

EXPLORer  
L'INVISIBLE 2.0



# Préface

Depuis toujours, l'homme a souhaité dépasser les limites physiologiques de sa perception visuelle. L'évolution des techniques d'imagerie, de la microscopie optique à la microscopie électronique, en passant par l'apport d'autres phénomènes tels que la fluorescence, la résonance magnétique ou l'effet tunnel, lui a permis d'inclure progressivement l'infiniment petit dans les limites de ce qu'il peut voir. À notre échelle, des techniques complémentaires, infrarouges ou laser par exemple, permettent d'enrichir l'information visuelle par une perception à distance d'autres paramètres, tels que le champ de température ou la distribution de vitesse d'un milieu fluide.

03

Les scientifiques ont aujourd'hui la chance de pouvoir disposer de formidables équipements qui ont reculé les frontières de l'invisible avec à la clé, des images riches en informations déterminantes.

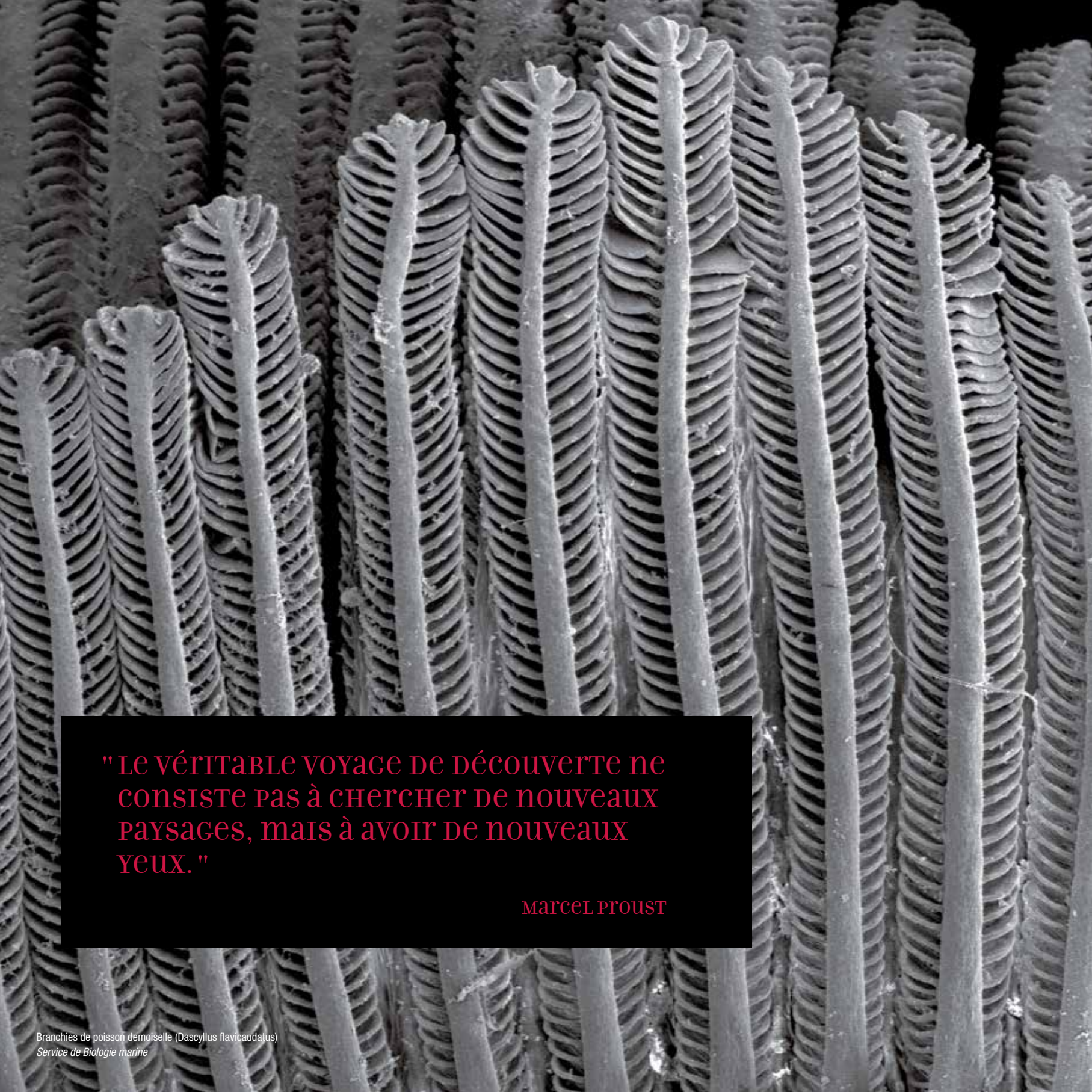
Cette exposition regroupe un ensemble de clichés obtenus par des chercheurs de l'Université de Mons : elle constitue un témoignage de leur savoir-faire et illustre un condensé du travail qu'ils mènent au quotidien dans différents laboratoires de la Faculté des Sciences, la Faculté de Médecine et de Pharmacie ainsi que la Faculté Polytechnique.

