engendré des retombées en termes de formation, avec six thésards libanais et chypriotes accueillis par IFPEN et les établissements partenaires pour devenir des futurs experts dans leurs pays.

1. C'est-à-dire sur de nouvelles provinces pétrolières/gazières.
2. Des milliers de kilomètres linéaires de données sismiques et géophysiques.
3. Trillion cubic feet : 1 TCF vaut 28 Gm^3
4. Méthode de modélisation, déployée dans le logiciel DionisosFlow™, qui consiste à générer un système géologique synthétique à partir d'un ensemble de lois déterministes, de leurs conditions initiales et de leurs paramètres.

Contact scientifique : **fadi-henri.nader@ifpen.fr**

Publications

[1] Hawie, N. (2014). Architecture, geodynamic evolution and sedimentary filling of the Levant Basin: 3D quantitative approach based on seismic data. PhD Thesis: UPMC, Paris; 271p.

[2] Hawie, N., Deschamps, R., Granjeon, D., Nader, F.H., Gorini, C., Muller, C., Montadert, L., and Baudin, F. (2017). Multi-scale constraints of sediment source to sink systems in frontier basins: a forward stratigraphic modeling case study of the Levant region. Basin Research, DOI: 10.1111/bre.12156.

[3] Ghalayni, R. (2015). Structural modelling of the complex Cenozoic evolution of the Levantine Basin (Offshore Lebanon). PhD Thesis: UPMC, Paris; 292p.

[4] Inati, L. (2017, in progress). Lithospheric dynamics and architecture of the Levant Basin margins (Eastern Mediterranean): Integrated geophysical study combining 3D seismic, bathymetry, gravity and magnetic data. PhD Thesis, UPMC - Paris / ESIB-USJ – Lebanon).

[5] Bou Daher, S. (2016). Source rock maturation and petroleum generation and migration modelling of the Levantine Basin, Offshore Lebanon: and integrated approach (RWTH Aachen University, Germany). PhD Thesis: RWTH Aachen University, Aachen;158p.

Nouvelle méthode d’évaluation des ressources pétrolières – le cas du bassin du Levant
25 septembre 2017

Lien vers la page web :