

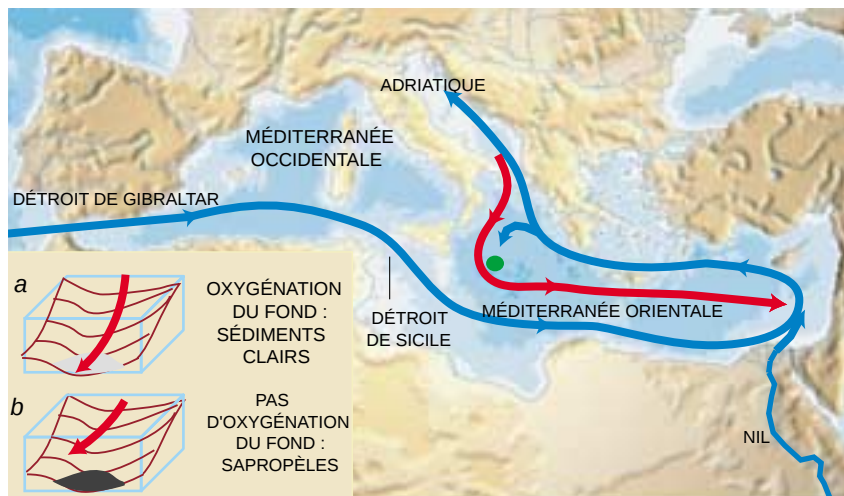
Dans ce bassin oriental de la Méditerranée, l'eau de surface vient de l'océan Atlantique. En revanche, la circulation d'eau profonde est bloquée par les détroits, et l'eau de fond résulte de l'enfoncement, en hiver, de l'eau dense (froide et salée) de la surface de l'Adriatique. Cette eau alimente le fond du bassin en oxygène et assure la survie des bactéries aérobies. Ces bactéries oxydent la quasi-totalité des déchets organiques, de sorte que les sédiments au fond de la mer sont de couleur claire.

Sur le Nord de l'Éthiopie, les pluies de la mousson d'Afrique de l'Ouest alimentent la crue du Nil, qui se déverse au Sud-Est de la Méditerranée. Quand la mousson est particulièrement forte, l'eau de ces crues, mélangée à l'eau de mer, est entraînée jusqu'à l'Adriatique. L'apport d'eau douce est alors tel que l'eau de surface n'est plus assez dense pour s'enfoncer beaucoup : le fond de la mer n'est pas assez oxygéné pour que les bactéries aérobies survivent. Les bactéries anaérobies, qui les remplacent, ne dégradent pas les débris organiques les plus résistants, qui s'accumulent et colorent en noir le sédiment, nommé alors sapropèle.

Afin de dater ces sédiments, on relie l'alternance des sédiments clairs et noirs à celle des périodes glaciaires et interglaciaires dont on connaît les dates. Pour cela, on prélève les coquilles de certains micro-organismes marins dans les carottes sédimentaires. Leur analyse renseigne sur la proportion d'oxygène lourd par rapport à l'oxygène normal, dans l'eau des océans, proportion qui dépend du volume total des glaces.

Ainsi, on a trouvé que le dépôt d'une des couches de sédiments noirs de Méditerranée a commencé il y a 528 000 ans, et s'est terminé il y a 525 000 ans. Pourtant, à cette époque, l'insolation d'été était relativement faible dans l'hémisphère Nord, et les pluies de mousson n'auraient pas dû être si abondantes sur l'Afrique de l'Ouest : habituellement, seule une forte insolation d'été dans l'hémisphère Nord, en accentuant les différences de pression entre l'hémisphère Sud froid et des zones très chaudes de l'hémisphère Nord, renforce les vents de mousson responsables des pluies.

En outre, l'étude de sédiments prélevés dans l'océan Indien a révélé de fortes moussons indiennes, exactement à la même période. Il reste aux paléoclimatologues à trouver le phénomène climatique responsable de ces énormes moussons africaines et indiennes, que n'explique pas l'intensité de l'insolation terrestre.



Circulations des eaux méditerranéennes : les flèches bleues représentent la circulation des eaux de surface, et les flèches rouges les eaux profondes. En hiver, les eaux froides et salées de l'Adriatique s'enfoncent : la matière organique est oxydée (a). En cas de moussons d'Afrique exceptionnellement fortes, les abondantes eaux de pluies diminuent la densité des eaux de surface : les eaux de l'Adriatique s'enfoncent moins, et n'apportent plus l'oxygène aux matières organiques qui ne sont plus complètement oxydées. La fraction non oxydée s'accumule dans les sédiments comme ceux découverts à l'Est du détroit de Sicile (point vert).

