

Un détecteur de fossiles

Il repère les ossements enfouis grâce à leur radioactivité.

Les paléontologues rêvent d'une technique qui leur permettrait de repérer les fossiles invisibles parce qu'encre enfouis dans le sol. Jusqu'à présent, seuls les chercheurs fictifs (et peu crédibles) du film *Jurassic Park* disposaient d'un tel équipement (inspiré des méthodes de prospection sismique utilisées notamment dans la recherche pétrolière). Dans la réalité, nombre de techniques avaient été essayées, entre autres lors de l'extraction du squelette de *Seismosaurus*, un très grand dinosaure sauropode trouvé au Nouveau-Mexique, dans les années 1980. Du radar au magnétomètre, en passant par le sismographe et le compteur Geiger, toute la panoplie déployée n'a pas donné de résultats plus convaincants que la baguette de sourcier, préconisée par certains, au même titre que le pendule.

Des résultats beaucoup plus prometteurs viennent cependant d'être présentés par Ramal Jones, de l'Université de l'Utah à Salt Lake City. Ce physicien a mis au point et expérimenté depuis 1993 un équipement de détection des ossements fossiles, qui donne des résultats satisfaisants, à condition que les os soient radioactifs. Or beaucoup d'os le sont, car ils ont concentré les sels d'uranium ou de vanadium lors de la fossilisation. En milieu réducteur, par exemple en présence de restes animaux ou végétaux en décomposition, les ions uranium solubles s'unissent à l'oxygène pour former un oxyde d'uranium, l'uraninite. Ainsi les os en cours de fossilisation s'enrichissent en uraninite, qui est piégée dans la structure osseuse cristalline, ou qui précipite dans les vides et dans les fissures du fossile. La teneur des os en uraninite, et donc leur radioactivité, dépend de la concentration en ions uranium dans l'eau qui circule dans les roches.

Les os fossiles radioactifs ne sont pas rares ; la meilleure preuve en est que plusieurs sites paléontologiques importants, de la Thaïlande aux États-Unis en passant par le Niger, ont été découverts par des prospecteurs d'ura-

nium. Le détecteur inventé par R. Jones repère les ossements fossiles enfouis dans la roche en mesurant l'intensité du rayonnement gamma qu'ils émettent. Hélas, quand ces rayonnements traversent la roche, ils perdent de leur intensité, ce qui limite la profondeur à laquelle il est possible de détecter des os. Une des difficultés est le « bruit de fond » provoqué par les rayonnements gamma issus de l'uranium diffus dans la roche, qui peuvent « noyer » le signal radioactif émis par les fossiles. Le compteur de rayonnements gamma utilisé par R. Jones a été isolé par un blindage de plomb, qui ne laisse qu'une petite fenêtre de 2,5 centimètres de diamètre par où se font les mesures, ce qui élimine sensiblement le bruit de fond radioactif lorsque l'appareil est promené à une dizaine de centimètres de la surface du sol.

Lors de son exploration radiologique, un site est quadrillé, des mesures étant effectuées à chaque intersection du quadrillage. Le résultat est une carte de l'intensité du rayonnement gamma sur le site. Pour vérifier que les zones de plus forte radioactivité correspondent à des fossiles, il faut creuser, car il existe des concentrations en uranium non liées à

des fossiles. Toutefois la technique s'est révélée efficace : le premier site exploré, dans des roches du Crétacé de l'Utah, a été découvert par R. Jones et son épouse, Carol, avec les moyens habituels (détection de restes osseux en surface). L'exploration radiologique du site a d'abord localisé un groupe d'ossements appartenant à un hadrosaure. Une seconde campagne de prospection sur le même site, après l'extraction de l'hadrosaure, a révélé la présence d'autres ossements à 90 centimètres de la surface : un squelette d'ankylosaure, qui n'aurait sans doute jamais été trouvé sans le détecteur.

