

# Chronique Bibliographique en GEOSCIENCES

Bonjour !

Cette brève rubrique fort simple et sans prétention n'est **PAS d'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 élèves<sup>1</sup>. D'ailleurs, ce n'est pas nécessairement le dernier livre sorti qui est le plus pertinent ! Et au sujet demandé ne correspond pas forcément un ouvrage récent ...

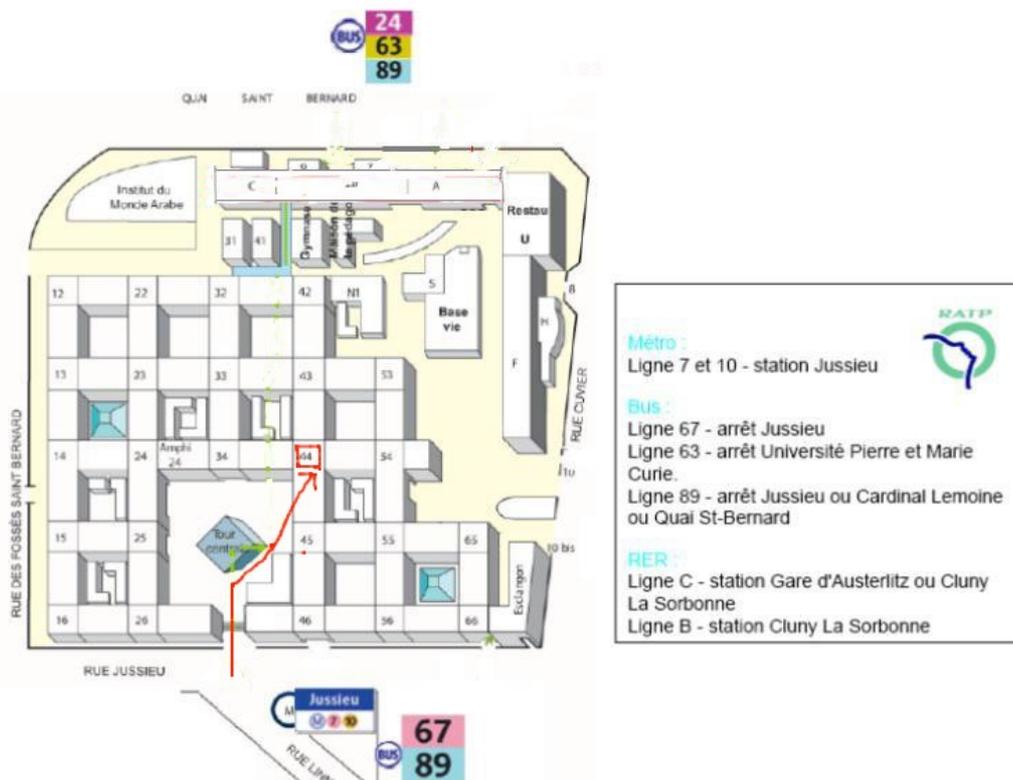
Cette analyse bibliographique modeste mise à disposition du **Club Géologique IDF** peut rendre éventuellement service à d'autres personnes, et il n'y a aucune restriction à diffuser ce texte à qui vous le souhaitez.

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** (après avoir changé plusieurs fois de nom !...*et en attendant le suivant*), dont l'emplacement a été modifié ces dernières années, et qui est continuellement alimentée en ouvrages intéressants grâce à la diligence, la compétence et le dévouement de nos Bibliothécaires, auxquels je tiens à rendre hommage. Puisse les responsables de l'université prendre conscience du travail qu'ils accomplissent ...

Ce n'est plus en Tour 24, ni en Tour 65 (à Jussieu, on aime jouer aux chaises musicales...), mais en Tour 35 (*pour l'instant, du moins...*), entrée au 1<sup>er</sup> étage, et possédant deux étages.



