

LA BIODIVERSITÉ. Ce crustacé copépode long d'un demi-millimètre, *Ceratonotus steiningeri*, a été découvert en 2006 dans le cadre du Recensement de la vie sous-marine (*Census of Life*) par 5 400 mètres de fond, au large de l'Angola, puis dans le Pacifique.

C'est l'une des 5 000 espèces nouvelles pour la science collectées depuis 2000 par ce recensement. Les océans sont tout un monde qui reste à explorer, notamment à plus de 1 000 mètres de profondeur. Alors que les scientifiques ont décrit 250 000 espèces marines environ, il en existerait plus d'un million, micro-organismes mis à part – lesquels représenteraient 90 pour cent de la masse de tous les organismes marins. Ainsi, il resterait environ 5 000 poissons marins inconnus (près de 17 000 ont été décrits). Et 75 pour cent des espèces vivant en profondeur en Méditerranée resteraient à collecter et à décrire. Dans les forêts tropicales, qui abritent 50 à 75 pour cent de la biodiversité terrestre, des dizaines de milliers d'espèces sont aussi à découvrir, si leur rythme d'extinction, 100 à 1 000 fois plus rapide qu'avant l'ère industrielle, en laisse le temps.

Ce sont surtout des arthropodes et des végétaux, mais aussi des oiseaux et des mammifères. De quoi justifier nombre de missions naturalistes sur le terrain et des mesures concrètes de protection. La Terre reste à explorer... et à préserver. 



Jean-Michel

LE NANOMONDE. Ces flocons sont en or et ne mesurent que deux micromètres de diamètre et 40 nanomètres d'épaisseur. Déposés sur une plaque de verre par lithographie électronique, c'est-à-dire à l'aide d'un faisceau d'électrons, ils illustrent les possibilités des nanosciences et des nanotechnologies.

Les termes de nanosciences et de nanotechnologies se sont peu à peu imposés pour décrire les recherches et la construction de systèmes de tailles comprises entre le micromètre et le nanomètre, c'est-à-dire le milliardième de mètre. Il ne s'agit donc ni d'une nouvelle science ni d'une nouvelle branche technique, mais d'un ensemble d'études et de réalisations mettant en jeu des phénomènes physiques, chimiques ou biologiques portant sur de petits groupes d'atomes et de molécules. C'est

souvent le caractère quantique des phénomènes en question qui les rend utiles pour créer « nanomachines », « nanomatériaux » et autres « nanomédicaments », autrement dit des dispositifs nanométriques dotés des fonctions (mécaniques, optiques, chimiques, électroniques, biologiques ou médicales) souhaitées.

L'idée de constructions à l'échelle moléculaire fut évoquée dès les années 1950 par Richard Feynman, puis popularisée par certains ingénieurs et auteurs de science-fiction, qui la présentèrent comme le moyen de transformer la Terre en un paradis technique, ou au contraire en un enfer où les humains ne pourront se défendre contre des objets plus petits que leurs cellules...

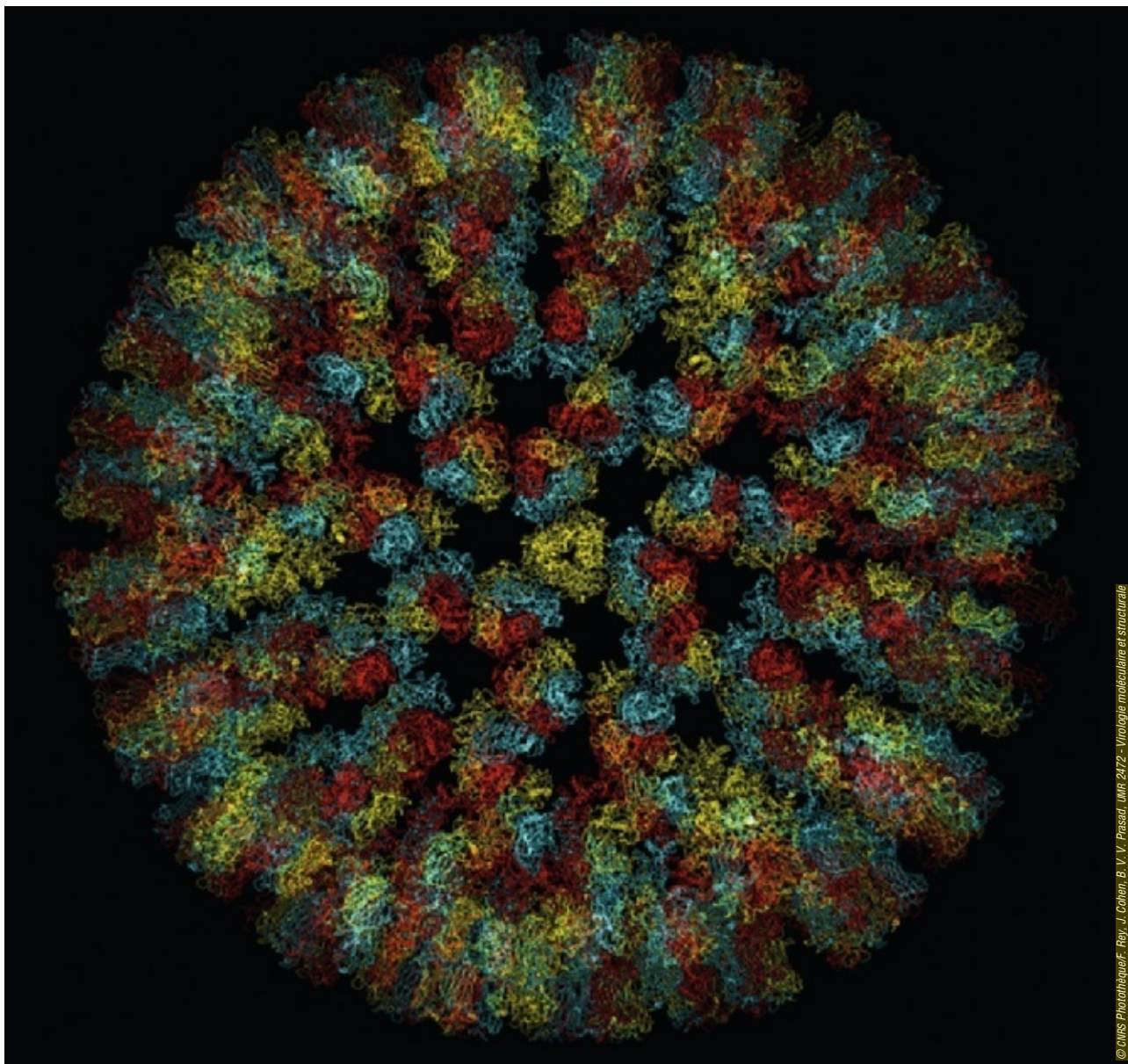
Les nanosciences et les nanotechnologies se développent grâce à un éventail toujours plus grand de techniques permettant d'étudier et d'agir