Au-delà de l'information scientifique qu'elles contiennent, ces images drainent une part indiscutable de mystère, d'esthétique et de magie. Elles ne sortent pourtant ni de l'imagination d'un peintre particulièrement inspiré, ni d'une quelconque œuvre de science-fiction. Elles constituent une vision différente de la réalité qui nous entoure avec çà et là, une affirmation des coups d'éclats d'une nature qui regorge de tant de beauté cachée.

Elles suscitent notre curiosité et nous donnent envie d'adhérer à cette nouvelle dimension éclairant autrement notre environnement, envie de savoir à quoi ressemble de plus près l'herbe de notre pelouse et la faune qui s'y balade, envie de nous initier à cette fascinante excursion au cœur des sciences et de la vie.

Un grand merci à toutes les personnes qui se sont investies dans cette exposition – chercheurs, techniciens et traducteurs – et plus particulièrement aux organisateurs, dont l'initiative nous permettra de contempler autrement quelques-unes des faces cachées du monde qui nous entoure et, qui sait, d'en modifier notre perception.

**C. Conti**  
**Recteur de l'UMONS**



"Le véritable voyage de découverte ne consiste pas à chercher de nouveaux paysages, mais à avoir de nouveaux yeux."

MARCEL PROUST



# INTRODUCTION

5

Tout commence en 2009, au détour d'un laboratoire de l'UMONS. Épinglés au mur, d'étranges clichés attirent notre attention. On y voit des créatures fantasmagoriques, époustouflantes, semblant tout droit sorties d'un film fantastique. Pourtant, ces créatures existent bel et bien : minuscules, elles ont été photographiées au microscope électronique par les biologistes de l'Université ! C'est de ce choc visuel que naîtra *Explorer l'Invisible*. Les images glanées par nos chercheurs sur les mille et un sentiers de l'exploration scientifique sont si fascinantes qu'elles méritent d'être exposées : ces clichés vertigineux doivent être diffusés !

Ce projet transdisciplinaire rencontre immédiatement l'adhésion des chercheurs qui nous envoient rapidement leurs images préférées. La moisson s'avère particulièrement riche. Nous décidons alors de ne baser notre sélection que sur le seul critère esthétique ; à ce stade, nous ne savons pas encore ce que représentent les photos reçues, et encore moins dans quels contextes de recherche elles ont été réalisées.

Et c'est là que débute la partie la plus passionnante du travail. Pour chaque image retenue, nous partons à la rencontre de l'auteur et de ses travaux. C'est à chaque fois un monde nouveau, insoupçonné, qui s'ouvre à nous. Nous ressortons de ces entretiens émerveillés tant par la richesse des connaissances humaines que – paradoxalement – par l'immensité de ce qui reste encore à comprendre.

Les photos, imprimées sur de l'aluminium, et présentées sobrement, sans aucune retouche graphique, sont exposées à Mons au printemps 2010. Ces images interpellent par leur beauté, mais pas seulement : elles constituent autant de fenêtres ouvertes sur la recherche d'aujourd'hui. Chaque cliché traduit un questionnement, matérialise les extraordinaires efforts scientifiques et technologiques déployés par l'esprit humain pour tenter de comprendre le fonctionnement de notre Univers. Le succès dépasse de loin nos attentes. En un mois, près de 6 000 visiteurs se pressent pour découvrir les images ; plus de 70 visites guidées sont organisées. Les visiteurs enthousiastes nous poussent même à donner une seconde vie à l'exposition !

