

Chronique Bibliographique en GEOSCIENCES

Bonjour !

Rappelons que cette brève rubrique fort simple et sans prétention n'est **pas une analyse de livres qui viennent d'être nouvellement édités**, mais de ceux qui correspondent à un sujet qui m'a généralement été demandé par la communauté de mes anciens élèves¹.

Cette analyse bibliographique modeste est mise à la disposition du **Club Géologique IDF**, mais peut rendre éventuellement service à d'autres personnes ou associations, et il n'y a aucune restriction à diffuser ce texte à qui vous le souhaitez.

Pour certains ouvrages mentionnés, on trouvera souvent un ou deux codes, tels que :

[560.285 SUT] ou bien [S 269(43) / 561.994 CUS(43)]

Il s'agit du codage propre à la **Bibliothèque des Sciences de la Terre de l'Université P.M.Curie**, devenue **Sorbonne-UPMC**, dont il a été indiqué, dans le 1^{er} bulletin, en Janvier 2020, l'adresse², le plan, et les modalités de fonctionnement.

En raison de l'épidémie dite "covid-19", cette bibliothèque est actuellement fermée et le restera jusqu'à la rentrée de Septembre³ ! ...

Pour ce mois de Juillet, nous allons présenter deux livres dans le domaine de la **géologie pétrolière**, et un autre permettant la révision de tous les concepts de **base de la géologie**, permettant de rafraîchir les connaissances ...

En prévision :

- pour Août, des livres sur la **Minéralogie**, un très récent et un très ancien,
- pour Septembre, un livre sur les **champignons fossiles**, et des livres sur la description de **Lagerstätten** bien connus (Solnhofen et Santana),
- pour Octobre, trois livres sur la **Micropaléontologie** (un sur les faunes de l'Eocène, un sur celles de l'Oligocène, un sur celles du Pléistocène),
- pour Novembre, quelques ouvrages de **Volcanologie**,
- et pour Décembre, sur les météorites et les fulgurites ...

Si vous trouvez des erreurs, n'hésitez pas à me les signaler afin que je fasse les rectifications. Si vous rencontrez d'autres ouvrages pertinents, faites en bénéficier notre communauté. Enfin, toute suggestion sera la bienvenue, de même que tout avis différent que vous pourriez exprimer, car ce qui fait la force de la science c'est l'ouverture d'esprit et la possibilité de discuter les informations recueillies (d'où qu'elles viennent), les faits et les hypothèses.

Je vous en remercie d'avance. Bien cordialement à tous.

François BOUILLÉ

¹ Anciens du LIST (Laboratoire d'Informatique des Sciences de la Terre) :
étudiants du DESS-IAST, du DU-IAST, du Master-2 IASIG, et anciens thésards.

² Tour 35, 1^{er} étage, UPMC, 4 Place Jussieu, 75005 Paris.

³ Vous pourrez toujours consulter des livres en allant très bientôt soit à la bibliothèque du MNHN (à partir du 25 Juin), soit à la Cité des Sciences (à partir du 27 Juin), en attendant la réouverture des bibliothèques universitaires en Septembre (*mais on ne sait pas encore de quelle année 2020, 2021, ...*).

Analyse bibliographique

Juillet 2020

Nous allons donc traiter ce mois de Juillet de trois livres relevant, pour deux d'entre eux de la géologie pétrolière, et pour le troisième de généralités très utiles couvrant l'ensemble de la géologie :

-le 1^{er} est un ouvrage d'un jeune auteur⁴, Alba FUGA, s'adressant à des géologues et/ou géophysiciens, amateurs ou professionnels, s'intéressant à la sismique pétrolière, ou curieux de savoir les problèmes posés par celle-ci dans le contexte des vastes bases de données servant à stocker les profils sismiques, et les solutions innovantes pouvant faire progresser la technologie.

-le 2^{ème} a pour auteurs J.J.BITEAU et F. BAUDIN, bien connus dans le domaine de la géologie, et est un ouvrage qui couvre l'ensemble de la géologie pétrolière. J.J.BITEAU est un ancien de l'ENSG (Nancy) et de l'IFP'School, et a été l'un des cadres de TOTAL (V-Pdt Explo). F. BAUDIN est professeur à la Sorbonne-UPMC, ses travaux ont été couronnés par divers prix et médailles, il est vice-président de la SGF et il a été Directeur de l'Ecole Doctorale des Sciences de la Terre (au moment où Alba FUGA soutenait sa thèse). La somme de connaissances et d'expériences des deux auteurs est un garant de la qualité de leur ouvrage.