à l'échelle nanométrique : microscopie optique, électronique ou à sonde locale, microstructuration des surfaces (par photolithographie, lithographie électronique, etc.), manipulations à l'échelle moléculaire (mécanosynthèse, auto-assemblage moléculaire, etc.).

Ce domaine est riche de travaux variés : la « neige » d'or montrée ici sert par exemple à l'étude fondamentale des ondes électroniques de surface nommées plasmons. Du côté des applications, de plus en plus de laboratoires sur puce, de micromoteurs électriques, de lasers miniaturisés, de composants nanoélectroniques et d'autres microsystèmes apparaissent. Et les perspectives étonnantes ne manquent pas : on parle de nanorobots mobiles à l'intérieur du corps, d'essaims de microrobots domestiques, de robots de combat imparables parce qu'invisibles... 



© CNRS Photobiologie/SM/Université de Bordeaux 1/
F. Labadie, N. Marquèsant, D. Talaga, UMR5250 - Institut des sciences moléculaires



© CNRS Photothèque/F. Rey, J. Cohen, B. V. V. Prasad, UMR 2472 - Virologie moléculaire et structurale

LA MODÉLISATION INFORMATIQUE. La rosace de quelque cathédrale moderne ? Non... Réalisée en 2004 à partir de données cristallographiques et d'observations en microscopie électronique, cette structure modélise le rotavirus responsable des gastro-entérites infantiles. Depuis 30 ans, la modélisation informatique, qui simule des phénomènes décrits par des théories, connaît un grand essor pour deux raisons : d'une part, l'augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs et de leur capacité de stockage et, d'autre part, l'accroissement des données lié aux progrès techniques.

De plus en plus précises, les méthodes de résolution numérique des équations aux dérivées partielles, qui régissent notamment la mécanique des fluides, éclairent des champs aussi variés que la physique des plasmas, l'étude du climat ou celle du comportement des colonies bactériennes. En astrophysique, grâce aux données collectées par les radiotélescopes et les sondes, on commence

à produire des simulations plausibles de l'apparition et de l'évolution des galaxies. En climatologie, la puissance des calculateurs permet d'améliorer l'échantillonnage de la surface terrestre et, par conséquent, la fiabilité des prévisions.

En biologie, les données disponibles pour la modélisation sont impressionnantes. Les techniques de séquençage sont un million de fois plus performantes qu'il y a 20 ans : aujourd'hui, on séquence le génome de cellules saines et cancéreuses chez un même patient, ou de bactéries de diverses provenances. Avec ces millions de données et des modèles appropriés, on espère prévoir l'évolution d'un cancer ou mieux comprendre le fonctionnement d'une bactérie.

La transcriptomique et la protéomique, qui étudient l'expression des gènes en recensant leurs ARN messagers et leurs produits, fournissent aussi quantité de données moléculaires que l'on peut intégrer dans des modèles ; grâce à la puissance actuelle des calculateurs, on simule par exemple

l'évolution de réseaux d'interactions moléculaires comportant jusqu'à 20 ou 30 composants.

Toutefois, les concepts progressent moins vite que la technologie. Accumuler d'innombrables données ne servira à rien si l'on ne conduit pas une réflexion approfondie sur la façon de les exploiter. Un modèle ne reproduit pas exactement la réalité : on fait des hypothèses, des choix pour la simplifier. Dans la montagne de données amassées, quels choix seront pertinents pour aborder tel problème ? Par exemple, d'ici trois ou quatre ans, on sera sans doute en mesure de donner la carte d'identité des tumeurs de centaines d'individus et d'y repérer les mutations par rapport aux cellules saines. Mais parmi elles, quelles mutations conserver dans un modèle destiné à prévoir l'évolution d'un cancer ou à élaborer des tests de prédisposition ? Un modèle n'est pas une fin en soi. Il répond à une question, et tout l'enjeu des prochaines années sera de formuler les bonnes questions. 