

Paléontologie

Chaîne alimentaire fossile

Il y a 48 millions d'années, un serpent venait d'ingérer un iguane, qui venait d'avaler un insecte, quand il dut fuir et mourir dans le lac de Messel. Ce paléolac volcanique devait être dangereux, car il constitue l'un des plus extraordinaires pièges à fossiles connus. De très nombreux animaux s'y sont noyés avant de chuter sur le fond anoxique du lac, où ils ont été étonnamment bien conservés, souvent avec des chairs et le contenu de leur estomac. C'est ainsi qu'au sein du fossile d'un boa de un mètre de long, des chercheurs de l'institut Senckenberg, à Francfort-sur-le-Main, ont découvert un petit iguane allongé; et à l'intérieur de l'estomac de l'iguane, des fragments brillants de la cuticule d'un coléoptère. Trois niveaux de la chaîne alimentaire ont été fossilisés en même temps!

F. S.

K. T. Smith et A. Scanferla, *Palaeobio Palaeoenv.*, vol. 96, pp. 589-599, 2016

Génétique

Qui sent l'asperge ?

Lors de la digestion des asperges, l'organisme produit des métabolites, méthanthiol et S-méthyl thioesters, qui se retrouvent dans les urines et sont à l'origine d'une odeur caractéristique désagréable. Mais tout le monde ne perçoit pas ce «parfum». Lorelei Mucci, de la faculté de santé publique Harvard TH Chan, à Boston aux États-Unis, et ses collègues ont étudié l'origine de cette anosmie, l'incapacité à sentir cette odeur particulière.

Les chercheurs ont interrogé 6 909 personnes et les résultats montrent que 58 % des hommes et 61,5 % des femmes sont incapables de détecter l'odeur des asperges dans les urines. L'analyse du génome des participants a permis d'identifier 871 mutations de type polymorphisme d'un seul nucléotide sur le chromosome 1 et portant sur plusieurs gènes liés aux récepteurs olfactifs OR2.

L'odorat est un des sens les plus mal compris. L'étude d'anomalies, d'hyperosmies ou d'anosmies, comme celle de l'odeur de l'asperge, permettra peut-être de mieux élucider les mécanismes de la perception des odeurs.

Marion Surinon et Ferdinand De Naurois

S. C. Markt et al., *BMJ*, en ligne le 13 décembre 2016

Physique

Les sauts du proton dans l'eau

Les transferts de protons et d'électrons entre molécules jouent un rôle central dans le transport de charges en milieu aqueux. Si le transfert d'électrons est très bien vu par l'expérience, celui des protons – le mécanisme de Grotthuss – ne l'avait jamais été. En collaboration avec des collègues américains, Matias Fagiani, Harald Knorke et Knut Asmis, de l'institut Wilhelm-Ostwald pour la chimie physique et théorique de l'université de Leipzig, viennent d'isoler l'empreinte spectroscopique du transfert d'un proton entre un ion hydronium – H_3O^+ – et une molécule d'eau.

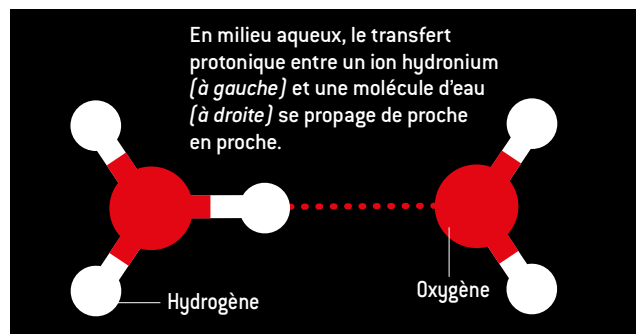
Comment ont-ils fait? Outre le transfert de protons entre ions hydronium et molécules d'eau, l'agitation thermique induit de très nombreuses déformations et vibrations moléculaires. Pour saisir, parmi tous ces mouvements, le saut du proton, c'est-à-dire sa bascule d'un ion hydronium vers une molécule d'eau, les chercheurs ont travaillé à réduire l'agitation. Ils ont préparé de

nombreux agrégats de molécules d'eau dans un piège à ions à très basse température; ils ont aussi mené l'expérience dans l'eau lourde D_2O , ce qui remplace tous les atomes d'hydrogène par du deutérium D; finalement, ils ont introduit dans le piège des espèces (D_2 , N_2 , CO , D_2O) avides de se combiner avec un proton, et donc aussi avec un deuteron D^+ , son équivalent dans l'expérience.