Enfin un livre de synthèse récent et très complet sur ce vaste sujet

-le 3^{ème} ouvrage, a pour auteurs des chercheurs connus et reconnus dans le milieu géologique. Y. LAGABRIELLE est Directeur de Recherche au CNRS à l'Université de Rennes I, René MAURY est Professeur émérite à l'Université de Brest, et a préalablement été Professeur à l'Université P.M.Curie. Maurice RENARD est professeur émérite à la Sorbonne-UPMC⁵. Le livre couvre la géologie en général, sous forme de fiches, et est destiné à des étudiants en Licence, Classes préparatoires ou CAPES (c'est à dire à seulement bac + 2 ou +3), permettant de réviser tous les concepts de base en géologie.

C'est précisément ce qui m'a été demandé par quelques anciens, avouant que les études de géologie étaient pour eux assez lointaines, ou encore que les cours de géologie n'avaient pas toujours été à la hauteur (à l'université, tout au moins) de ce qu'un étudiant motivé pouvait en attendre, ou enfin qu'ils avaient égaré leurs notes de cours au fil des années (et des déménagements, notamment pour ceux qui avaient été envoyés en expatriation par leur société). C'est plus probablement un mélange des trois motifs ... Ce livre répondra parfaitement à leurs attentes !

⁴ du sexe féminin, mais je ne vais pas commettre cet égarement actuel de la langue française en allant écrire :

" auteur~~e~~ ", pour plaire à quelques imbéciles à l'esprit démagogique qui confondent le genre d'un nom et le sexe d'une personne ... Ou alors, allons plus loin : pourquoi **une** chaise et **un** tabouret, l'une serait-elle XX et l'autre XY ??? Je n'ai d'ailleurs pas trouvé "**une** égouttière" ni "**une** éboueuse", ces professions seraient-elles interdites aux dames ? Pourquoi **un** vagin (ça c'est très viril !) et **une** érection (ça c'est très féminin !). Si vous êtes parti pour réformer, refaites le dictionnaire, mais au rythme de l'Académie, les humains auront disparu bien avant la fin de la lettre A ...

⁵ ex "Université P.M.Curie" ...

J'introduirai le premier ouvrage en mentionnant qu'il provient d'une thèse remarquable sur un sujet pointu dont l'application revêt une grande importance dans un domaine industriel à la pointe de la recherche, celui de l'exploration des hydrocarbures, et plus précisément des **traitements sismiques**. L'auteur, Alba FUGA, a été une brillante élève, major de sa promotion d'ingénieurs à l'ENSG⁶, et il en a été de même à l'Université P.M.Curie où elle majora la promotion du Master 2 IASIG⁷.

Première originalité : c'est l'élève qui m'a apporté son sujet de thèse.

A une époque où les sujets de thèse ne sont plus vraiment décidés librement par les "patrons de laboratoires" mais découlent d'un processus administratif de sélection par une commission⁸, ce qui sclérose toute inspiration et toute spontanéité, il existe encore la possibilité⁹ pour un professeur de proposer en thèse à un étudiant un sujet qu'il juge passionnant, et qui n'entre pas dans les thèmes retenus par ladite commission (sujet qui a toutes chances d'être plus innovateur, bien sûr, mais pour lequel il n'y aura donc pas d'attribution de bourse ...).

Il est évidemment encore plus intéressant mais beaucoup plus rare que ce soit l'étudiant lui-même qui propose son sujet à son professeur.

Il est enfin nettement plus rare que la thèse débouche sur une application pleinement opérationnelle, et ce avant même la soutenance, avec des résultats constituant une grande amélioration des performances, en comparaison avec les produits industriels utilisés jusqu'alors.

Deuxième originalité : la genèse du sujet.

C'est lors d'un stage de fin de cycle ingénieur dont le sujet était l'amélioration d'un logiciel pétrolier existant, qu'Alba FUGA opta pour la conception d'une méthode nouvelle et son produit s'avéra, deux mois après, de meilleure qualité et beaucoup plus rapide que celui conçu en plusieurs années par une équipe d'ingénieurs chevronnés. Le sujet est ainsi né ...