Grâce au soutien du *Service public de Wallonie*, et plus particulièrement à celui de la DGO6, l'exposition renaît et mûrit : *Explorer l'Invisible 2.0* s'enrichit de nouveaux clichés, des thèmes inédits sont abordés ; de nouveaux supports et formats font leur apparition. Et ce n'est pas tout : des étudiants en fin de cycle – pour la plupart anciens guides de l'exposition ! – contribuent à enrichir l'exposition via leurs premiers résultats de recherche. La relève est assurée.

*Explorer l'Invisible 2.0* a fait ses premiers pas à Mons, Charleroi, Hannut, Soignies, Reims, Lessines, ... et sa vie ne fait que commencer. Ce catalogue reprend quelques-unes des images les plus appréciées de l'exposition.

Et comme une image vaut mieux que mille discours...

# POISSON PERLE, BRANCHIE

06

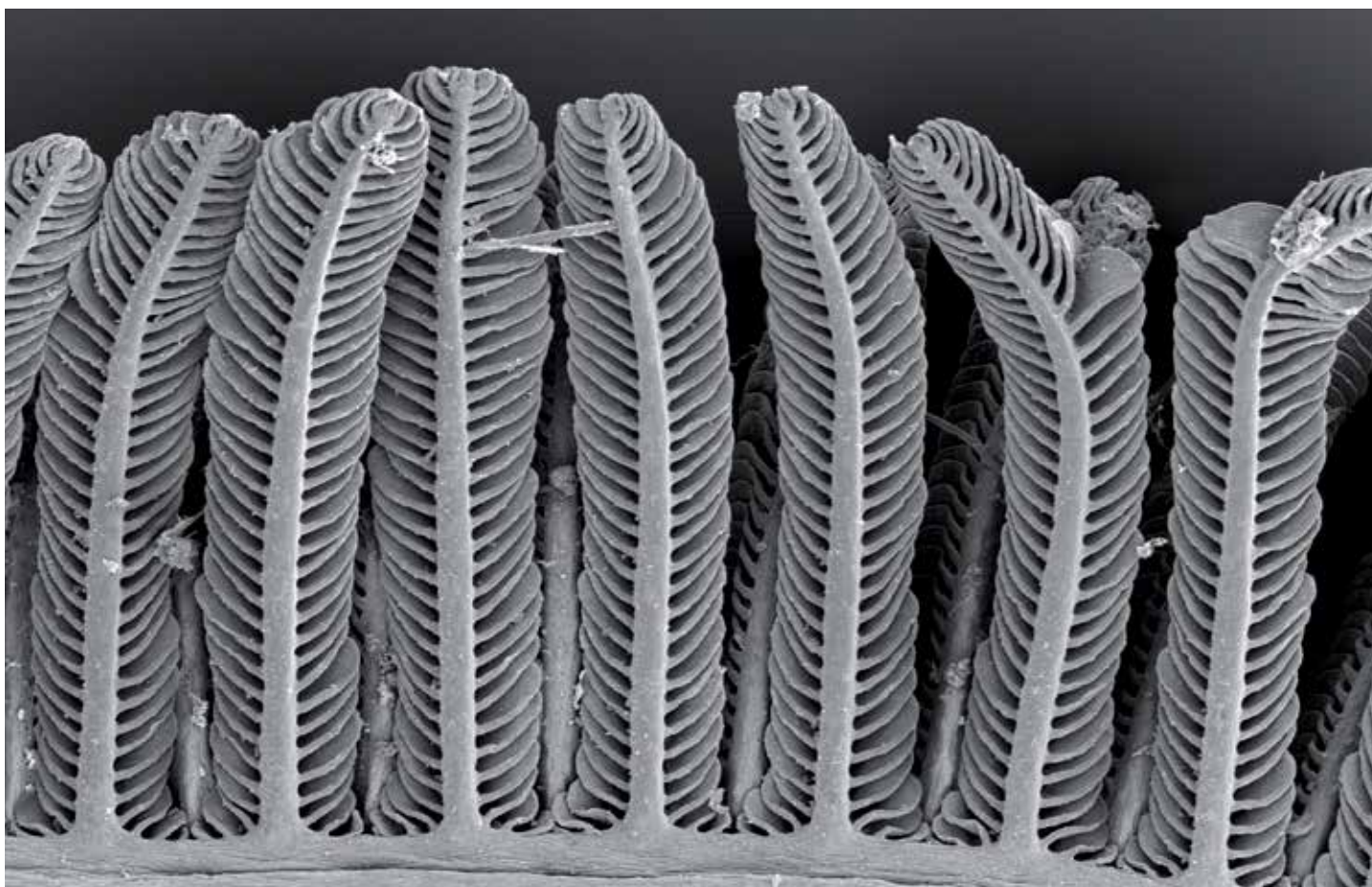
Les récifs coralliens présentent une biodiversité extrêmement riche. Parmi les multiples associations d'espèces existantes, une des plus remarquables est celle où coexistent poissons *Carapidae* et divers invertébrés marins. Les *Carapidae*, aussi appelés *poissons perles*, sont des poissons anguilliformes capables de pénétrer et de résider au sein de divers invertébrés et particulièrement parmi ceux de l'embranchement des échinodermes tels que les étoiles de mer ou les concombres de mer.

