

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ TOUCHER POUR APPRENDRE

Il y a un an, l'équipe d'Édouard Genot, à Grenoble, montrait que les enfants reconnaissent et mémorisent mieux des formes géométriques s'ils les apprennent en les voyant et en les touchant (voir *Apprendre en touchant*, *Pour la Science*, septembre 2008, p. 14). Aujourd'hui, elle obtient des résultats semblables avec des adultes (*PloS One*, mars 2009), montrant que le toucher facilite l'apprentissage de la lecture – d'une langue étrangère par exemple. Les chercheurs ont demandé à une trentaine d'adultes francophones d'apprendre 15 stimulus visuels inconnus, inspirés de lettres japonaises, et les 15 sons correspondants; certains travaillent uniquement en voyant les « pseudolettres », les autres utilisent le toucher et la vision. Les participants apprennent bien ces stimulus quelle que soit la méthode. Puis les chercheurs ont mesuré les performances de chaque adulte lors de deux tests mesurant leurs capacités à apprendre des associations entre stimulus visuels et auditifs; les partici-

pants ayant appris les stimulus de façon multisensorielle reconnaissent mieux le son correspondant à un stimulus visuel, et inversement. Le toucher permet de mieux connecter la vision et l'audition.

→ DE JEUNES SUPERNOVAE

Les supernovae de type Ia seraient des explosions de naines blanches, elles-mêmes étant des étoiles de type solaire en fin de vie. Elles exploseraient quand elles absorbent trop de matière d'une étoile compagnon. Comprendre les mécanismes de ces explosions est essentiel aux astronomes, car la luminosité intrinsèque des supernovae est constante, de sorte que ces objets célestes servent d'indicateurs pour estimer des distances entre galaxies (voir *Supernovae: des explosions énigmatiques*, *Pour la Science*, octobre 2005). Aujourd'hui, avec un nouveau modèle, des astronomes chinois confirment l'origine des supernovae de type Ia et le fait que la moi-

tié d'entre elles explosent moins de 100 millions d'années après la période de formation des étoiles majeures de leur galaxie (*Royal Astronomical Society*, avril 2009). Ils montrent que les supernovae « jeunes » correspondent à des naines blanches attirant du matériel d'une étoile compagnon à hélium, émettant dans le bleu, et que c'est seulement dans ce cas que l'explosion a lieu moins de 100 millions d'années après la période de formation des étoiles.

→ IMMORTELLE BACTÉRIE !

Toute l'information permettant à une cellule de vivre est enfermée dans son ADN, que celle-ci soit une composante d'un organisme ou qu'elle soit seule, telle une bactérie. Quand l'ADN est lésé, il faut qu'il soit vite réparé pour que la cellule survive ou ne devienne pas « tumorale »; pour ce faire, un système de réparation dit SOS, présent dans toutes les cellules, permet à l'ADN de rester fonctionnel (voir *SOS génome: réparation et évolution*, *Pour la Science*, mars 2000). Une

bactérie, *Deinococcus radiodurans*, est experte en réparation, car elle survit aux rayonnements ionisants, à une déshydratation extrême, aux produits toxiques et à d'autres agents endommageant l'ADN. Quand elle est exposée à des doses de rayonnements 1 000 fois supérieures au seuil mortel pour l'homme, son ADN se dégrade en centaines de fragments, puis « ressuscite ». Comment fait-elle? Des chercheurs français ont montré que cette réparation de l'ADN implique quatre enzymes présentes non seulement chez cette bactérie, mais aussi dans toutes les cellules (*Cell*, mars 2009). L'inactivation de chacune de ces enzymes suffit pour que la bactérie ne résiste plus à des rayonnements énergétiques. Deux enzymes déclenchent la synthèse d'ADN, deux autres réparent et répliquent les fragments d'ADN endommagés; puis les chromosomes se reforment. *Deinococcus radiodurans* utilise donc les mêmes enzymes que n'importe quelle cellule, de façon plus efficace et plus précise... Mais on en ignore la raison.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

→ DES ESPÈCES MARINES MENACÉES ?

De nombreuses espèces marines – le corail, des algues, des foraminifères, des coccolithophores, des ptéropodes (de petits escargots), etc. – sont des organismes calcaires dotés d'un squelette de calcite et d'aragonite. Or une partie du dioxyde de carbone libéré dans l'atmosphère – par la combustion des énergies fossiles – se dissout dans les océans où il augmente l'acidité de l'eau et diminue la disponibilité en ions carbonates nécessaires à la synthèse de ces squelettes calcaires (voir *L'acidification des océans: l'écosystème menacé*, *Pour la Science*, mai 2006). Plusieurs études ont montré que ce phénomène diminue la calcification des espèces marines. Des biologistes australiens ont comparé le poids des coquilles de foraminifères piégées dans des sédiments datant d'il y a 10 000 ans à celui de coquilles récupérées dans une couche récente de sédiments (*Nature Geoscience*, mars 2009). Ce dernier est 30 à 35 pour cent inférieur, et cette diminution de la calcification dépend bien des concentrations atmosphériques en dioxyde de carbone. En outre, une autre équipe, américaine, a montré que les particules en suspension dans l'air (le cuivre, l'azote, le fer, le phosphore) favorisent la croissance du phytoplancton ou, à l'inverse, le détruisent; tout dépend de l'espèce et de l'aérosol considérés (*PNAS*, mars 2009). Par exemple, les particules de cuivre sont toxiques pour la cyanobactérie *Synechococcus*, mais inoffensives pour *Prochlorococcus*. L'influence de l'atmosphère sur l'écosystème marin reste à explorer.