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

Les livres sont en libre accès dans les rayons, il n'y a pas besoin de remplir une fiche comme dans les vieux systèmes. Il n'est pas nécessaire non plus d'avoir une carte d'étudiant pour consulter. Simplement, vous ne pourrez emprunter un ouvrage à moins de solliciter une inscription (payante, ce qui est normal). La salle est munie d'accès à Internet, et si vous amenez votre portable, il y a suffisamment de prises sur les tables. Le luxe, quoi !

Profitons-en pour rappeler la merveilleuse **Collection de Minéralogie de la Sorbonne**, qui après quatre déménagements (*c'est une obsession à Jussieu...*) est logée au rez-de-chaussée de la Tour 25. Entrée officielle par la rue des Fossés St Bernard, mais impossible en raison du plan vigie-pirate (*vitam eternam*), mais entrée réelle Place Jussieu.

Pour ce 1<sup>er</sup> lot de fiches bibliographiques, au titre de Janvier :

- l'utilisation des **scanners pour l'étude des fossiles**,
- et la **Palynologie appliquée à la recherche des hydrocarbures**,

En prévision :

- pour Février, une analyse d'ouvrages sur les **Ostracodes et Conodontes**,
- pour Mars, une présentation des **Lagerstätten** d'une façon générale, et plus spécialement **Messel**,
- pour Avril, quelques ouvrages de **crystallographie**, et une parenthèse importante sur les **rotations 3-D**,
- pour Mai, divers textes sur l'**Ichnologie**, notamment dans les carottes,
- pour Juin, deux ouvrages sur les **faunes chinoises** (Chengjiang et Jehol),
- pour Juillet, un livre sur l'harmonisation par mesures de ressemblance, avec application à la **sismique pétrolière**, et un autre permettant la révision de tous les concepts de **base en géologie** .....

L'analyse des ouvrages pourra prendre différentes formes :

- soit un résumé sommaire,
- soit un texte un peu plus vaste, avec des détails sur certains chapitres,
- soit enfin, une analyse ressemblant plus à ce que je rédige pour un rapport de thèse,

et sera généralement accompagnée de la référence à quelques autres ouvrages traitant du même domaine, sans viser l'exhaustivité.

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.

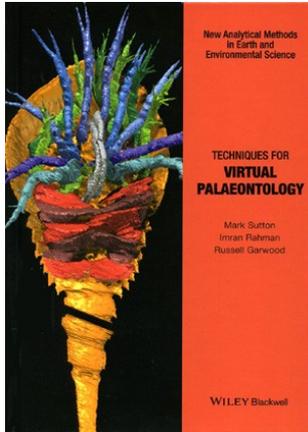
Je vous en remercie d'avance. Bien cordialement à tous.

**François BOUILLÉ**

# Analyse bibliographique

## Janvier 2020

---



### **Techniques for virtual palaeontology**

Mark D. SUTTON, Imran A. RAHMAN,  
Russel J. GARWOOD  
2014, Wiley Blackwell, 200p.  
[560.285 SUT]

Cet ouvrage en anglais n'est pas récent, mais il est arrivé assez récemment en bibliothèque, et son contenu est suffisant pour montrer tous les apports des techniques actuelles d'exploration des fossiles, avec ou sans destruction.

Le 1<sup>er</sup> chapitre (13 pages) présente en introduction la paléontologie virtuelle, c'est à dire l'étude des fossiles via la saisie, la reconstruction et la visualisation pas des moyens informatiques, produisant ainsi des "fossiles virtuels". Il dresse un bref historique avec l'utilisation des méthodes traditionnelles où l'on tronçonne le fossile, via divers moyens, mais qui endommage les structures fines. Au contraire, certaines méthodes tomographiques permettent de constituer des modèles 3-D archivés dans des fichiers, économisant de la place et pouvant être copiés et transférés entre chercheurs.

