

## Le temps plus longtemps

À partir du mois de mai 1998, la Société Météo France publiera des prévisions sept jours à l'avance, au lieu de cinq jusqu'à présent. Dans le futur, des prévisions météorologiques pourraient dépasser dix

jours, voire atteindre 15 jours, mais guère plus : les incertitudes sur l'état de l'atmosphère à un instant donné produisent une erreur

incompressible à cette échéance. En revanche, un nouveau calculateur au centre de prévision de Toulouse permettra, dès juillet 1998, des prévisions mieux localisées, par la prise en compte du relief avec des détails de sept kilomètres, au lieu de dix aujourd'hui.

## Big brother

Un éditeur de logiciels pourra savoir si vous êtes en possession d'un logiciel licite. Comment ? En «écoutant» votre écran d'ordinateur : un écran émet des signaux électromagnétiques que l'on peut analyser pour reproduire ce qui s'y trouve. C'est d'ailleurs une pratique d'espionnage. Des informaticiens britanniques ont mis au point un système qui incorpore un message clandestin à l'écran de votre ordinateur. Si ce message est constitué de quelques pixels répartis sur l'écran, vous ne le verrez pas. En revanche, un récepteur adapté, branché sur un téléviseur, capte les émissions électromagnétiques de votre écran et peut retrouver le message.

## Premiers marins

Les ancêtres de l'homme étaient-ils capables de construire des bateaux et de naviguer il y a 900 000 ans ? Si l'on en croit les âges déterminés pour les sédiments de deux sites où l'on a retrouvé des outils primitifs, ils seraient en tous cas arrivés, dès cette époque, sur l'île indonésienne de Flores, alors qu'elle a toujours été séparée des autres terres par un profond bras de mer. Hélas, on ne connaît aucun reste humain aussi ancien sur l'île.

## La masse du photon

Si le photon avait une masse, les équations de Maxwell qui régissent les variations spatiales du champ électromagnétique seraient altérées. Avec une balance sensible qui mesure les interactions magnétiques, des physiciens de l'Université du Wisconsin ont déterminé que la masse du photon était inférieure à  $2 \times 10^{-54}$  kilogramme.

Suite page 24

# Impact

## Sur le danger des impacts de météorites

*Une énorme masse embrasée, comme une montagne, fut projetée du ciel dans la mer, et le tiers de la mer devint du sang ; il périt un tiers des créatures vivant dans la mer.*

Apocalypse

Ce texte du Nouveau Testament décrit ce qui aurait pu se passer le 26 octobre 2028 si l'orbite de l'astéroïde 1997 XF-11 avait croisé celle de la Terre. Le 11 mars 1998, Brian Marsden, un astronome renommé du Centre pour l'astrophysique d'Harvard, annonçait qu'à cette date, un objet de 1,5 kilomètre de large frôlerait la Terre à moins de 50 000 kilomètres. En fait, les incertitudes étaient telles qu'il n'était alors pas certain que l'astéroïde manquerait notre planète.

Le lendemain, des astronomes utilisèrent des photographies de l'objet prises en 1990 et recalculèrent l'orbite de l'astéroïde ; leur calculs aboutirent à un passage à plus d'un million de kilomètres de notre planète, près de trois fois la distance de la Terre à la Lune. L'apocalypse est donc repoussée, mais le traitement par les médias de telles informations pourrait avoir l'effet inverse de celui escompté : à force de crier au loup, le public pourrait négliger, voire ignorer, une véritable alerte.

Un film américain relatant l'histoire d'une comète qui doit s'abattre sur la Terre sortira dans quelques mois. Cette sortie pourrait nous éclairer sur l'attitude du public

envers cette menace extraterrestre. Dans ce film, intitulé *Impact*, des astronomes repèrent une comète dont la trajectoire croiserait celle de la Terre un an plus tard. Pour éviter aux hommes de subir le même sort que les dinosaures, les dirigeants du monde doivent s'entendre sur un moyen de détourner la comète.

Dans un louable souci de rigueur scientifique, les producteurs et les scénaristes de cette superproduction hollywoodienne ont étudié de nombreuses revues de vulgarisation. Mieux encore, ils s'étaient entourés d'une dizaine de conseillers scientifiques, dont Carolyn et Eugene Shoemaker (les codécouvreurs de la comète Shoemaker-Levy).

