

ABONNEZ-VOUS À **POUR LA SCIENCE**

**OFFRE
SPÉCIALE
NOUVELLE
FORMULE**

FORMULE
INTÉGRALE
-46%



99€

FORMULE
PASSION
-36%



79€

FORMULE
DÉCOUVERTE
-25%



59€

AVEC VOTRE ABONNEMENT INTÉGRALE OU PASSION LE DVD "LE MYSTÈRE ETTORE MAJORANA, UN PHYSICIEN ABSOLU"

Ettore Majorana, un jeune physicien, théoricien fulgurant, disparaît mystérieusement le 28 mars 1938 à bord d'un navire. Son corps n'a jamais été retrouvé. De nombreuses hypothèses ont été émises sur sa disparition : il se serait suicidé ou même aurait été enlevé par les nazis... Le mystère reste entier. Etienne Klein, physicien renommé, directeur de recherche au CEA, part sur les traces de Majorana. Son histoire permet-elle de percer le secret de sa disparition ?

"(Un) passionnant récit (...). La grande force du film est d'être à la fois pédagogique et personnel" **Télérama**



BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science - Service abonnements - 19 rue de l'Industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

☐ OUI, JE M'ABONNE À **POUR LA SCIENCE** POUR 1 AN,
JE CHOISIS MA FORMULE CI-DESSOUS :

☐ FORMULE **INTÉGRALE**

12 n° de *Pour la Science*
+ 4 Hors-Séries
+ Accès illimité aux archives en ligne depuis 1996
+ Le DVD "Le Mystère Ettore Majorana"

11A99EK3

99€
Au lieu de 183,44€*

☐ FORMULE **PASSION**

12 n° de *Pour la Science*
+ 4 Hors-Séries
+ Le DVD "Le Mystère Ettore Majorana"

PIA79EK1

79€
Au lieu de 123,44€*

☐ FORMULE **DÉCOUVERTE**

12 n° de *Pour la Science*

D1A59E

59€
Au lieu de 78,45€*

J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____ Ville : _____

Téléphone : _____

• Mon e-mail : (à remplir en majuscule) _____
@ _____

J'accepte de recevoir les informations de *Pour la Science* ☐ OUI ☐ NON
et de ses partenaires ☐ OUI ☐ NON

• Je choisis mon mode de règlement :

☐ Par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ Par carte bancaire

N° _____

Date d'expiration : _____ Clé (Les 3 chiffres au dos de votre CB) : _____

Signature obligatoire

* Par rapport au prix de vente en kiosque, l'accès numérique aux archives et la valeur du DVD. Vous pouvez également si vous le souhaitez acquérir séparément le DVD "Le mystère Ettore Majorana" au prix de 14,99€, chaque n° de *Pour la Science* au tarif de 6,50€, notre n° spécial au tarif de 6,95€ et nos hors-séries au tarif de 7,50€. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/12/2017 en France métropolitaine uniquement et dans la limite des stocks disponibles. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.pourlascience.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à *Pour la Science*. Photos non contractuelles.

L'ESSENTIEL

> Les paléontologues ont longtemps jugé impossible la restitution des couleurs des animaux fossiles, notamment les dinosaures.

> La découverte de pigments bien conservés dans une série de dinosaures change la donne.

> En étudiant ces pigments, les chercheurs parviennent à déduire quelles étaient les couleurs de ces dinosaures.

> Les motifs qu'arbore la robe de certains dinosaures livrent des informations sur le comportement et l'habitat de ces animaux.

Octobre 2006, université Yale, États-Unis. Installé devant un microscope électronique dans une pièce sombre, j'observe l'encre fossilisée d'un calmar de 200 millions d'années d'âge. Une mer de billes translucides d'un cinquième de micromètre de diamètre environ s'offre à ma vue. D'apparence banale pour l'œil non averti, elles me fascinent car elles ressemblent à des grains de mélanine, le pigment qui colore l'encre des céphalopodes actuels.

Peut-être n'aurais-je pas dû être si surpris, puisque des granules d'encre fossile avaient été découverts deux ou trois ans auparavant. Mais les voir de mes propres yeux changeait tout. Après cette expérience, j'ai examiné des fossiles de céphalopodes de diverses époques et lieux, et je me suis rendu compte que leur encre, parfaitement conservée pendant des centaines de millions d'années, était restée identique à elle-même.

Je me suis donc demandé si la mélanine pouvait se préserver aussi dans les fossiles d'autres types d'organismes que les céphalopodes. La mélanine est un pigment qui colore les cheveux, la peau, les plumes et les yeux. Elle peut produire des teintes rouges, brunes, grises et noires, éventuellement accompagnées de reflets métalliques, comme sur les ailes des corbeaux. Je me disais ainsi qu'en trouvant de la mélanine dans les fossiles d'animaux disparus, notamment de dinosaures, je pourrais peut-être restituer leurs couleurs.