Dans les deux cas l'on utilise des tomographes, qui sont à classer en deux catégories, ceux à caractère destructif, et ceux à caractère non destructif. Les premiers nécessitent d'user ou de scier l'échantillon (ce que n'aiment pas les conservateurs, bien évidemment), les seconds utilisent les mêmes tomographes que ceux utilisés en médecine, avec des énergies différentes entre autres. On a utilisé les tomographes à rayons X, à neutrons, à RMN, ... La reconstitution 3-D nécessite d'utiliser les techniques bien connues en photogrammétrie, et je vous renvoie à vos cours de Géomatique (selon les cursus). Les premières études ont d'abord été faites sur des vertébrés, et ont ensuite été étendues à d'autres groupes taxonomiques. Deux remarques intéressantes concernent :

-le fait que ces techniques ne sont encore suffisamment utilisées comme elles le devraient. Il faut cependant penser que le coût des équipements n'est pas à la portée d'un simple laboratoire de paléontologie ...

-l'intérêt de la stéréographie dans la visualisation, ce qui vous renverra à l'un des objectifs majeurs de vos projets lorsque vous étiez étudiants au LIST.

Le 2<sup>ème</sup> chapitre (27 pages) traite de la tomographie destructrice, utilisant deux techniques : optique, et à faisceau ionique. Dans la première, on scie, on ponce, et l'on prend des images qui ne sont pas toujours excellents, et de toute façon l'échantillon disparaît. De nombreux détails techniques sont fournis, indiquant comment on parvient à réaliser les plaques. C'est un peu du travail de litholamelleur classique, mais en plus perfectionné.

La seconde technique consiste à utiliser un faisceau ionique très fin ( $< 1\mu\text{m}$ ) bombardant l'échantillon ; celui-ci est progressivement rabotté et photographié, en général tous les 10 à 300 nm.

Le 3<sup>ème</sup> chapitre (93 pages) nous introduit à la tomographie non destructive, passant en revue les diverses possibilités : rayons X, neutron, RMN, et optique. L'essentiel du chapitre porte sur la 1<sup>ère</sup> technique. Comme en médecine, le scanner fait l'acquisition de radiographies selon des séquences parallèles, sous différents angles. Après une brève présentation de la technique, rappelant l'interaction des rayons avec la matière, on présente la microtomographie RX, puis il est fait un survol de l'utilisation dans le domaine médical, avant de passer à la nanotomographie, et à l'usage du synchrotron. On présente alors la reconstruction à partir des projections, en soulevant le problème des artefacts, puis la tomographie à contraste de phase, enfin une synthèse sur le scanning, et une évaluation du futur de ces techniques. C'est le plus gros chapitre car il correspond au thème principal du livre.

Le 4<sup>ème</sup> chapitre (15 pages) présente les méthodes d'étude des surfaces, en utilisant le scanning par un laser. Il rappelle au passage le LIDAR, que les géologues et géomaticiens connaissent bien. Un bref historique de l'évolution des lasers est suivi par la présentation du principe du faisceau, les opérations de triangulation, les spécificités du laser. Des exemples sont fournis en illustration, et des cas sont évoqués concernant divers fossiles, un trilobite, une racine d'arbre, un éléphant, ou une trace (nous traiterons d'ichnologie en Mai...). La numérisation automatique est présentée, consistant en un nuage de points obtenus avec un laser, la reconstruction faisant appel à des B-splines bien connues des infographistes et des géomaticiens.