L'«aspiration» par ces espèces d'un deuteron appartenant à un ion D_3O^+ a provoqué dans le piège de multiples transferts d'un deuteron vers une molécule D_2O voisine et par là renforcé le signal spectroscopique. La mise en œuvre de tous ces choix dans un appareil combinant la spectrométrie infrarouge et la spectroscopie de masse a livré des spectrogrammes sur lesquels les effets du transfert protonique sur toutes les molécules à proximité sont identifiés ainsi que le saut du proton lui-même.

F. S.

Science, vol. 354, pp. 1131-1135, 2016



Cheval celtique à deux têtes

Dans le Baden-Württemberg, des fouilles viennent de livrer trois tumulus celtes du Hallstatt (VIII^e au V^e siècle avant notre ère). Bien conservées, ces tombes se trouvent à proximité de la Heuneburg, ancienne grande ville fortifiée celtique en Europe centrale. L'une d'elles contenait les restes d'un char. Une autre, une curieuse figurine de cavalier assis sur ce qui semble être un cheval à deux têtes opposées. Son style le date du VII^e ou VIII^e siècle. Il s'agirait de la poignée d'un vase ou d'un cou-vercle, brisée au cours d'un pillage.

Jet-stream de fer dans le noyau terrestre

Le champ magnétique terrestre – généré par les mouvements du noyau liquide de la planète – dérive globalement vers l'ouest. Mais deux zones où l'intensité du champ est plus intense, situées l'une sur la Russie, l'autre sur le Canada, se déplacent plus vite que l'ensemble du champ

magnétique. Grâce aux mesures plus précises des satellites *Swarm*, Philip Livermore et ses collègues confirment les résultats de précédentes études. La cause de ces observations: un courant de fer liquide large de 420 kilomètres localisé dans le noyau liquide et s'y déplaçant assez vite, à environ 40 kilomètres par an, d'est en ouest.

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr

ENTRETIEN

« Si l'on ne réduit pas la pauvreté, il n'y aura pas d'avenir pour la vie sauvage »

Le paléoanthropologue kényan Richard Leakey explique son combat pour arrêter le braconnage des animaux sauvages, à commencer par les éléphants et les rhinocéros. Son principal ennemi ? La corruption.



Richard LEAKEY est professeur d'anthropologie à l'université Stony Brook, à New York.

Le 30 avril 2016, le président kényan Uhuru Kenyatta mettait le feu à tout l'ivoire confisqué par son pays aux braconniers. Un brasier impressionnant : 105 tonnes d'ivoire issues du massacre de plus de 6 000 éléphants et 1,3 tonne de cornes provenant de celui de plus de 300 rhinocéros. Et un acte symbolique fort pour dénoncer un scandale majeur : inexorablement l'Afrique perd ses éléphants, rhinocéros et autres animaux emblématiques. Pas moins de 62 % des éléphants ont disparu en dix ans, les lions ont perdu 43 % de leurs effectifs en vingt ans, on ne compte plus, aujourd'hui, que 29 000 rhinocéros, alors qu'ils étaient 70 000 dans les années 1970, et 80 000 girafes, contre 140 000 à la même époque... Pour arrêter cette hécatombe, le président Kenyatta a, en avril 2015, remis Richard Leakey à la tête de l'Autorité kényane pour la faune sauvage (le *Kenya Wildlife Service*, ou KWS), dont le paléoanthropologue avait démissionné en 1994, après cinq années en poste, en invoquant la corruption qui sévissait parmi les fonctionnaires du gouvernement d'alors. Richard Leakey, âgé aujourd'hui de 72 ans, nous fait part de ses préoccupations et des efforts du Kenya pour la protection de son patrimoine naturel.

