



JPEG



JPEG2000



> annuler les plus petits coefficients dans la décomposition du signal en ondelettes. La théorie statistique qui justifie et développe cela a été mise au point par David Donoho (lauréat du prix Gauss en 2018), de l'université Stanford, et ses collègues.

De façon générale, les développements de l'analyse de Fourier sont au cœur de l'actualité scientifique et technique. Ils interviennent partout dans le traitement de données vocales ou musicales, où la séparation des sources et leur caractérisation s'appuient sur l'identification de motifs spectraux et de leurs occurrences au fil du temps.

En ingénierie biomédicale, la détection de signatures temps-fréquence caractéristiques dans des enregistrements de signaux ou d'images dans différentes modalités (électroencéphalographie, électrocardiographie, magnétoencéphalographie...) peut être associée à diverses pathologies.

UNE APPROCHE QUI NE CESSE DE SE RENOUVELER

Plus fondamentalement, l'une des techniques d'apprentissage profond les plus récentes, la «transformée de scattering», développée par Stéphane Mallat et ses collègues, peut être interprétée comme une variante des

La norme JPEG de compression d'images, créée en 1992 par le collectif d'experts nommé Joint Photographic Experts Group, est d'un usage très répandu. Elle utilise une représentation des images à base de fonctions cosinus (DCT, pour *Discrete Cosine Transform*). En 2000, a été proposée la norme JPEG 2000, qui utilise une compression à base d'ondelettes. Comme le montrent ces images (décompressées), la compression JPEG 2000 offre une qualité bien meilleure que la norme JPEG initiale, pour une même taille de fichier.

techniques des réseaux de neurones profonds, où l'on calcule des itérées de la transformée en ondelettes. Elle et ses variantes ouvrent la voie à de nouveaux algorithmes de classification de sons ou d'images.

On peut noter enfin que la théorie récente de l'«acquisition comprimée», ou *compressed sensing* en anglais, introduite par Emmanuel Candès, Justin Romberg, Terence Tao et David Donoho, parvient à exploiter le fait qu'un signal ayant une représentation parcimonieuse dans une base bien choisie (ce qui est le cas avec les ondelettes pour la plupart des données naturelles) peut être acquis au moyen d'un très petit nombre d'échantillons. Cette théorie trouve actuellement des applications importantes en imagerie médicale: on a ainsi pu réduire de façon spectaculaire le temps nécessaire pour effectuer une IRM.

Ainsi, l'approche proposée par Fourier ne cesse de se renouveler sans rien perdre de ses principes fondateurs. Deux siècles plus tard, elle reste d'une étonnante actualité. ■

BIBLIOGRAPHIE

E. Chassande-Mottin et al., **Des ondelettes pour détecter les ondes gravitationnelles**, *Gazette des Mathématiciens*, n° 148, pp. 61-64, mars 2016.

T. Butz, **Fourier Transformation for Pedestrians**, Springer, 2^e édition, 2015.

B. B. Hubbard, **Ondes et ondelettes - La saga d'un outil mathématique**, *Pour la Science*, 1995.

Y. Meyer et al., **L'analyse par ondelettes**, *Pour la Science*, septembre 1987, pp. 28-37.

tables rondes

16, 23 et 30 janvier 2019 à 19h

Que peuvent nous apporter la recherche et l'innovation technologique en chimie dans trois domaines de la vie quotidienne : l'alimentation, le bien-être et les médicaments ?

Avec

Mathilde Touver, Inserm ; Nadine Vallet, Institut supérieur international du parfum ; Françoise Weber, Agence nationale de sécurité sanitaire ; Laurence Coiffard, université de Nantes ; Patricia Pineau, revue *L'Actualité chimique* ; Patrice Revillard, parfumeur indépendant chez Maelstrom ; Jacques Vaillant, Société française des parfumeurs ; Ali Al-Mourabit, Institut de chimie/CNRS ; Arnaud Bedin, Sanofi-Aventis ; Hélène Budzinski, CNRS, université Bordeaux-I ; François Chast, hôpitaux universitaires Paris-centre ; Christelle Ratignier-Carbonneil, Agence du médicament.

EN PARTENARIAT AVEC



AVEC LE SOUTIEN DE



naturellement chimiques...

tables rondes accès gratuit

— les mercredis à 19h

Palais
DÉCOUVERTE

©Agetostock

nuits des idées : face au présent

événement mondial accès gratuit

jeudi 31 janvier
— de 19h à 23h

Palais
DÉCOUVERTE

tables rondes

À l'occasion de la Nuit des idées 2019, le Palais de la découverte propose une série de débats. Des mutations technologiques, sociales, environnementales, géopolitiques, que l'on pensait relever d'un avenir lointain, font désormais partie de notre quotidien et appellent de nouvelles adaptations. Quels en sont les enjeux et comment les tenir ?

Venez en discuter avec des scientifiques et philosophes.