Le 5<sup>ème</sup> chapitre (35 pages) traite des techniques de visualisation, à savoir la reconstruction à partir des données tomographiques ; disposant d'images en mode raster, il faut les convertir en mode vecteur au sein de chaque plan, et à l'étape suivante relier les éléments se correspondant afin de générer des volumes. Les schémas sont très clairs, et c'est le chapitre le plus spectaculaire de l'ouvrage. Les surfaces subissent une triangulation 3-D, bien connue des géomaticiens, pour lesquels il existe de longue date des algorithmes performants, des bibliothèques graphiques sous OpenGL, et dans le domaine du *hardware* (pardon du "matériel") des accélérateurs graphiques conséquents. L'utilisation du ray-tracing est considérée comme trop coûteuse en temps de calcul (tout dépend évidemment de la puissance du calculateur parallèle dont on dispose...) et les auteurs préfèrent l'impression 3-D qui se généralise de nos jours à tous les domaines. Le chapitre se poursuit sur l'utilisation de logiciels de reconstruction et visualisation, SPIERS et Drishti étant dédiés à la paléontologie, d'autres comme ImageJ, Meshlab ou Blender étant plus généraux. Blender, parmi d'autres est couramment utilisé depuis de nombreuses années par les étudiants en Géosciences. Les divers formats de sortie sont analysés, en indiquant leurs avantages et leurs inconvénients, cette comparaison étant intéressante et très utile. Le chapitre s'achève par une étude de cas, sur des fossiles différents, en indiquant les techniques utilisées à chacune des étapes, et les logiciels mis à contribution. Ces cas sont illustrés par de superbes photographies. C'est évidemment le chapitre le plus spectaculaire ...

Le 6<sup>ème</sup> chapitre (12 pages) s'intéresse à ce que l'on peut faire ensuite de ces modèles, au-delà de la simple visualisation : de la morphométrie, une étude de la structure des dents pour mieux comprendre l'alimentation, ou une modélisation biomécanique<sup>2</sup> selon quatre méthodes indépendantes et compatibles : la méthode des éléments finis, l'analyse dynamique à n blocs,

---

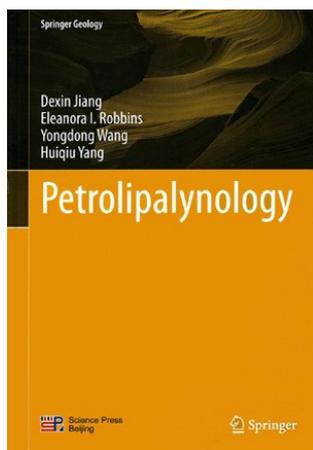
<sup>2</sup> nous retrouverons dans l'analyse d'Avril les problèmes de biomécanique, avec l'apport des quaternions pour les rotations 3-D...

estimation des dimensions des volumes, la dynamique des fluides. Ces diverses techniques sont résumées, montrant leurs apports, et illustrées de schémas très démonstratifs.

Le 7<sup>ème</sup> chapitre (11 pages) résume les objectifs des paléontologues utilisant les fossiles virtuels, les méthodes de saisie, un tableau récapitulatif très complet, une comparaison des échelles de travail, des recommandations à l'usage de ceux qui abordent le domaine et une sorte d'organigramme destiné à guider les choix. Le chapitre poursuit sur les développements et les tendances qui semblent se dégager et s'achève sur une brève conclusion.

Chaque chapitre possède sa bibliographie, ce qui simplifie les recherches complémentaires si besoin est. L'ouvrage est complété par un glossaire très complet et un index.

**Un excellent livre, très bien écrit et très clair qui fait le point sur la question.**



## **Petrolipalynology**

Dexin JIANG, Eleanora I. ROBBINS, Yongdong WANG,  
Huiqiu YANG  
Springer, 2015, 264p.  
[561 PET]

Il s'agit d'un livre d'auteurs chinois (trois sur quatre) traduit en anglais.

En introduction, on rappelle l'historique de la découverte de spores et pollens fossiles, et les objectifs de leur utilisation pour déterminer l'origine, le transport et la migration des hydrocarbures. Expérimentalement, on a constaté que les spores et pollens piégés dans les formations, de par leur propriétés physiques, étaient capables de migrer avec les fluides.