Les foraminifères (ci-contre) et les coccolithophores (en haut) ont un squelette calcaire.



Steve Gschmeissner, Photo researches, Inc.



Woods Hole Oceanographic Institution

POINT DE VUE

Pour une égyptologie égyptienne

L'égyptologie égyptienne devient le fer de lance de l'égyptologie mondiale. Les égyptologues de France doivent accompagner le mouvement.

Guillemette ANDREU-LANOË

Grecs et Romains, parmi d'autres, ont puisé aux sources de la culture égyptienne antique ; aujourd'hui, les Arabes puisent à celles de la culture égyptienne moderne. La vitalité de l'Égypte ne se dément pas, et se traduit par le développement du pays, notamment de sa science. C'est pourquoi, l'archéologie en Égypte ayant évolué au cours de la décennie passée, l'égyptologie française doit faire de même : ce qui importe désormais, c'est d'accompagner les Égyptiens dans la mise en valeur de leur patrimoine archéologique, l'un des plus riches et des plus précieux de l'humanité.

En 50 ans, l'Égypte est passée de moins de 30 millions d'habitants à plus de 70. Le pays diversifie son économie autrefois essentiellement agraire. Il a découvert son potentiel touristique, et les vestiges pharaoniques y jouent un grand rôle. Alors que la culture arabe traditionnelle avait détourné les Égyptiens de leur passé préislamique, la situation a évolué. Aujourd'hui, en Égypte, des groupes d'élèves visitent les sites archéologiques, et les explications qu'ils reçoivent sont de qualité, car le pays s'est doté d'égyptologues compétents, ayant une solide formation. Dans le même temps, l'État égyptien crée les infrastructures dont a besoin sa population. Dans toutes les grandes villes qui sont aussi des cités antiques – Héliopolis, Alexandrie, Le Caire, Louxor, Assiout, Minia, Assouan, etc. – des travaux publics ou privés menés à vive allure détruisent de nombreux sites d'un grand intérêt scien-

tifique, même s'ils ne sont pas tous spectaculaires. Une autoroute à quatre voies longe aujourd'hui le temple de Karnak, et sa présence a détruit des paysages millénaires. Pays en développement, l'Égypte ne s'est pas encore dotée de lois de protection de son patrimoine archéologique, de sorte que, Alexandrie exceptée, l'archéologie préventive y est peu pratiquée.

Pour autant, les Égyptiens cherchent plus aujourd'hui à valoriser le patrimoine déjà découvert qu'à accumuler sans fin de nouveaux vestiges. Il y aurait déjà en Égypte plus de 100 000 momies sur étagères, mal entretenues, peu étudiées, en particulier sur le plan anthropologique, alors qu'elles représentent un incomparable échantillon de population antique ; les papyrus et inscriptions

ment sa permission, afin de faciliter le plus possible le sauvetage de données en perdition. Les zones géographiques prioritaires sont le Nord du Sinaï et le delta du Nil, où de nombreux sites fragiles en milieu alluvionnaire méritent d'être étudiés.

Face à cette évolution, comment doit réagir l'égyptologie française ? Tout d'abord, le sauvetage des sites et vestiges menacés doit faire partie des objectifs scientifiques. Les égyptologues britanniques et américains ont déjà bien avancé dans cette direction, puisqu'ils mènent de nombreux chantiers hors des sites prestigieux, où ils recueillent nombre d'informations essentielles, même si elles ne concernent pas l'élite pharaonique ! Ensuite, l'égyptologie française doit organiser son travail afin de faciliter la valorisation de leur patrimoine par les Égyptiens. Ainsi, notre équipe du Louvre mène des fouilles sur le site de Saqqara depuis des décennies, et il est temps qu'elle complète la connaissance approfondie qu'elle a de ce lieu et qu'elle la transmette

notamment en finalisant l'élaboration d'un plan topographique accompagné d'une lecture stratigraphique précise. Nous sommes aussi prêts à aménager ce site majeur afin de rendre sa visite possible.