EN PARTENARIAT AVEC



AVEC LE SOUTIEN DE



Le triomphe improbable des dinosaures

L'histoire était entendue : à leur apparition, les dinosaures avaient vite surpassé les autres vertébrés. Faux, indiquent de nouveaux fossiles. Rien ne prédestinait les terribles lézards à devenir les maîtres du Mésozoïque.

Dromomeron, un précurseur des dinosaures, s'approche prudemment de l'eau pour boire, il y a 212 millions d'années, dans une oasis de l'actuel Nouveau-Mexique. *Koskinonodon*, un amphibien géant, est à l'affût. La vie n'était pas simple à l'époque pour les ancêtres des dinosaures...



L'ESSENTIEL

> Selon la vision classique en paléontologie, les dinosaures étaient dotés dès leur origine d'une vitesse, d'une agilité, d'un métabolisme et d'une intelligence tels qu'ils ont vite dominé tous leurs compétiteurs et colonisé l'intégralité du globe.

> De nouvelles découvertes et analyses de fossiles contredisent ce scénario. En réalité, les dinosaures ont peu évolué à leurs débuts. Il a fallu des dizaines de millions d'années pour qu'ils surpassent leurs rivaux et conquièrent la planète.

L'AUTEUR



STEPHEN BRUSATTE
paléontologue à l'université d'Édimbourg, en Écosse

Quand j'étais adolescent, au tournant du millénaire, à peu près au même moment où la passion des fossiles a commencé à me dévorer, le musée Field d'histoire naturelle, à Chicago, a démantelé son brachiosaure et installé à la place un *Tyrannosaurus rex*. En somme, l'établissement échangeait un dinosaure iconique pour un autre. Adieu le colosse herbivore pesant le poids de plus de dix éléphants, dont le cou s'élevait gracieusement bien au-delà de la galerie du deuxième étage. Désormais les spectateurs frissonneraient devant le prédateur le plus grand et le plus féroce de tous les temps : une brute de la taille d'un bus avec des rangées de dents en pointe capables de briser les os de ses proies.

Ces deux monstres ont enflammé mon imagination. Comme j'habitais à 120 kilomètres de Chicago par la route, au milieu d'une plaine du Midwest couverte de champs de maïs et de haricots, je leur rendais visite aussi souvent que j'arrivais à convaincre mes parents de faire le trajet. Leurs squelettes m'hypnotisaient : tout était différent chez eux par rapport aux animaux modernes, leur taille, leur puissance, leur corps... Presque des extraterrestres à mes yeux. Pas étonnant que la lignée des dinosaures ait gouverné la Terre pendant plus de 150 millions d'années. Ils étaient majestueux.

Mais comment les dinosaures étaient-ils apparus ? Par quel chemin de l'évolution ? Je m'attardais rarement sur cette question pendant ces années d'obsession. De même qu'il m'était difficile d'imaginer que mes parents avaient eu un jour mon âge, j'avais juste supposé que les dinosaures s'étaient matérialisés dans un lointain passé sous la forme de géants au long cou et aux dents acérées. Je l'ignorais à l'époque, mais cette vision naïve n'était pas si éloignée du consensus scientifique régnant à la fin du xx^e siècle. Les paléontologues s'entendaient sur le fait que la vitesse, l'agilité et le métabolisme des dinosaures étaient si

exceptionnels qu'ils avaient dû facilement surclasser leurs premiers rivaux et se rendre maîtres de toute la planète.

Cependant, au cours des quinze dernières années, de nouveaux éléments ont ébranlé ce scénario. Une profusion de fossiles, ajoutés à une meilleure connaissance du monde physique des premiers dinosaures et des filiations entre espèces, mais aussi de nouvelles méthodes d'analyse des tendances évolutives ont revisité cette théorie et nous racontent une autre histoire : l'apparition des dinosaures a été graduelle et, pendant leurs trente premiers millions d'années, ces animaux n'ont vécu que dans quelques coins du monde, dépassés par d'autres espèces. C'est seulement grâce à quelques coups de chance qu'ils ont pu coloniser davantage d'espace et devenir les maîtres de la planète.

DES TRACES ÉTRANGES EN POLOGNE

Comme de nombreuses espèces au cours de l'évolution, les dinosaures sont nés d'une catastrophe. Il y a 252 millions d'années, à la toute fin de la période géologique du Permien, une poche de magma a commencé à gronder sous la Sibérie. Les animaux vivant en surface – une ménagerie exotique formée de grands amphibiens, de reptiles à la peau bosselée et de carnivores précurseurs des mammifères – n'avaient aucune idée du cataclysme en préparation. Des coulées de roche liquide se sont frayé un chemin à travers le manteau terrestre puis la croûte, avant de s'écouler en surface par des fissures de dimension kilométrique. Pendant des centaines de milliers, voire des millions d'années, les éruptions ont continué, crachant de la chaleur, de la poussière, des gaz nocifs et assez de lave pour ennoyer plusieurs millions de kilomètres carrés du paysage asiatique. L'élévation des températures, l'acidification des océans et l'effondrement des écosystèmes comptèrent parmi les conséquences. Jusqu'à 95% des espèces du Permien périrent. Ce fut la plus effroyable extinction