Exploration virtuelle du côlon

Une méthode non invasive dépiste les polypes, sources potentielles de cancer du côlon.

Le dépistage précoce est l'une des conditions d'un traitement efficace des cancers. Dès lors, comment détecter les signes avant-coureurs de la maladie ? Une nouvelle méthode permet une exploration virtuelle du côlon, reconstitué à partir d'images prises au scanner.

Le cancer du côlon est la deuxième cause de mortalité par cancer en France, et les polypes en sont un indice précurseur. Ces petites tumeurs, de quelques millimètres de diamètre, bénignes au début, dégénèrent souvent en cancer. Pour les dépister, on recherche du sang dans les selles, mais le test (*Hémocult*) est peu sensible et peu fiable.

Les gastro-entérologues espèrent disposer bientôt de la coloscopie virtuelle, née de l'association du scanner à rayons X et de logiciels informatiques performants. L'endoscopie est une méthode fiable, mais qui présente quelques inconvénients : on introduit dans le côlon, par l'anus, un endoscope, une sorte de caméra miniaturisée équipée d'un minuscule scalpel qui sert à l'ablation des polypes visualisés grâce à la caméra.

Cette méthode n'est pas envisageable pour un dépistage de masse, car elle nécessite une anesthésie, qui augmente le coût de l'opération et n'est pas dénuée de risques. De surcroît, exceptionnellement, l'endoscope risque de perforer la paroi colique.

Au contraire, un examen par endoscopie virtuelle se déroule comme un scanner abdominal classique, sans injection d'un produit améliorant les contrastes. Comme lors d'une endoscopie, la personne subit une préparation pour nettoyer le côlon des selles ; au début de l'examen, le côlon est distendu par de l'air à l'aide d'une sonde introduite par l'anus, et le médecin administre un médicament qui relaxe les muscles du côlon. L'abdomen est ensuite exploré par scanner X : la table où est placé le patient avance lentement, pendant que le tube à rayons X tourne autour. Des détecteurs enregistrent les rayons X qui traversent l'organisme et fournissent les données nécessaires à la reconstruction des images des « coupes » de l'intestin. L'examen dure une vingtaine de minutes. Ensuite, la coloscopie virtuelle est réalisée sur les données stockées par l'ordinateur, tandis que la personne examinée est déjà repartie. Les programmes informatiques reconstituent l'abdomen et, notamment le côlon, en trois dimensions. Le médecin étudie à l'aide d'un logiciel adapté cet abdomen selon toutes les incidences que l'intéressé. Il peut même observer l'inté-

rieur du côlon, grâce à une lumière virtuelle qu'il y déplace. Les images brutes sont en noir et blanc, comme des radiographies, mais le système les colore artificiellement.

Dans ces conditions, les polypes apparaissent comme des excroissances dans le côlon. On détecte aisément les polypes de plus de 10 millimètres de diamètre, mais la sensibilité est médiocre pour les polypes de moins de cinq millimètres (on n'en détecte qu'un sur trois environ). Une des principales difficultés tient aux risques de confusion entre un polype et un résidu fécal. Selon Gérard Schmutz, du Service de radiologie du Centre hospitalo-universitaire de Caen, qui évalue cette nouvelle méthode, la coloscopie virtuelle devrait être utilisée lors des premières explorations des malades à risques. En cas de doute, si l'on détecte un polype à l'endoscopie virtuelle, on doit pratiquer une endo-



Grâce à la coloscopie virtuelle, on observe l'intérieur du côlon sans y faire pénétrer aucun endoscope.

scopie classique, plus sensible, et qui, seule, permet l'ablation des polypes.

Simultanément, poursuivant leur quête de méthodes d'exploration ou de traitement peu invasives, les méde-

cins cherchent comment détruire les polypes par voie externe. Ils étudient, par exemple, des substances qui se fixeraient spécifiquement sur les polypes et qui, quand on les activerait par un faisceau laser, libéreraient un facteur nécrosant le polype sur lequel ils se sont fixés. D'autres études visent à étendre le domaine d'application de l'endoscopie virtuelle du côlon à toute structure tubulaire, par exemple la trachée, l'œsophage ou encore les vaisseaux sanguins.