Sur un important gisement jurassique de l'Utah, où la plus grande partie du squelette d'un dinosaure carnivore avait été découvert, le crâne faisait défaut. Grâce à son appareil, R. Jones a localisé ce dernier à quelque distance du reste de l'animal. À l'échelle des temps géologiques l'uranium se concentre assez rapidement dans les ossements : aussi cette technique est applicable à des sites paléontologiques beaucoup plus récents que les gisements de dinosaures. Elle a, par exemple, donné de bons résultats sur un site contenant des chevaux fossiles et remontant à l'époque pliocène (-5 à -1,8 million d'années).

L'appareil inventé par R. Jones n'est pas infailible. Les conditions *sine qua non* sont que les fossiles recherchés soient radioactifs (plus ils le sont, meilleures sont les chances de les repérer), qu'ils soient de bonne taille et qu'ils ne soient pas trop profondément enfouis. D'ores et déjà, cet instrument permet de concentrer les fouilles sur les endroits vraiment prometteurs et ainsi d'économiser du temps et de l'énergie (de l'énergie musculaire, principalement, car la fouille paléontologique est un exercice largement physique). Il évite ainsi des accidents fâcheux pour l'intégrité des fossiles lors de leur extraction : tout paléontologue de terrain a eu des surprises désagréables en rencontrant un os là où il ne l'attendait pas et où il fouillait donc avec un peu trop de vivacité... La technique de prospection radiologique mise au point par R. Jones, certes susceptible d'être améliorée, réalise déjà, en grande partie, le rêve des paléontologues.

Eric BUFFETAUT



Ramal Jones (à gauche) démontrant l'efficacité de son détecteur de fossiles sur un site du Crétacé de l'Utah, où son appareil a permis de découvrir deux squelettes de dinosaures.

Graines de plastiques

Des plantes transgéniques produisent des polymères biodégradables qui concurrenceront peut-être un jour les plastiques de synthèse.

Trop chers ou imparfaits, les plastiques biodégradables n'ont pas eu le succès escompté. Des chercheurs misent sur le développement des plantes génétiquement modifiées pour leur donner une nouvelle chance en abaissant les coûts de production.

Parmi les polymères biodégradables, la vaste famille des PHA (ou polyhydroxyalkanoates) intéresse les industriels. Naturellement produits par de nombreuses bactéries qui les utilisent comme réserve d'énergie ou de carbone, les PHA présentent des aspects très différents, de rigides et cassants à souples et résistants. Ils permettent ainsi de réaliser nombre de produits, des couverts jetables pour la restauration rapide aux cartes de crédit, en passant par les films pour l'emballage de denrées alimentaires. Ces plastiques sont, en outre, totalement biodégradables : une bouteille en PHA est dégradée à 80 pour cent en 15 jours dans les conditions requises pour la production à grande échelle de compost (action simultanée de forces mécaniques et de micro-organismes à haute température).

Aujourd'hui, seul un polymère de la famille des PHA est commercialisé. Produit dans les fermenteurs industriels à partir d'une bactérie et d'un sucre (le glucose), son prix de revient le confine à des marchés de niche à haute valeur ajoutée. D'où l'idée de produire ce polymère, non plus à partir de bactéries, mais directement dans des plantes cultivées en plein champ, comme le colza ou la canne à sucre. «Cela revient à remplacer le sucre utilisé en fermentation par le gaz carbonique de l'atmosphère. La photosynthèse transforme ensuite gratuitement la plante en usine à plastique», explique le responsable du programme

industriel qui affirme avoir produit le polymère dans des graines de colza. Le seuil de rentabilité se situant entre 15 et 20 pour cent du poids sec de la graine (aujourd'hui la proportion n'excède pas cinq pour cent de la masse sèche), la commercialisation du plastique végétal n'est pas prévue avant cinq à dix ans.

Selon Yves Poirier, à l'Université de Lausanne, le défi scientifique réside dans le contrôle de la composition des polymères produits par les plantes : on cherche à obtenir des molécules aussi variées que leurs concurrentes d'origine fossile. Le biologiste est en passe de relever ce défi puisqu'il est parvenu à produire différents polymères dans une plante – *Arabidopsis thaliana* – bien connue des généticiens pour la simplicité de son génome (ensemble des gènes d'un organisme vivant).