Certaines scènes nécessitent pourtant de sacrifier à la rigueur scientifique : la représentation de la poussière cométaire, plus noire que le charbon, aboutirait à filmer de la neige noire sur une surface noire, dans le noir de l'espace... Pour éviter ce manque de contraste, la poussière cométaire du film est blanche. En revanche, les scénaristes ont modifié certains faits pour tenir compte de la réalité scientifique. Ainsi, le noyau cométaire était initialement décrit comme une boule de densité supérieure à celle de l'uranium, alors qu'il s'agit d'une boule de neige sale, de densité proche de celle de l'eau.

Du point de vue du réalisme scientifique, l'épisode le plus difficile à reproduire fut l'atterrissage des astronautes sur la comète pour y poser des explosifs. Une comète n'est pas assez massive pour créer une gravité notable. De surcroît, un rendez-vous spatial avec une comète est un exercice délicat : un tel objet se déplace à plusieurs dizaines de kilomètres par seconde et tourne parfois sur son axe. Pour dévier la comète de sa course initiale, il serait vraisemblablement plus aisé



Contrairement au scénario du film *Impact*, la meilleure méthode pour détourner une comète de sa course n'est sans doute pas d'y placer des explosifs.

de déclencher une explosion au-dessus de la surface de la comète, ou encore de heurter la comète avec un projectile lourd.

De surcroît, en se fondant sur les techniques actuelles, un an de préparation est insuffisant : entre 50 et 100 ans sont nécessaires pour la mise au point d'une telle mission. Pour les astéroïdes, cette alerte à moyen terme est envisageable, car leur vitesse est rarement supérieure à 20 kilomètres par seconde et ils suivent des orbites calculables. En revanche, les comètes se déplacent plus vite et perdent des gaz à l'approche du Soleil, ce qui modifie leur trajectoire et complique

leur suivi. Plusieurs organismes surveillent ces objets nommés croiseurs de la Terre. Pour l'instant, ils ont décelé 108 objets potentiellement dangereux, soit dix pour cent des croiseurs de la Terre connus. Aucun effort concerté n'existe pour mettre au point des techniques de déflexion, sans doute parce que, utilisant des bombes nucléaires, ces études constitueraient un argument pour le reprise de la course aux armements. Cependant, ces considérations politiques pourraient changer : en juillet 1999, l'Organisation des Nations unies coordonne une conférence dont l'ordre du

jour comprend la menace des croiseurs de la Terre.

Quelle est la probabilité que la Terre reçoive l'un de ces objets ? Les objets de moins de 100 mètres de diamètre, mais suffisamment rapides pour raser une ville, frappent la Terre une fois par siècle (un de ces objets a explosé en entrant dans l'atmosphère au-dessus de la vallée du Tunguska, en Sibérie, en 1908). Une centaine de cratères de diamètres supérieurs au kilomètre, la taille de l'astéroïde 1997 XF-11 dont l'impact aurait déclenché un hiver nucléaire de plusieurs années, ont été recensés.