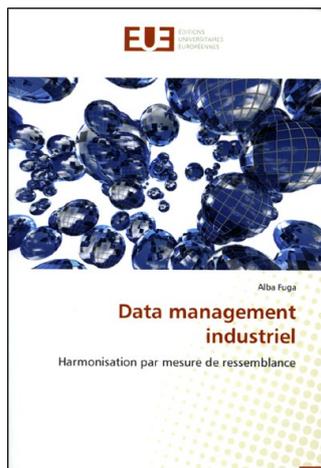
Les grandes écoles permettent plus facilement aux élèves brillants de donner toute leur énergie sans être bridés par les rouages universitaires, et l'on ne peut que souhaiter que ce contexte idéal perdure ...

⁶ ENSG = Ecole Nationale des Sciences Géographiques, qui est par excellence l'école de la Géomatique (*ncf avec l'autre excellente école* : Ecole Nationale Supérieure de Géologie, de Nancy).

⁷ IASIG = "Informatique Appliquée aux Systèmes d'Information Géographique".

⁸ et chacun sait tout l'apport d'un tel organisme, aussi indispensable d'ailleurs que les nombreux Comités Théodule dans les ministères (dont la seule utilité est de fournir des postes à des ~~coquins~~ copains ...).

⁹ pour combien de temps encore ???



Data management industriel – Harmonisation par mesure de ressemblance

Alba FUGA

Ed.Univ.européennes, 2018, 246p.

Le livre, écrit en langue française, est articulé en six chapitres permettant une progression dans la compréhension du problème et des traitements aboutissant à un nouvel outil de classification, intitulé **LAC**, pour **Logiciel Automatique de Classement**. Son titre ne permet évidemment pas de savoir qu'il est dédié à la sismique pétrolière, mais il est justifié car il est applicable à n'importe quel autre domaine.

Dès le premier chapitre (9 pages), il nous est présenté le problème complexe de l'harmonisation des **bases de données sismiques**. C'est un sujet très important pour le monde pétrolier, compte tenu des très nombreuses campagnes sismiques, à terre ou en mer, effectuées au fil des ans par diverses compagnies, avec un positionnement plus ou moins précis. Ces campagnes sont stockées dans des bases de données différentes, compte tenu de l'activité très vaste d'une grande société pétrolière opérant en de nombreuses zones de la planète. Les compagnies pétrolières échangent, vendent et achètent¹⁰ des lots de données sismiques, qui géographiquement recouvrent pour partie d'autres lots dont ils sont déjà en possession. La question qui vient tout naturellement à l'esprit est la dépendance entre les divers points de mesure sismique, qui sont parfois les mêmes, cependant avec un jeu de paramètres un peu différent ... S'agit-il pour autant de données différentes ?

Le deuxième chapitre (24 pages) est consacré à la méthodologie de l'AMR, ou **Automatisation des Mesures de Ressemblance**. Le principe de la sismique et des campagnes sismiques est brièvement et clairement présenté. Il s'agit à chaque fois de lots de données constitués de dizaines ou centaines de milliers de points, dont les paramètres ne sont pas tous les mêmes, certaines bases de données étant plus riches que d'autres. La précision n'est pas la même, et l'un des problèmes compliquant la vie des géophysiciens est le système de projection dans lequel la campagne a été faite, nécessitant des conversions complexes, dont un ingénieur géographe a la parfaite connaissance de par sa formation, mais qu'un ingénieur pétrolier ne maîtrise généralement pas très bien, voire pas du tout¹¹.

L'on passe alors à une présentation plus précise de la nature de données. Les principaux attributs sismiques sont énoncés et une typologie de ceux-ci est introduite : attributs élémentaires bruts, attributs élémentaires traités, attributs méta-données, attributs combinés. L'essentiel du chapitre est consacré à la classification des attributs, en tenant compte de la fiabilité mathématique des formules de calcul utilisées, de la pertinence de comparaison, et de la robustesse des facteurs de tolérance, mais aussi, ce qui est capital, de l'environnement de la

¹⁰ Un énarque inculte s'exprimant vulgairement pourrait dire que "*cela coûte un pognon de dingue !*".

¹¹ Nous avons pu le constater dans diverses compagnies pétrolières et sociétés de service, les ingénieurs comparaient des coordonnées qui n'étaient pas référencées dans le même système géodésique, sans tenir compte de ce problème, n'ayant pas reçu la formation permettant d'appliquer les formules complexes de transformation.

donnée. C'est dans ce chapitre que des tamis sont introduits, le but étant entre autres de **définir des attributs de synthèse**.