Avec deux collègues de l'Institut californien Carnegie, Y. Poirier s'est tout d'abord intéressé au PHB (polyhydroxybutyrate), un polymère de la famille des PHA composé d'une seule séquence répétée un grand nombre de fois, et produit par plus de 100 genres de bactéries. Grâce aux techniques classiques du génie génétique, les chercheurs ont transféré dans le génome d'*Arabidopsis thaliana* les gènes de la bactérie *Ralstonia eutropha* et codant les enzymes responsables de la synthèse du PHB.

La production du polymère n'est possible que dans les compartiments cellulaires possédant la molécule (dite précurseur) sur laquelle agit la première enzyme de la chaîne de biosynthèse. Dans le cas présent, il s'agit de l'acétyl-coenzyme A, une molécule présente notamment dans le cytoplasme (milieu visqueux contenant les composants de la cellule) et dans les plastes (organites des cellules végétales, sites de la photosynthèse ou de l'accumulation des réserves) des cellules. Dans le cytoplasme, le résultat s'est révélé décevant : la concentration en PHB n'excédait pas 0,1 pour cent du poids sec des feuilles d'*Arabidopsis*, dont la croissance était en outre anormale. Dans les plastes, au contraire, la concentration en PHB a atteint 14 pour cent du poids sec. Fort de ces résultats, le chercheur lausannois a étudié un autre polymère de la famille des PHA, plus flexible que le PHB. Le transfert d'un seul gène provenant, cette fois, de la bactérie

BRÈVES

Régénérescence de neurones

Le dogme selon lequel les quelque 100 milliards de neurones du cerveau humain disparaissent progressivement sans être remplacés est caduc. Une équipe américaine a montré que des neurones de personnes décédées contenaient des substances que seules les cellules qui se divisent incorporent : ces neurones avaient été produits peu avant le décès. Environ 500 nouveaux neurones se différencieraient chaque jour. Cette découverte fait naître des espoirs quant aux possibles réparations des lésions cérébrales et ouvre de nouvelles voies de recherches sur les maladies neuro-dégénératives, telles la maladie de Parkinson ou celle d'Alzheimer : la perte de neurones traduit une attaque destructrice, mais peut-être aussi un défaut de régénération.

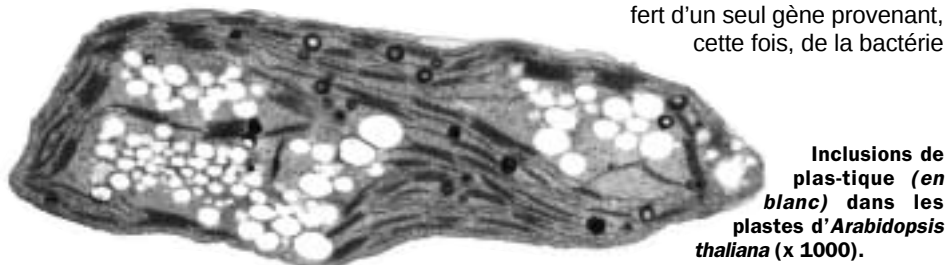
Risques professionnels

Une cinquantaine de joueurs de football hollandais et 23 nageurs et athlètes, tous professionnels, ont subi plusieurs tests cognitifs. Les joueurs de football ont eu des résultats inférieurs à ceux des autres athlètes : les spécialistes expliquent ces déficiences non par le choix de l'activité sportive en fonction de l'intelligence, mais par la pratique du football, où les traumatismes cérébraux s'accumulent avec les chocs du ballon sur la tête. Au cours d'une saison un joueur reçoit environ 800 fois le ballon sur la tête.

Chamboulement académique

Les membres de l'Académie des sciences et les membres correspondants de cette même Académie ont été tous convoqués au Collège de France : le bureau de l'Académie leur propose une réforme de l'Académie des sciences telle que cette vénérable institution n'en avait pas connue depuis Richelieu. L'Académie des sciences française envisage de s'élargir, en réunissant les membres et les membres correspondants dans une seule classe. Simultanément une Académie d'ingénierie pourrait être créée à partir du CADAS (Comité des applications de l'Académie des sciences).

Suite page 24



Inclusions de plastique (en blanc) dans les plastes d'*Arabidopsis thaliana* (x 1000).