POUR LA SCIENCE

La famille Leakey compte des paléontologues célèbres. Comment cet héritage vous a-t-il mené à la protection des animaux ?

RICHARD LEAKEY : J'ai étudié nombre d'espèces fossiles disparues à cause d'un changement du climat ou de l'action de l'homme. Aujourd'hui, quand, dans la magnifique savane kényane, je contemple les espèces survivantes – différentes de celles du passé –, je me sens chez moi et je comprends mieux quelle est ma place dans le grand continuum de la vie. La paléontologie, c'est-à-dire l'étude de la vie sauvage passée, n'est pas déconnectée des soucis que je me fais pour la vie sauvage d'aujourd'hui : elle y contribue.

PLS

Placé à la tête du KWS en 1989, vous avez sévi contre la corruption et armés vos gardes pour combattre les chasseurs d'ivoire qui braconnaient au Kenya.

R. L. : Il nous a fallu aussi influencer le marché. J'ai pensé que ce serait une bonne idée de détruire de grandes quantités d'ivoire par de grands « feux de joie » afin de bien faire comprendre au monde que l'on tue les éléphants pour leurs défenses. Cela nous a conduits à la CITES (Convention sur

le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction), qui interdit enfin le commerce de l'ivoire. Avec un grand impact : le nombre d'éléphants tués au Kenya est passé de plusieurs milliers par an à une centaine à la fin de 1990, un niveau maintenu pendant dix ans.

PLS

Qu'est-ce qui a relancé le braconnage ?

R. L. : Le braconnage reculait, mais d'énormes quantités d'ivoire entreposé demeuraient çà et là, et certains pays, comme l'Afrique du Sud, le Botswana et la Namibie ont voulu en tirer de l'argent. Ils ont convaincu l'organisation CITES de permettre sa commercialisation. Au Kenya, nous pensions que l'existence même d'un marché de l'ivoire ne pourrait que relancer le braconnage. C'est bien ce qui s'est passé. Très vite, de l'ivoire a été vendu dans des conditions douteuses ; les prix ont monté et les grandes mafias ont recommencé à s'intéresser à son trafic.

PLS

Cette crise vous vaut un rappel à la tête du KWS. Pourquoi avez-vous accepté ?

R. L. : Le président a promis une liberté de décision, au comité de direction et à moi-même, hors

d'atteinte des interférences politiques liées à la corruption. Quand j'ai repris l'agence, le manque de moralité y était abyssal. Nous commençons seulement à voir les bonnes personnes aux bons postes chargées d'accomplir les bonnes actions sans risquer d'être mises sous pression. Au cours des onze derniers mois, le Kenya a perdu 94 éléphants : bien moins que les centaines tués l'année précédente. Nous avons renforcé la loi kényane de protection des animaux afin de rationaliser la gestion du KWS, embauché 1 000 gardes de plus, augmenté les peines pour braconnage et nous sommes en train de recruter et d'entraîner un corps de procureurs spécialisés dans la protection de la vie sauvage. Nous logeons bien nos employés en brousse, leur assurons une protection sociale, améliorons les routes, et nous acquérons de nouveaux véhicules et équipements afin de lutter contre le braconnage.

PLS

Pour protéger la vie sauvage, il vous faut aussi l'adhésion des communautés locales. Comment vous y prenez-vous ?

R. L. : Au fil des années, *National Geographic*, la BBC et d'autres grands médias ont réalisé des documentaires sur la vie sauvage africaine destinés aux publics non africains. Aucun de ces films n'avait été projeté au Kenya. Jamais. WildlifeDirect, une ONG que j'ai fondée, a persuadé certains de ces médias de nous prêter leurs documentaires. Nous les diffusons chaque samedi à 20 heures depuis janvier 2016 et ils deviennent aussitôt les sujets les plus commentés au sein des réseaux sociaux. WildlifeDirect produit aussi pour la chaîne kényane NTV l'émission *Wild Talk*, diffusée chaque mardi soir. Il s'agit des premiers films réalisés par des Africains sur leur faune naturelle. Bientôt, la population kényane aimera autant les grands animaux sauvages que celles de Londres, de Paris ou de New York.