Le troisième chapitre (44 pages) est consacré aux mesures de ressemblance, de façon très concrète, en commençant par les méthodes utilisées préalablement à ce travail de recherche, et comment on peut les optimiser. On aborde alors les métriques attributaires de similarité, avec différentes approches que l'on peut combiner, mesure textuelle, mesure contextuelle, mesure sémantique. Ce chapitre est traité de façon très claire avec des exemples précis illustrant les méthodes. Ayant défini des tamis, il s'agit alors de les agencer dans une structure constituée par un arbre de filtrage à tamis, en utilisant les différentes classes de critères. **Ce qui est particulièrement intéressant dans ce chapitre, et que l'auteur met bien en évidence, est la potentialité d'appliquer sa méthodologie non pas seulement au positionnement sismique en deux ou trois dimensions, mais à bien d'autres phénomènes** (aussi bien en géosciences que dans d'autres domaines scientifiques, médicaux, ou technologiques).

Le quatrième chapitre (41 pages) est consacré aux méthodes de classification automatique, déterministes et non-déterministes, de façon très concrète, sur des exemples. Après avoir présenté trois méthodes algorithmiques (couples et réconciliations de sources, groupes asymétriques et rattachements, *clustering*-propagation-harmonisation), l'auteur exprime leurs différences et comment il est possible de les **combiner, ce qui donne l'outil LAC, pour Logiciel Automatique de Classement, objet du présent livre**. Il s'agit d'un outil très intéressant sur le plan théorique et dont l'application est performante.

L'apport est concrétisé par des tests effectués sur des données pétrolières du Brésil. Une comparaison est donnée avec la méthode antérieurement utilisée.

La structure du système LAC nous est présentée dans le chapitre 5 (26 pages), comprenant le principe du *workflow*, le schéma d'articulation des modules du système, permettant de le considérer comme un système orienté vers l'intelligence artificielle, incluant système expert et mécanismes d'apprentissage. **Il faut souligner que LAC, présentement appliqué aux profils sismiques dans l'industrie pétrolière, serait tout aussi bien applicable aux bases de données de puits, ce qui permettrait de faire des synthèses automatiques entre les données sismiques et les données diagaphiques**. Par ailleurs, ainsi qu'il est mentionné, les algorithmes ont été conçus pour être vectorisés et parallélisés. L'étape suivante serait donc l'implantation en utilisant les moyens de calcul des machines SIMD/MIMD¹², permettant de réduire encore considérablement les temps de calcul. Ce souci dans l'écriture des algorithmes montre le niveau de conception de LAC, très en avance sur de nombreux logiciels industriels construits par des équipes pléthoriques de bidouilleurs, à la va-vite et sans une vision architecturale poussée. Les meilleurs systèmes proviennent toujours d'individus ou de petites équipes privilégiant la compétence et non l'effectif¹³.

¹² SIMD = *Single Instruction Multiple Data* (machines vectorielles).

MIMD = *Multiple Instruction Multiple Data* (machines parallèles). NB : certaines machines sont les deux ...

¹³ Le regretté Seymour CRAY qui développa les supercalculateurs de CDC dans les années 60, déjà utilisés dans l'industrie pétrolière, puis fonda la société CRAY, l'avait déjà stigmatisé. Rappelons ici l'anecdote :

Thomas J. WATSON JR., directeur d'IBM, publia le 28 Août 1963 ce communiqué :

"La semaine dernière Control Data a annoncé le système 6600. Je constate que dans le laboratoire développant le système, il y a seulement 34 personnes y compris le gardien. Parmi ceux-ci, 14 sont ingénieurs, et 4 sont programmeurs... Comparant ce modeste effort avec nos larges activités de développement, je ne parviens pas à comprendre pourquoi nous avons perdu notre position de leadership industriel en laissant quelqu'un d'autre offrir au monde le plus puissant calculateur".

Ce à quoi, Seymour CRAY répondit laconiquement, et de façon très humoristique (mais surtout très réaliste) :

"Il semble que M. WATSON ait lui-même répondu à sa propre question".

NB : le CDC 6600 était 40 fois plus rapide que le plus gros IBM de l'époque ...

L'architecture du système, en abstractions concentriques, est clairement définie, et son apparente simplicité est due à une rigueur dans la méthodologie de conception et de développement du logiciel, ce qu'il convient de souligner.