Les paléontologues pensaient cependant que les pigments résistent difficilement à la fossilisation. Les quelques exemples de pigments conservés au sein de fossiles concernaient tous des invertébrés, mais jamais de vertébrés. Les chercheurs ne pouvaient donc

L'AUTEUR



JAKOB VINTHER
biologiste, enseigne
à l'université
de Bristol, en Angleterre

LE DINOSAURE PSITTACOSAURUS

La couleur rouge du cou de ce dinosaure a été déduite de la forme et de la répartition de ses mélanosomes fossiles, les organites cellulaires qui fabriquent la mélanine, un pigment.

© Greg Ruth



Les vraies couleurs des dinosaures

VERT REPTILE, LES DINOSAURES ? PAS SEULEMENT : ROUGE, NOIR, CHATOYANT, BLANC, FAUVE... LES PIGMENTS FOSSILES NOUS RÉVÈLENT UNE PALETTE BIEN PLUS DIVERSE QU'ON NE LE PENSAIT.

> que s'inspirer des robes des animaux actuels pour essayer de deviner les couleurs des animaux disparus. En conséquence, les restitutions des robes de dinosaures sont très variables: certaines sont d'un ton terreux rappelant celui des reptiles et amphibiens; d'autres portent les teintes éclatantes des dinosaures actuels, c'est-à-dire des oiseaux.

Toutefois, d'autres chercheurs et moi avons fait au cours des onze dernières années une série de découvertes, qui réduisent les doutes dans la reconstitution des robes (ou des plumages) de dinosaures. Nous sommes en effet parvenus à mettre en évidence des structures porteuses de mélanine dans des dizaines de fossiles. En étudiant leurs formes et leur organisation, nous avons pu déduire les couleurs et les motifs qui ornaient des dinosaures et plusieurs autres espèces animales éteintes. Et ces informations ont livré d'intéressants indices sur le comportement et l'habitat de ces organismes.

MÉLANINE RÉSISTANTE À LA FOSSILISATION

Quel a été notre cheminement? Après avoir lancé l'idée que la mélanine d'organismes vertébrés, comme celle des céphalopodes, avait très bien pu résister à la fossilisation, il me fallait la mettre à l'épreuve. Pour ce faire, je devais trouver des fossiles présentant des taches sombres dans les régions du corps susceptibles de contenir de la mélanine: les phanères (plumes, poils...) et les yeux. Et il me fallait pouvoir examiner ces zones sombres au microscope électronique, ce qui nécessite parfois de prélever sur le fossile un échantillon assez petit pour rentrer dans l'appareil. Or les fossiles bien conservés sont rares et jalousement protégés par les muséums...

Heureusement, la formation de Fur Ølst, au Danemark, a livré de nombreux fossiles datant de l'Yprésien (56 à 47,8 millions d'années) extrêmement bien conservés. Ce remarquable gisement de mon pays natal allait me permettre de tester mon idée. J'ai pu convaincre le conservateur des fossiles de vertébrés du Muséum géologique de Copenhague de découper dans un bloc de calcaire contenant le fossile d'un petit oiseau un échantillon ayant les dimensions d'une tranche de pain. C'était nécessaire pour que l'on puisse placer sous le faisceau du microscope électronique ce fossile, qui présentait des taches au niveau des yeux et des impressions de plumes.

J'avais une assez bonne idée de ce qu'il fallait rechercher. J'avais lu de nombreux articles pour savoir comment la mélanine se présente dans les plumes des oiseaux actuels. Ce pigment est synthétisé au sein de cellules spécialisées, nommées mélanocytes, par des organites dédiés – les mélanosomes. Il reste en général enfermé dans ces organites longs

FOSSILE DE PSITTACOSAURUS

Des restes de peau entourent toujours son squelette. Ils semblent plus colorés sur le haut du corps (dos) que sur le bas (ventre).



de 0,5 à 2 micromètres et dont il existe deux formes. La première, cylindrique, produit la variante de la mélanine nommée eumélanine, qui absorbe la lumière de toutes les longueurs d'onde (y compris les ultraviolets). C'est l'eumélanine qui confère sa couleur noire à l'encre du calmar et aux plumes du corbeau. La seconde forme de mélanosome est globulaire. Elle produit la phéomélanine, variante de mélanine qui donne une couleur rouille. L'absence de pigments sur les plumes se traduit par une couleur blanche. Quant aux couleurs grises et brunes observées parfois, elles résultent de combinaisons de zones riches en eumélanine et phéomélanine et de zones dépourvues de pigments.

J'avais aussi consulté l'un des plus grands spécialistes de la couleur des oiseaux: Richard Prum, de l'université Yale. Comme le cas de l'encre fossile prouvait que l'eumélanine peut se conserver, j'ai pensé qu'il me fallait rechercher d'abord ce pigment dans les plumes. En discutant avec Richard Prum et Vinod