PLS

Les parcs nationaux africains sont censés attirer l'argent du tourisme. Est-ce aussi la logique du KWS ?

R. L. : Les Kényans sont en train de prendre conscience que la doctrine dirigeant la protection de la vie sauvage doit évoluer. Le tourisme est une composante majeure de notre futur économique,

mais c'est une ressource instable et, au mieux, de moyen terme, car l'industrie va prendre le relais à mesure que le pays se développera. Par ailleurs, beaucoup de gens comprennent que le fait d'avoir des espaces sauvages, où l'on peut venir respirer librement en jouissant de la beauté environnante, est important pour chaque pays. Et les Kényans considèrent leurs espaces naturels comme un héritage inestimable. Voilà qui est de loin bien plus important à long terme que le tourisme !

PLS

Et qu'en est-il des villages dangereusement proches des animaux sauvages ?

R. L. : La population kényane a triplé. Progressivement, les gens s'installent en des lieux peuplés d'animaux sauvages. De nombreuses personnes se font tuer par des éléphants, des buffles, des crocodiles, tandis que des récoltes sont détruites par les animaux. Tout cela engendre un certain ressentiment de la population à l'égard des animaux sauvages. C'est pourquoi je suis persuadé que la clôture des parcs nationaux, que nous



UN MILITAIRE KÉNYAN surveille la destruction par le feu de nombreuses tonnes d'ivoire d'éléphant et de rhinocéros.

sommes en train d'engager, est une bonne solution : elle évitera que les animaux n'envahissent les exploitations agricoles et que les bergers ne mènent leur bétail paître dans les parcs.

PLS

Voilà une proposition radicale !

R. L. : Oui, mais ce pourrait bien être la seule solution qui fonctionne. Les techniques de clôture sont très efficaces aujourd'hui, mais chères.

Nous empruntons à faible taux à des institutions comme la Banque mondiale et rembourserons au cours des trente années qui viennent. Ces clôtures faciliteront la lutte contre les braconniers, puisqu'ils se font souvent passer pour des bergers. Cela nous prendra de trois à cinq ans pour les installer, mais les gens, alors, nous féliciteront. Pour le moment, ils nous traitent de fous !

PLS

Au Kenya, les ruraux ne profitent guère du tourisme animalier, alors qu'en Namibie et au Botswana, les parcs gérés par les communautés villageoises bénéficient d'un important soutien local. Ne vous faut-il pas gagner le monsieur Tout le Monde kényan à la cause de la protection de la vie sauvage ?

R. L. : Bien entendu, mais faut-il le faire sur la base de bénéfices pour les locaux qui ne dureront que le temps du tourisme ? À mon avis, l'argent du tourisme doit aller au gouvernement, qui de son côté doit s'occuper de construire de meilleurs hôpitaux, de meilleures routes et une meilleure infrastructure pour la nation dans son ensemble et pas seulement pour les gens vivant autour des parcs.

PLS

Trouvez-vous problématique d'employer des fonds d'État à protéger la vie sauvage, alors que tant de Kényans sont pauvres ?

R. L. : À l'époque où j'étais secrétaire du cabinet au Kenya, tout ce qui avait été budgété par le gouvernement passait par mon bureau. Nombre de mes collègues du secteur de la protection des animaux me demandaient : « Pourrais-tu augmenter un peu notre budget ? Cela nous aiderait tellement. » Et il

me fallait leur répondre : « Moralement, je ne peux pas alors qu'il y a tant de gens dont les enfants ne vont pas à l'école, qui n'ont pas d'eau, ni de maison. Non, je ne peux leur soustraire de l'argent pour le consacrer à la protection des animaux. Deux ans très difficiles à vivre !