Si elle veut augmenter à terme son efficacité, l'égyptologie mondiale doit se doter d'un solide fer de lance scientifique égyptien. La patrie de Champollion peut y contribuer puisque plus de 100 chercheurs français travaillent à restituer le passé égyptien. Il serait donc logique que des bourses doctorales facilitent une certaine passation du savoir scientifique vers la jeune géné-

ENTASSER ENCORE DES VESTIGES ?

Il y aurait déjà plus de 100 000 momies sur étagères, mal entretenues, peu étudiées...

déjà accumulées représentent sans doute plus d'un siècle de travail pour l'ensemble des savants du monde capables de les étudier. Dès lors, pourquoi continuer à entasser des momies, du matériel funéraire d'élite et du mobilier tiré de sites déjà connus ?

Aujourd'hui, le Conseil suprême des antiquités égyptiennes dirigé par Zahi Hawass n'accorde qu'au compte-gouttes les permis de fouilles dans les sites prestigieux : une équipe qui veut y ouvrir un chantier doit pouvoir invoquer un enjeu scientifique majeur. En revanche, partout où les vestiges sont en danger, le même Conseil accorde aisé-

ration égyptienne, malheureusement de moins en moins francophone. Cette transmission peut aussi se faire en allant enseigner en Égypte. La France, et notamment le musée du Louvre, est par ailleurs à la pointe des techniques de conservation et de restauration. Puisque l'évolution de l'archéologie égyptienne nous renvoie vers nos collections, qu'elle nous pousse à valoriser en les replaçant mieux dans leur contexte, nous pourrions faire bénéficier nos amis égyptiens de l'expérience française en ce domaine. Nous pourrions aussi leur faire partager notre savoir-faire en matière de protection et de valorisation des monuments historiques. Dans cette optique, Christophe Thiers, le nouveau codirecteur français du Centre franco-égyptien d'étude

des temples de Karnak vient de signer avec son collègue Mansour Boraïk, codirecteur égyptien du même centre, un accord concernant la formation d'inspecteurs du Conseil suprême des antiquités d'Égypte et de jeunes universitaires égyptiens. Les thèmes abordés dans ce chantier-école dérivent de l'étude scientifique des temples de Karnak menée lors des fouilles et autres chantiers conduits par le centre franco-égyptien.

Pourvu qu'elle soit quelque peu rationalisée, la coopération archéologique franco-égyptienne est prometteuse. On observe déjà que les archéologues de l'Institut national d'archéologie préventive (INRAP) sont de plus en plus souvent sollicités par les Égyptiens. Rien d'étonnant à cela : leur savoir-faire dans l'enregistrement efficace et rapide de

données archéologiques est l'un des plus grands du monde. En France, les « inrapiens » ont su démontrer que le sauvetage financé par l'aménageur est loin d'être la huitième plaie... d'Égypte. Pourquoi ne pas imaginer des missions composées d'égyptologues égyptiens et français et d'archéologues de l'INRAP qui iraient par les basses et les hautes terres pharaoniques inoculer le virus vertueux de l'archéologie préventive ? Plutôt que de nouvelles momies, c'est avant tout de cela qu'a besoin l'archéologie égyptienne...

Guillemette Andreu-Lanoë dirige le Département des antiquités égyptiennes du Musée du Louvre.



Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

ÉCONOMIE

Le patron est-il dépassé ?

Le bilan d'une entreprise publique n'est pas uniquement financier, et l'intérêt général est mieux représenté par un mode de gestion collectif que par un chef ou un patron.

Ivar EKELAND

Chaque époque a ses mots-clés, la nôtre comme les autres, et le mot de « patron » est certainement l'un de ceux qui la caractérisent. Quand j'étais plus jeune, je ne le trouvais guère que dans les romans de Simenon, mais aujourd'hui je ne peux plus écouter la radio, regarder la télévision ou lire le journal sans qu'on m'explique que les universités, les hôpitaux et même l'État ont besoin d'un patron, tout comme les entreprises, et que s'ils n'en ont pas, il est urgent de les réformer pour qu'ils en aient un.

Il y a 60 ans, on aurait parlé de « chef », et ce mot marque l'entre-deux-guerres tout comme le mot de « patron » marque notre société. Le but recherché est le même, empêcher les gens de penser par eux-



mêmes et les inciter à s'en remettre à un homme providentiel, mais la couverture idéologique est différente : alors que la notion de « chef » s'appuie sur des pré-supposés politiques, celle de « patron » repose sur de fausses évidences économiques. Voyons cela.

L'image que véhicule le mot « patron » est celle d'un homme qui possède son entreprise et qui la gère lui-même. Les intérêts du gestionnaire sont alors parfaitement alignés avec ceux du propriétaire, puisqu'il s'agit d'une seule et même personne. En revanche, ils ne sont alignés ni avec ceux des salariés ni même avec ceux du public : le gestionnaire n'a pas de raison de prendre en compte l'impact, positif ou négatif, de son entreprise sur l'environnement.