Le sixième et dernier chapitre (40 pages) est consacré à la visualisation des résultats. Pour l'ingénieur géographe qu'est l'auteur, il saute aux yeux que des résultats doivent pouvoir être communiqués de façon graphique, voire géographique, et ce n'est pas Jacques Bertin qui l'aurait contredite à ce sujet, tant la sémiologie graphique¹⁴ est importante, et insuffisamment utilisée dans la communication des résultats industriels. Après avoir présenté l'affichage géographique, et la représentation en composantes principales, **une nouvelle méthode est introduite : la visualisation gravitationnelle par mesures de similarité**, pour laquelle il est fait appel à un concept bien connu des ingénieurs géographes, la triangulation de Delaunay. Cette nouvelle méthode est très intéressante et très prometteuse. Ses apports sont évidents. Sera-t-elle assimilée rapidement par le monde industriel ?

La brève conclusion, fort claire, est suivie d'annexes très riches, comportant une bibliographie, un glossaire, des algorithmes rigoureusement écrits, et un bref mode d'emploi pour l'application de LAC à des **puits**.

Les traitements informatiques en contexte pétrolier, surtout en sismique, sont de très gros consommateurs de temps de calcul. Certains traitements prennent parfois des jours. L'application du calcul hautement parallèle ne saurait tout résoudre, et lorsque le *hardware*¹⁵ a atteint ses limites, c'est à l'algorithmique qu'il faut faire appel pour améliorer les performances. Encore faut-il que les algorithmes s'appliquent à des structures de données intelligentes¹⁶, ce qui n'est hélas pas toujours le cas dans de nombreux domaines où l'informatique est utilisée ...

Le gain de performances de la méthode LAC, atteignant parfois un facteur dix, pour une précision au moins égale, en montre tout l'intérêt, et devrait inciter à son application à d'autres domaines, pétroliers ou non.

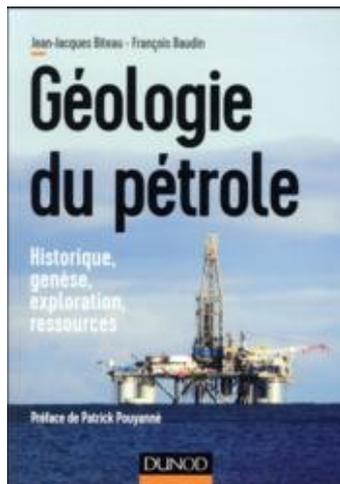
Le livre est bien écrit, bien articulé, et se lit aisément¹⁷ malgré la complexité du sujet. Il a l'avantage de faire comprendre, à chaque étape, l'intérêt de la méthodologie utilisée. Il s'agit d'un travail combinant la curiosité du chercheur et la rigueur de l'ingénieur. Il devrait pousser à la méditation les géophysiciens travaillant en sismique.

¹⁴ "Sémiologie graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes" - Jacques BERTIN, EHESS, 3^{ème} édit., 1999.

¹⁵ D'après l'Académie, il faut dire le matériel et non le *hardware*, le logiciel et non le *software*. Remarque : le terme *brainware* ne datant que de 1970, l'Académie n'a pas encore eu le loisir de fournir une traduction ...

¹⁶ On parle beaucoup d'Intelligence Artificielle (IA), mais bien trop rarement de bêtise naturelle (BN ?) pourtant omniprésente ...

¹⁷ On suppose ici que le Lecteur a quelques connaissances élémentaires en mathématiques et en informatique, ce qui est le cas de tout ingénieur, mais pas nécessairement d'un amateur éclairé qui pratique la géologie pour l'esthétique des minéraux et fossiles et le plaisir d'enrichir ses connaissances, ce qui est **au moins aussi bien**.



**Géologie du pétrole –
Historique, genèse, exploration, ressources**

Jean-Jacques BITEAU, François BAUDIN

Dunod, 2017, 445p.

[553.2 BIT]

Ce livre en français, de 445 pages, est préfacé par Patrick POUYANNÉ, Président directeur général de TOTAL, et il est écrit par deux auteurs bien connus du monde pétrolier et de la Géologie (voir l'introduction en page 1 de la présente analyse).

Le livre est constitué de 10 chapitres. Chaque chapitre commence par une brève introduction, suivie d'une liste des objectifs et d'un plan sommaire, cette disposition permettant au lecteur de bien suivre l'évolution du texte au fil des chapitres.