PLS

Vous revoilà de l'autre côté de la barrière.

R. L. : Oui, mais je sais bien à quel point il est important d'aider les gens. Si l'on ne réduit pas

la pauvreté, il n'y aura d'avenir ni pour les hommes, ni pour la vie sauvage et pas d'avenir politique et national ! Les parcs nationaux sont là pour le bien de chacun et l'argent qu'ils engendrent doit être employé à éduquer les populations, à

leur donner de meilleures routes, de meilleures infrastructures et à les aider à vivre plus longtemps de meilleures vies.

PLS

Mombasa est sans doute le premier port exportateur d'ivoire illégal vers l'Asie. Que fait le gouvernement kényan ?

R. L. : L'ivoire qui aujourd'hui passe par Mombasa n'est pas kényan, mais tanzanien. Il provient d'Afrique centrale. Arrêter la tuerie des éléphants kényans a été mon premier objectif. Arrêter le trafic d'ivoire dans son ensemble dépasse les attributions du KWS, et beaucoup reste à faire pour cela. Les autorités portuaires de Mombasa viennent d'assainir leur personnel de la base au sommet. Le port dispose aujourd'hui de nouveaux douaniers, de nouveaux équipements d'acheminement des conteneurs, de nouveaux docks. Pour l'instant, les choses vont mieux.

PLS

La Tanzanie veut couper la plaine du Serengeti par une autoroute, qui pourrait interrompre la plus grande migration animale du monde. Vous approuvez ?

R. L. : Le Serengeti est un écosystème formidable, qui doit être préservé à tout prix. Toutefois, il faut être réaliste pour résoudre le problème. Cet espace naturel est aujourd'hui entouré de populations en

pleine expansion. Les villes que desservira l'autoroute projetée vont bientôt devenir des mégapoles de trois millions d'habitants. Dans les dix ans à venir, la Tanzanie qui, comme nous, lorgne le commerce avec l'Afrique centrale, va se construire un deuxième grand port. D'où le besoin de nouvelles routes. Donc, oui, je soutiens l'établissement de ce corridor à travers la plaine du Serengeti, mais à la condition d'élever à 30 mètres au-dessus du sol une portion d'autoroute de 40 kilomètres afin de laisser les animaux aller et venir librement.

PLS

Quelle est aujourd'hui votre plus grande inquiétude ?

R. L. : Le changement climatique. Ses effets sont terrifiants : la croissance de la population associée à un développement anarchique autour des parcs nous a poussés à créer des îlots de vie sauvage. Or si vous examinez le registre fossile, vous vous rendez compte qu'en cas de changement climatique, les espèces insulaires disparaissent bien avant les espèces continentales, parce qu'elles n'ont nulle part où se réfugier. Aujourd'hui, en cas de sécheresse tarissant les marigots du parc, les animaux n'ont aucun endroit où aller s'abreuver. Que ferons-nous quand les pluies tomberont moins et que l'eau manquera ?

PLS

Brad Pitt va interpréter votre personnage dans un film sur votre vie. Comment le ressentez-vous ?

R. L. : J'ai toujours voulu que l'on tourne un film sur la situation critique des éléphants et des rhinocéros. Si des dizaines de millions de gens, en Chine par exemple, voient Brad Pitt lutter pour ces animaux, ils y croiront.

PLS

Et donc Brad Pitt en Richard Leakey aura plus de voix que Richard Leakey lui-même ?

R. L. : Mille fois plus !

Propos recueillis par Richard SCHIFFMAN

NDLR : À l'heure où nous mettons sous presse, la Chine vient d'annoncer son intention d'interdire le commerce de l'ivoire.

En cas de changement climatique, les espèces insulaires disparaissent bien avant les espèces continentales

■ BIBLIOGRAPHIE

S. Weru, *Wildlife protection and trafficking assessment in Kenya: Drivers and trends of transnational wildlife crime in Kenya and its role as a transit point for trafficked species in East Africa*, TRAFFIC Report, mai 2016.