Un examen par coloscopie virtuelle coûte environ trois fois moins cher qu'une coloscopie classique. Il est dénué de risques, mais l'irradiation

par les rayons X équivaut à neuf radiographies pulmonaires. Malgré cet inconvénient, la coloscopie virtuelle devrait devenir une méthode de prévention du cancer du côlon.

Séisme en Afghanistan

Aura-t-il un successeur?

Il y a deux mois, un séisme de magnitude 6 avait ébranlé les montagnes de l'Hindu Kush, en Afghanistan. Le 30 mai 1998, un nouveau séisme de même intensité a frappé à nouveau, durant la nuit : 4 000 personnes ont péri, ensevelies dans leurs habitations qui avaient été sans doute fragilisées par le premier séisme.

Pourquoi cette répétition? Pendant une semaine, les seules informations dont ont disposé les géologues ont été les enregistrements sismologiques du réseau mondial, et les relevés tectoniques effectués lors de précédentes missions. La géologie de la région est déterminée par le mouvement de deux plaques tectoniques : l'Inde, qui comprime l'Asie à la vitesse de quatre à cinq centimètres par an depuis 40 millions d'années, s'enfonçant en partie sous elle, provoque la surrection de l'Himalaya et du Tibet ; la collision des deux plaques découpe dans l'Asie de gros blocs, limités par des failles. On avait étudié certains de

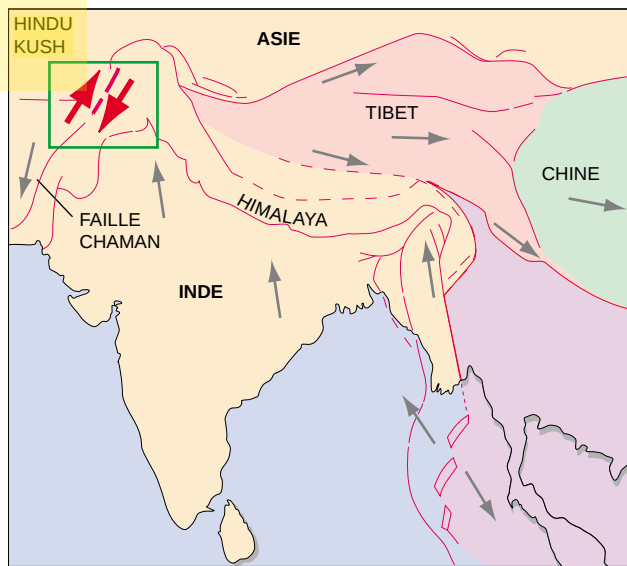
ces blocs qui se déplacent vers l'Est (tel le Tibet) ; le séisme du 30 mai 1998 concerne un bloc à l'Ouest de l'encoche produite par l'enfoncement de l'Inde dans le continent asiatique.

Comment ce séisme est-il né? Le réseau mondial de sismomètres, dont fait partie le réseau français Géoscope, a pu identifier la position et la profondeur du séisme, superficiel. En déterminant le sens des premiers mouvements du

sol et en mesurant l'amplitude des ondes sismiques guidées par la surface du Globe, on a déterminé l'orientation de la faille qui a coulissé : le plan de décrochement orienté Nord-Nord Est/Sud-Sud Ouest s'étend sur une vingtaine de kilomètres de longueur, sur dix kilomètres de profondeur, et la rupture de ce plan s'est répercutée en surface. Le décrochement a atteint environ un mètre, le long d'une cassure irrégulière.

À quoi servent de telles informations? Tout d'abord, les tectoniciciens ont été intéressés d'observer que la faille qui a coulissé est dans le prolongement d'un système de failles déjà connu, plus au Sud (faille de Hodarab), ainsi que dans le prolongement direct d'une très grande faille qui, encore plus au Sud (la faille de Chaman), forme la limite occidentale des plaques indienne et asiatique. D'autre part, comme la faille fautive n'est pas exactement au même endroit que celle qui a rompu il y a deux mois (80 kilomètres plus au Nord) et que son mécanisme est identique, on peut imaginer qu'une zone encore sous contrainte, entre les deux, risque de lâcher bientôt.

R. ARMIJO et P. BERNARD, Institut de physique du Globe



L'Inde, qui heurte l'Asie, crée des chaînes de montagnes et repousse de gros blocs (en couleurs) limités par des failles (en rouge). Le séisme du 30 mai a eu lieu à l'endroit encadré en vert ; les flèches rouges indiquent le décrochement détecté par les sismomètres.