Le 2<sup>ème</sup> chapitre (41 pages) présente les connaissances de base en géologie. Dans un premier sous-chapitre, on décrit les conditions de formation des champs pétroliers d'une façon générale, avec les roches mères, roches magasins, le contexte de génération, de migration et d'accumulation des pétroles, et une classification des dépôts.

Le deuxième sous-chapitre présente les grandes lignes des bassins continentaux, en s'appuyant sur 5 exemples bien connus en Chine.

Le 3<sup>ème</sup> sous-chapitre traite des bassins côtiers, avec trois exemples, eux aussi en Chine.

Le 3<sup>ème</sup> chapitre (47 pages) présente les spores et pollens, en commençant par les matériels et les méthodes, illustrés par une étude détaillée des bassins précédemment introduits, et en décomposant ceux-ci en sous-bassins, avec leurs particularités intrinsèques. Ces divers bassins situés en Chine couvrent une période allant du permo-carbonifère au paléogène. Pour chaque gisement, des tableaux présentent en détail les divers spores et pollens rencontrés au sein du brut.

Le 4<sup>ème</sup> chapitre (33 pages) montre les associations palynologiques au sein des divers réservoirs, permettant d'identifier la provenance des fluides depuis les roches mères. Le chapitre passe en revue une nouvelle fois les divers bassins déjà étudiés, mais avec un autre objectif. Diverses quantifications sont étudiées permettant de doser les contributions. Là encore, des tableaux sont fournis, comportant toutes les espèces rencontrées. Enorme travail de synthèse.

Le 5<sup>ème</sup> chapitre (5 pages) aborde le problème de la coloration liée à la maturation de la matière organique, en relation avec divers facteurs. Ainsi, du matériel palynologique brun ou orange se trouve préférentiellement dans les hydrocarbures liquides, alors que les mêmes en brun foncé indiquent plutôt des gaz secs et des condensats. La synthèse est faite à l'aide de deux tableaux, l'un présentant la coloration du kérogène en relation avec la maturation, la température allant de 30°C à plus de 200°C, l'autre sur la coloration de l'exine en relation avec la maturation.

Le chapitre 6, très court (5 pages) met en évidence la théorie de l'origine organique des hydrocarbures en raison de la présence des éléments palynologiques<sup>3</sup>.

Le chapitre 7 traite de l'environnement des flores qui ont contribué à la composition actuelle, en terme de botanique, de paléoécologie, de paléoclimat, ces deux derniers étant très liés, et d'environnement sédimentaire.

Le chapitre 8 (6 pages) concerne tous ceux qui s'intéressent à la migration des hydrocarbures tant en milieu continental que côtier. Les auteurs insistent sur le fait que les spores et pollens gardent des traces de leur origine, et peuvent servir de témoin à leur migration. Les microfissures, les pores interconnectés sont des facteurs favorables à l'expulsion de l'emplacement d'origine et à la migration, les failles et autres structures tectoniques facilitent une migration secondaire. La phase liquide migre assez facilement du fait de cassures plus grandes que de simples microfissures, à fortiori pour la phase liquide. Les spores et les pollens permettent donc de savoir les directions de migration et les routes suivies, qui peuvent aussi bien être verticales que latérales, en fonction du contexte tectonique.

Le chapitre 9 (4 pages) traite de la distribution géographique et chronologique des hydrocarbures dans les bassins chinois d'origine continentale. La présence d'argile de couleur foncée et de schistes hydrocarbonés, qui sont des indices en faveur de bons réservoirs potentiels, sont présents dans les bassins côtiers. L'étude des spores et pollens procure donc un outil utile pour l'exploration.

La conclusion (3 pages) insiste sur le fait que la palynologie a été utilisée pour déterminer les roches mères d'origine des hydrocarbures dans un contexte continental, et non marin comme souvent avancé, avec formation dans des dépressions d'origine tectonique, et sous climat humide. Ces informations peuvent servir de guide pour la prospection de nouveaux gisements. Les trouver dans des roches ignées semble, pour les auteurs, prouver l'origine organique de ces hydrocarbures.