Après la table des matières, bien détaillée, et un avant-propos d'un peu plus de 3 pages, nous entrons dans le vif du sujet, avec le chapitre 1 (de 28 pages), consacré à l'histoire de l'utilisation du pétrole depuis le paléolithique jusqu'à l'ère industrielle, en prenant en compte divers pays sur tous les continents. Quelques anecdotes sont fournies. On aborde alors l'histoire, fort courte par rapport à l'histoire de l'humanité, des grandes compagnies, et des empires pétroliers.

Le chapitre 2 (25 pages) passe en revue les propriétés physiques et chimiques des pétroles. Après une définition du concept de "pétrole", et de brefs rappels de chimie organique agrémentés de quelques schémas élémentaires, on aborde la nature, la composition et la classification des gaz naturels, qu'ils soient organiques, inorganiques ou mixtes. A titre d'illustration, un tableau présente la composition chimique de quelques champs pétroliers gazeux. On distingue les gaz non hydrocarbonés des gaz hydrocarbonés, ces derniers intéressant plus l'industrie pétrolière, mais ceux de la première catégorie étant néanmoins présents sur les champs, et posant parfois des problèmes (c'est par exemple le cas du H₂S ...). Une partie du chapitre est consacré aux clathrates, présents en de nombreux points de la planète (une carte est fournie), et à une présentation des méthodes envisagées pour les exploiter. Les risques environnementaux sont évoqués. Le chapitre se poursuit par la présentation des propriétés des huiles brutes (couleur, odeur, viscosité), la classification des bruts selon les provinces pétrolières, les teneurs en divers éléments, la composition moléculaire et les techniques utilisées pour l'étude (chromatographie, distillation fractionnée, ...). On passe aux formes solides, c'est-à-dire les asphaltes, avec une parenthèse sur la gilsonite. On termine sur les charbons et les gaz qui leur sont associés.

Le chapitre 3 (35 pages) traite des conditions physiques des roches et des fluides dans les bassins. On y présente d'abord le rôle de la pression de pore (utilisée dans les tests notamment lors des forages), le gradient de pression calculé, les problèmes posés par les sous-pressions ou sur-pressions, le tout illustré de schémas accompagnés d'abaques. On introduit ensuite la température, avec le rôle de la conductivité thermique des roches, puis le rôle de l'eau et du paramètre qu'est la salinité, les mouvements des aquifères, l'interaction entre l'eau et le pétrole, et la présentation de quelques cas dans la nature. L'on aborde alors les relations entre

les pressions et températures dans les fluides pétroliers, avec des diagrammes de phases bien connus de quiconque a fait un peu de géochimie. Le chapitre se rapproche alors de la sédimentologie en étudiant la compaction des sédiments, les régimes de contraintes, les pressions normales et anormales, avec une parenthèse sur les injectites ; cette partie est très bien illustrée ; on présente les méthodes d'évaluation des pressions dans les roches puis les notions de capacité et d'intégrité de rétention des roches, et notamment des couvertures.

Le chapitre 4 (13 pages) présente ce qu'est un système pétrolier (aspects statique et dynamique, efficacité), une chaîne géopétrolière, une roche-mère, et traite d'un problème important : le fonctionnement du système pétrolier et la notion de moment critique illustrée par un excellent schéma. On introduit les documents que sont la charte des événements, la courbe d'enfouissement, les coupes géologiques, les cartes d'extension. On évoque les modélisations numériques.

Le chapitre 5 (41 pages) traite du problème complexe de la génération des hydrocarbures. Il énumère les principaux composants de la matière organique, puis présente les milieux de dépôt favorables à l'accumulation et préservation de celle-ci, avec une comparaison intéressante entre les lacs et les océans ; un encart indique le rôle des argiles dans la préservation ; puis on présente les macéraux (liptinite, exinite, vitrinite, inertinite). Le chapitre se poursuit avec la distribution des roches-mères au cours du temps, entre le Cambrien et l'Oligo-Miocène. Un encart évoque un point trop souvent méconnu : le potentiel des roches précambriennes. On passe alors aux transformations de la matière organique, en distinguant divers types de kérogènes, on présente le principe de la méthode de Rock-Eval, et l'on aborde la diagenèse thermique, les phases de catagenèse-métagenèse et la génération des hydrocarbures. Un encart est consacré aux marqueurs organiques des paléotempératures. Ce chapitre est illustré de nombreux schémas et diagrammes géochimiques fort utiles.