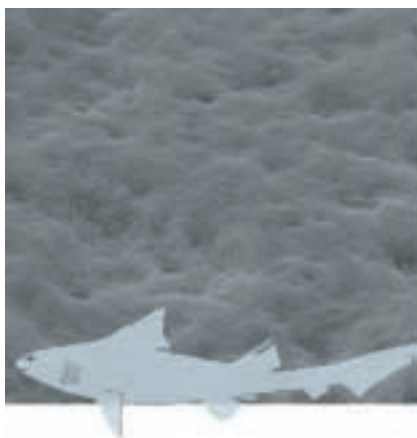
## Un email particulier

*L'évolution des requins revue grâce à l'email de leurs dents.*

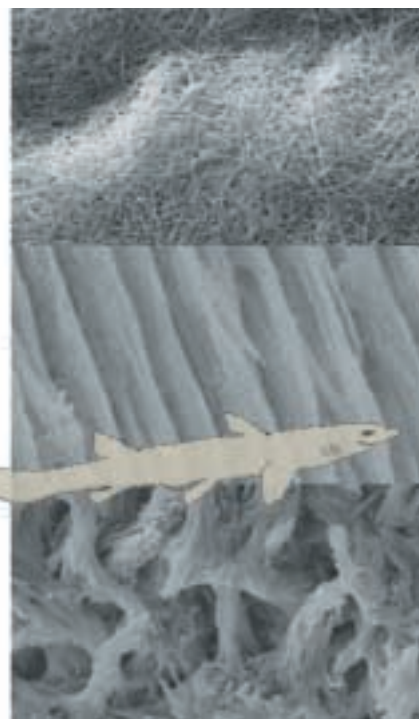
**E**n paléontologie, comme au cinéma, les requins s'effacent derrière leurs mâchoires : leur squelette cartilagineux se fossilise rarement, mais leurs dents, qui se renouvellent plusieurs fois par an au moins, sont présentes en grandes quantités dans les sédiments marins. L'examen de l'email de ces dents avec une nouvelle méthode bouleverse le scénario évolutif de ces animaux : le groupe des requins actuels, les néosélaciens, s'est diversifié 20 millions d'années plus tôt qu'on ne le pensait.

L'histoire des requins, peut être séparée en trois étapes. Il y a 430 à 245 millions d'années, une dizaine d'ordres, qui n'ont que peu de traits communs avec les requins actuels, apparaissent, se diversifient, puis disparaissent pour la plupart sans laisser de descendance. Entre 245 et 205 millions d'années, au Trias, un nouveau groupe domine : les hybodontes. Ils sont ensuite progressivement remplacés par un autre groupe, les néosélaciens, qui disparaissent complètement à la même époque que les dinosaures, il y a 65 millions d'années.

En règle générale, les dents des hybodontes diffèrent de celles des néosélaciens par une ornementation plus prononcée de la couronne et par l'absence de canaux vasculaires spécialisés à la base de la dent. De plus, les dents des néosélaciens possèdent un email composé de trois couches : une couche externe de fins cristaux d'apatite, orientés au hasard (l'apatite est le principal constituant minéral de l'os), une couche intermédiaire de faisceaux de fibres d'apatite parallèles à l'axe de la dent et une couche interne de faisceaux de fibres enchevêtrés. L'email des dents d'hybodontes, plus fin que celui des néosélaciens, est au contraire



**L'email des dents des requins hybodontes (à gauche), aujourd'hui disparus, est composé d'une seule couche minérale, tandis que celui des dents des néosélaciens (à droite) en contient trois (l'email est montré ici avec un grossissement de 1 000 en microscopie électronique). Cette caractéristique a permis d'identifier trois nouveaux genres de requins néosélaciens de 230 à 205 millions d'années.**



Gilles Cuny

formé d'une seule couche, dont la structure ressemble à celle de la couche externe de l'email des néosélaciens.

Plutôt que d'examiner des coupes des dents, comme le font habituellement les paléontologues, nous avons étudié l'email en le détruisant niveau par niveau et en relevant complètement la structure de la surface dentaire à chaque étape : les variations apparaissent beaucoup plus clairement. Cette nouvelle méthode a révélé que des dents du Trias supérieur (il y a 230 à 205 millions d'années), autrefois attribuées à des hybodontes, possèdent un email à trois couches, caractéristique des néosélaciens : ceux-ci ont produit près de la moitié des dents de requins du Trias supérieur trouvées en Europe. Avec sept genres, dont trois ont été reconnus grâce à nos travaux, les néosélaciens étaient donc bien représentés dès cette période.

Les dents des «néosélaciens hybodontoides» sont légèrement différentes de celles de leurs successeurs actuels : dans des rides qui ornent leur surface comme celle des dents des hybodontes, la couche intermédiaire de l'email est formée de faisceaux de fibres perpendiculaires, et non parallèles, à l'axe de la dent. Ces structures, qui renforcent les dents, sont-elles utiles à cause d'un remplacement dentaire plus lent qu'aujourd'hui ou ne sont-elles qu'une adaptation aux rides qui ornent les dents, vestiges des hybodontes ?

Enfin, certaines dents du Trias supérieur ont une morphologie proche de celles des néosélaciens, mais leur email est monocouche. Une troisième lignée, plus rare, accompagnait donc probablement les néosélaciens et les hybodontes.

Gilles CUNY, Université de Bristol