S. Grange, *La remarquable constance des zèbres du Serengeti*, *Pour la Science*, n° 357, 2007.

R. Leakey et V. Morell, *Wildlife Wars: My Fight to Save Africa's Natural Treasures*, Saint Martin's Press, 2001.

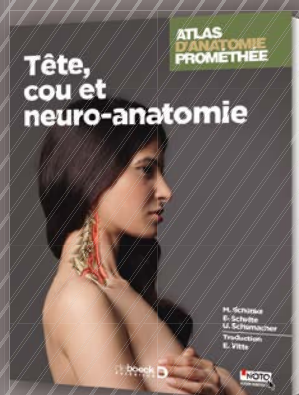
Tout le corps humain en 3 volumes

**ATLAS
D'ANATOMIE
PROMÉTHÉE**

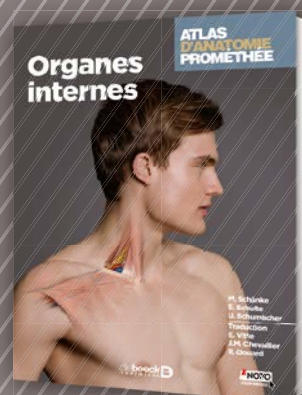
9782804185527 - 640 PAGES - 89 €



DÉCOUVREZ ÉGALEMENT :

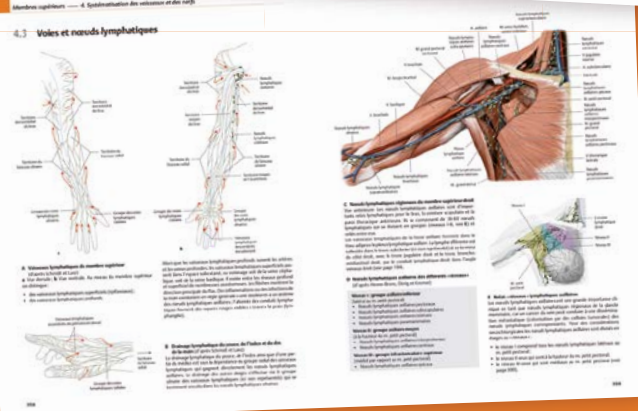
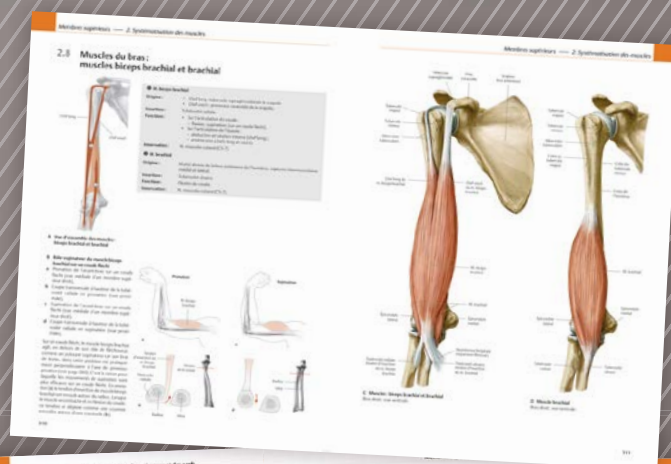


9782804186159 - 560 PAGES - 89 €



9782804182984 - 520 PAGES - 89 €

- Plus de **170 tableaux** par titre
- Près de **1800 illustrations** dans chaque tome
- Des **centaines d'exemples cliniques illustrés**
- Chaque sujet est exposé sur une **double page**, pour une **approche complète et rapide**, en un seul coup d'œil
- Des **images par ordinateur** hautes en couleur, d'une précision exceptionnelle, hyperréalistes



HOMO SAPIENS INFORMATICUS chronique de Gilles Dowek

Jusqu'où ira la révolution « blockchains » ?

Les chaînes de blocs sont un moyen nouveau de conserver de l'information de manière sécurisée. Ce système va probablement changer le monde dans lequel nous vivons...