Le chapitre 6 (50 pages) est consacré à un thème géologique important : la migration des hydrocarbures, les couvertures et les pièges pétroliers. Il distingue d'abord la migration primaire de la migration secondaire, puis l'accumulation au sein du réservoir en tenant compte des conditions physiques de cette migration secondaire, les aires de drainage et enfin le réservoir lui-même qui fait l'objet de diverses modélisations. Les couvertures sont ensuite présentées, faisant intervenir sédimentologie et tectonique, puis les pièges et le processus de piégeage, et enfin la préservation des hydrocarbures dans les pièges, ceux-ci pouvant subir in situ divers processus : craquage thermique secondaire, réduction thermique de sulfates, lessivage par l'eau, perte ou injection de gaz, désasphaltage, biodégradation. Ces divers phénomènes sont clairement expliqués et illustrés de schémas nombreux.

Le chapitre 7 (40 pages) présente les méthodes et outils permettant l'évaluation pétrolière. La base est l'ensemble de questions que doit se poser l'interpréteur, la nécessité de localiser le système générateur du gisement (la roche-mère), puis la cartographie de ce que les auteurs appellent « les cuisines actuelles » des hydrocarbures dans divers contextes, ce qui nécessite de présenter les méthodes de cartographie, la recherche des chemins de migration. On aboutit à l'inventaire des résultats pétroliers (diagraphies, tests, indices sur carottes), puis à la base de données de puits. Ces données permettent de visualiser les chemins de migration, les aires de drainage, de faire l'estimation du chargement en hydrocarbures d'un prospect et d'aboutir au rendement global d'un système pétrolier.

Le chapitre 8 (56 pages) résume les techniques et méthodes de prospection pétrolière, en commençant par le forage (à terre et *off-shore*), les diverses diagraphies instantanées et différées, les méthodes géophysiques (gravimétrie, magnétisme, sismique réflexion, sismique 3-D, sismique 4-D), l'évaluation des indices de surface, ces divers éléments aboutissant à une synthèse du prospect, puis à l'ingénierie réservoir. Les diverses études et expériences acquises permettent de développer une stratégie d'exploration.

Le chapitre 9 (56 pages) présente des bassins pétroliers caractéristiques, en commençant par expliquer le choix des exemples retenus. On passe alors aux divers cas :

- bassin du Bas-Congo : exemple de rift suivi d'une évolution en marge passive,
- delta du Niger : exemple de grand delta,
- bassin de Paris : exemple de bassin intra-cratonique,
- bassins nord et sud-pryrénéens : exemple de bassin d'avant-pays.

Pour chacun, une présentation géologique détaillée est faite en adjoignant les caractéristiques pétrolières. Chapitre très complet formant une parfaite synthèse sur les divers cas que l'on peut rencontrer.

Le chapitre 10 (14 pages) fait le tour des ressources et réserves d'hydrocarbures, en précisant quelques définitions et les méthodes d'évaluation, prenant en compte les récupérations envisageables, les réserves prouvées, celles probables et celles possibles. On aboutit aux profils mondiaux d'huile et de gaz, et à la notion empirique de « *yet to find* » ...

L'ouvrage contient en annexes deux pages de formules, une table de conversion d'unités (indispensable¹⁸) de 5 pages, une liste d'abréviations (3 pages), un lexique anglais/français (3 pages), une bibliographie (17 pages), et un index (20 pages).

On peut résumer en disant que le premier chapitre est historique, les chapitres 2 et 3 sont axés sur la géochimie organique, les chapitres 4 et 5 traitent plus de la roche, le chapitre 6 fait intervenir géologie et tectonique, les chapitres 7 et 8 sont dans le cœur du métier de l'ingénieur pétrolier, le chapitre 9 est sur l'ingénierie réservoir de bassin, et le chapitre 10 sur la prospective.