Chaque chapitre commence par un résumé très clair, une liste de mots clés, et se termine par une liste de références.

En fin d'ouvrage, on trouve 48 planches (dont 12 en couleur) présentant les divers spores et pollens étudiés.

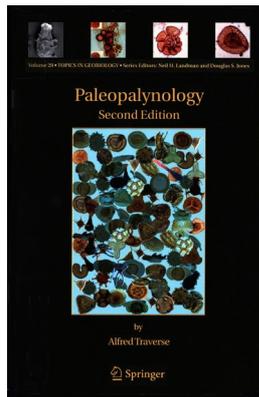
**Il s'agit d'un excellent livre qui rendra service à tous ceux qui s'intéressent aux hydrocarbures et à leur origine, leur migration et leur prospection, ainsi que les amateurs de palynologie. Il sera très intéressant pour les élèves des grandes écoles spécialisées (bien sûr l'ENSPM – IFP'School, mais aussi ENSG Nancy, MINES, UNI-LA SALLE, ...), tout autant que pour les étudiants géologues de l'université.**

---

<sup>3</sup> Cela semble évident ici, mais il ne faudrait pas pour autant en déduire que les hydrocarbures ont tous une origine organique. Il y a plus de 50 ans que des auteurs russes ont ouvert le débat, soulignant la possibilité d'autres origines, et le fait de trouver des hydrocarbures dans les dorsales vient sérieusement étayer leur hypothèse.

Par ailleurs, n'oublions pas que certaines comètes sont essentiellement faites d'hydrocarbures, qui ont de ce fait attiré la convoitise de certaines sociétés qui envisageaient de les rapprocher de la Terre afin de pouvoir les exploiter. Dans l'état actuel de la technologie, ce n'est heureusement pas faisable. Ces gens-là semblent ignorer que mettre un corps de grande taille en orbite autour de la Terre revient à modifier nos paramètres de trajectoire. Or, il a été montré il y a quelques années que l'orbite terrestre n'était pas aussi fixe qu'on l'imaginait, et l'emploi des super-calculateurs a permis à un chercheur du CNRS de montrer que celle-ci pouvait être modifiée, comme ce fut le cas dans le passé... Cela lui a d'abord attiré quelques ennuis, avant que ses travaux soient enfin reconnus... !!!

## Quelques livres en Palynologie qui pourront vous être utiles...

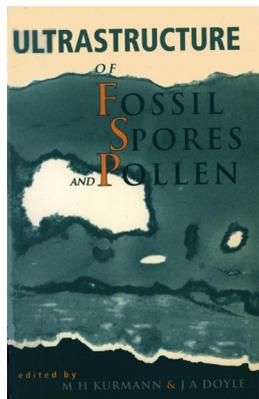


### **Paleopalynology**

Alfred TRAVERSE

Springer Verlag, 2007, 813p.

[GR 16204 / 561 TRA]

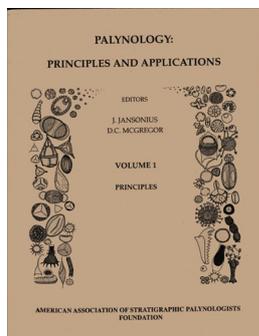


### **Ultrastructure of Fossil Spores and Pollen**

Editors M.H. KURMANN, J.A. DOYLE

The Royal Botanic Garden, Kew, 1994, 221p.

[561 ULT]



### **Palynology : principles and applications**

Editors J. JANSONIUS, D.C. MCGREGOR

American Ass. of Stratigraphic Palynologists Foundation, 2002

**Tome 1** : p.1-462 [GR 15359 / 561 PAL(1)]

**Tome 2** : p.463-910 [GR 15360 / 561 PAL(2)]

**Tome 3** : p.911-1330 [GR 15361 / 561 PAL(3)]