Quand nous achetons par exemple un appartement, nous souhaitons pouvoir prouver, des années plus tard, que nous en sommes propriétaire, au cas où Dame Belette y porterait frauduleusement ses pénates. Pour ce faire, nous utilisons un procédé qui remonte à la fin du XVII^e siècle : tous les actes de vente et d'achat sont inscrits dans un grand registre, le « fichier immobilier », conservé par un service de l'État, le service de publicité foncière, auquel les notaires communiquent, à chaque signature, les actes à conserver.

Dans ce procédé pour conserver de l'information, un site, le lieu de conservation du registre, joue un rôle particulier. Cette centralisation fragilise l'information, qui pourrait disparaître si un incendie détruisait ce registre, et elle rend difficile le passage à l'échelle : ce procédé ne fonctionnerait peut-être plus si le nombre d'actes de vente et d'achat était soudain multiplié par mille ou par un million. C'est pourquoi *Homo sapiens informaticus* lui en préfère un autre : au lieu de communiquer au service de publicité foncière les actes à conserver, chaque notaire conserve lui-même une copie du fichier immobilier et les notaires s'informent les uns les autres des actes à y inscrire. Ce procédé n'utilise pas de fichier centralisé et l'État n'y joue aucun rôle.

Il se peut cependant qu'un notaire maladroite ou malhonnête ait, dans sa copie du fichier, une information différente de ses collègues. Pour éviter ces erreurs et ces fraudes, l'information détenue par plusieurs notaires prime sur celle détenue par ce seul notaire.

Cette organisation est la base des systèmes informatiques de « chaînes de blocs » (*blockchains* en anglais), où des notaires – des programmes répartis sur de nombreux ordinateurs – tiennent des registres – des bases de données – et les synchronisent en permanence. En cas de désaccord entre deux programmes, l'information majoritaire prime.



LE BITCOIN EST UNE MONNAIE virtuelle fondée sur des registres de type chaînes de blocs.

© Shutterstock.com/valackolphoto

Un tel système est relativement fiable : il faudrait une coalition d'une majorité de notaires pour organiser une fraude. Cependant, comme ces notaires ne sont que des programmes dans les chaînes de blocs, créer un notaire n'est pas difficile et un fraudeur pourrait facilement créer des milliers de notaires, afin de constituer une majorité. Pour parer de telles attaques, les chaînes de blocs font « payer » les notaires, en temps de calcul par exemple. Les notaires doivent ainsi, pour participer à une chaîne, effectuer des calculs inutiles, une activité nommée minage. Ainsi, créer des milliers de notaires

a un coût élevé en puissance de calcul, ce qui décourage les fraudeurs.

La conservation des actes de propriété n'est pas la seule activité qui serait transformée par le développement des chaînes de blocs. En effet, conserver un registre impossible à modifier frauduleusement est aussi la principale activité des bureaux de vote, des banques, des services du cadastre, etc. Bien entendu, si le contenu de certains de ces registres doit être rendu public, celui d'autres, tel le registre qui consigne quel électeur a voté pour quel candidat, doit être tenu secret.

Cet exemple des chaînes de blocs nous montre que les métiers de facteur ou de conducteur de camion ne sont pas les seuls condamnés à décliner, ou à se transformer radicalement, du fait du développement de l'informatique : les métiers de notaire et de banquier sont tout autant concernés.

Cependant cette transformation n'est peut-être pas l'effet le plus important du développement des chaînes de blocs : comme la conservation du fichier immobilier, la création d'une nouvelle monnaie était naguère un privilège des États. Mais, comme la conservation du fichier immobilier, une monnaie n'est qu'un moyen de conserver de l'information sur la durée : l'information des recettes et dépenses de chacun, ou plus précisément de leur solde. Ainsi, avec les chaînes de blocs, ce privilège de créer une monnaie échappe, lui aussi, aux États. ■

Gilles DOWEK est chercheur à l'Inria et membre du conseil scientifique de la Société informatique de France.