Il s'agit d'un ouvrage très riche et très complet, comblant un manque dans les cours de géologie dispensés à l'université, car il est plus destiné aux étudiants de faculté auxquels un tel cours manque cruellement¹⁹. Les élèves ingénieurs de l'ENSPM (= IFP'School) sont amplement pourvus en documentation pertinente, mais ce livre leur fournira néanmoins une synthèse intéressante et fort bien faite. Il est illustré par de nombreux schémas clairs et bien choisis. Il contient des éléments que l'on ne voit pas forcément dans tous les cursus (simple exemple : les clathrates), et constitue une documentation de base pour quiconque s'intéresse au monde pétrolier, que ce soit l'ingénieur, l'amateur ou l'étudiant qui doit se préparer à entrer sur le marché du travail²⁰. Pour ceux qui n'aiment pas les textes en jargon *yankee*, il présente l'énorme avantage d'être écrit en français, et même dans un excellent français.

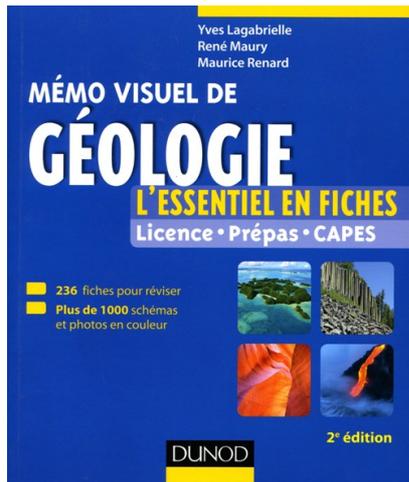
Un livre à garder en bonne place dans une bibliothèque de géosciences.

¹⁸ Pour le Lecteur qui est confronté à de nombreuses unités, parfois ésotériques, on ne peut que conseiller l'excellent livre que je recommandais à mes étudiants :

"Le manuel du Système International d'unités – Lexique et conversions" - Michel DUBESSET, Editions Technip, 2000, 170p.

¹⁹ C'est peut-être pour cela qu'il est publié chez Dunod et non chez Technip, comme on pourrait s'y attendre vu le thème, mais cet éditeur n'est jamais référencé dans les cours universitaires (ce qui est fort regrettable ...).

²⁰ Le malheureux ne sait pas ce qui l'attend, mais il a intérêt à être blindé pour trouver ce qu'il cherche : un travail passionnant et correctement rémunéré ! Même avec de bons diplômes, ce n'est pas évident. Seul un imbécile ignorant le contexte économique du pays depuis ces dernières années pourrait dire "*Yaka traverser la rue !*".



**Mémo visuel de Géologie –
L'essentiel en fiches – Licence.Prépas.CAPES**
Yves LAGABRIELLE, René MAURY,
Maurice RENARD
Dunod, 2nde édit., 2017, 252p.
[551 LAG]

Nous serons très bref sur cet excellent livre, écrit en français. Il est constitué, comme son nom l'indique, de fiches, au nombre de 236, et contient plus de 1000 schémas et photos en couleur, misant sur l'aspect visuel qui permet une compréhension plus rapide et une meilleure mémorisation.

Après la table des matières sur 8 pages, un avant-propos, et une notice sur le mode d'utilisation de l'ouvrage, nous entrons dans le corps de l'ouvrage qui se compose de 10 grands chapitres. Il serait vain de chercher à résumer chaque chapitre sans recopier le détail de la table des matières ... Il traite tout ce qui est essentiel (voire plus), de façon très claire et pertinente, avec des illustrations nombreuses et de qualité (cartes, coupes, schémas, photographies ...). Nous nous contenterons d'en donner la liste avec le nombre de pages.

- 1 – La Terre, une planète dans l'Univers (11 pages).
- 2 – Hydrosphère et atmosphère terrestres (28 pages).
- 3 – Sédimentologie (37 pages).
- 4 – Stratigraphie (15 pages).
- 5 – Structure de la Terre et géodynamique globale (37 pages).
- 6 – La déformation de la lithosphère (25 pages).
- 7 – La géodynamique des océans (15 pages).
- 8 – Roches et minéraux endogènes (19 pages).
- 9 – Les magmas : mise en place et origine (41 pages).
- 10 – Aléas et ressources énergétiques (6 pages).

Le livre s'achève sur un index de 5 pages.

Cet ouvrage peut rafraîchir la mémoire de tous les géologues, constitue un excellent mémento pour les élèves des Grandes Ecoles comme pour les étudiants universitaires, et il sera d'une grande utilité pour tous les géologues amateurs souhaitant ne pas se contenter de ramasser des fossiles et/ou des minéraux. Il ne remplace évidemment pas un cours précis dans chacun des sujets présentés, mais ce n'est pas là l'objectif.

A avoir à portée de main dans sa bibliothèque !