Les *Carapidae* associés aux échinodermes semblent insensibles aux moyens de défense de leurs hôtes. En effet, ces derniers sont capables d'émettre une forte quantité de *saponine*, une molécule qui, à haute concentration, peut se révéler toxique pour la plupart des êtres vivants munis de branchies. Cette molécule se combine avec le cholestérol contenu dans la membrane des cellules et provoque ainsi la perforation et l'éclatement de l'enveloppe cellulaire. Les cellules touchées sont surtout celles présentes au niveau des branchies et leur destruction est susceptible de provoquer l'asphyxie de l'animal.

Ces poissons sont tellement bien adaptés à leur mode de vie symbiotique, tant sur le plan morphologique que comportemental, qu'ils ne peuvent survivre au maximum que quelques jours en dehors de leurs hôtes !

Les chercheurs du laboratoire de *Biologie des Organismes Marins et Biomimétisme* de l'UMONS tentent depuis plusieurs années de percer le secret de cette résistance du poisson perle à la saponine. Les recherches actuellement en cours visent à mesurer l'influence de certaines molécules se trouvant dans la membrane des cellules, ou encore l'activité et la quantité du mucus des différentes membranes du poisson. Au moment où ces pages sont écrites, les chercheurs ne sont pas encore mesure de valider l'une ou l'autre piste.

Largeur d'un filament branchial : ~200 µm  
Microscopie électronique à balayage – Maïté Todesco  
Service de Biologie des Organismes Marins et Biomimétisme,  
Pr I. Eeckhaut et Pr P. Flammang,  
Faculté des Sciences



# PATTE DE COCCINELLE

08

Les mouches ou les coccinelles peuvent marcher au plafond, c'est bien connu. Pourtant, parvenir à comprendre comment ces insectes ainsi que d'autres animaux défient la gravité, constitue un réel défi pour les scientifiques.

Le laboratoire de Biologie des Organismes Marins et Biomimétisme tente de percer les secrets des mécanismes d'adhésion développés par les animaux marins, comme les oursins ou les étoiles de mer. Toutefois, en collaboration avec d'autres centres de recherche, les chercheurs montois sont aussi impliqués dans des recherches liées à l'adhésion chez les insectes ou certains lézards.

La coccinelle est un cas d'école. Véritable insecte « tout-terrain », elle se déplace aussi bien sur des surfaces rugueuses que lisses. Sur une branche, elle utilise ses paires de griffes situées au bout de ses pattes pour s'accrocher aux rugosités de la surface. Sur une feuille sans aspérité, elle se sert des coussinets qui garnissent ses « plantes de pied » et qui ont la capacité d'adhérer aux surfaces lisses.

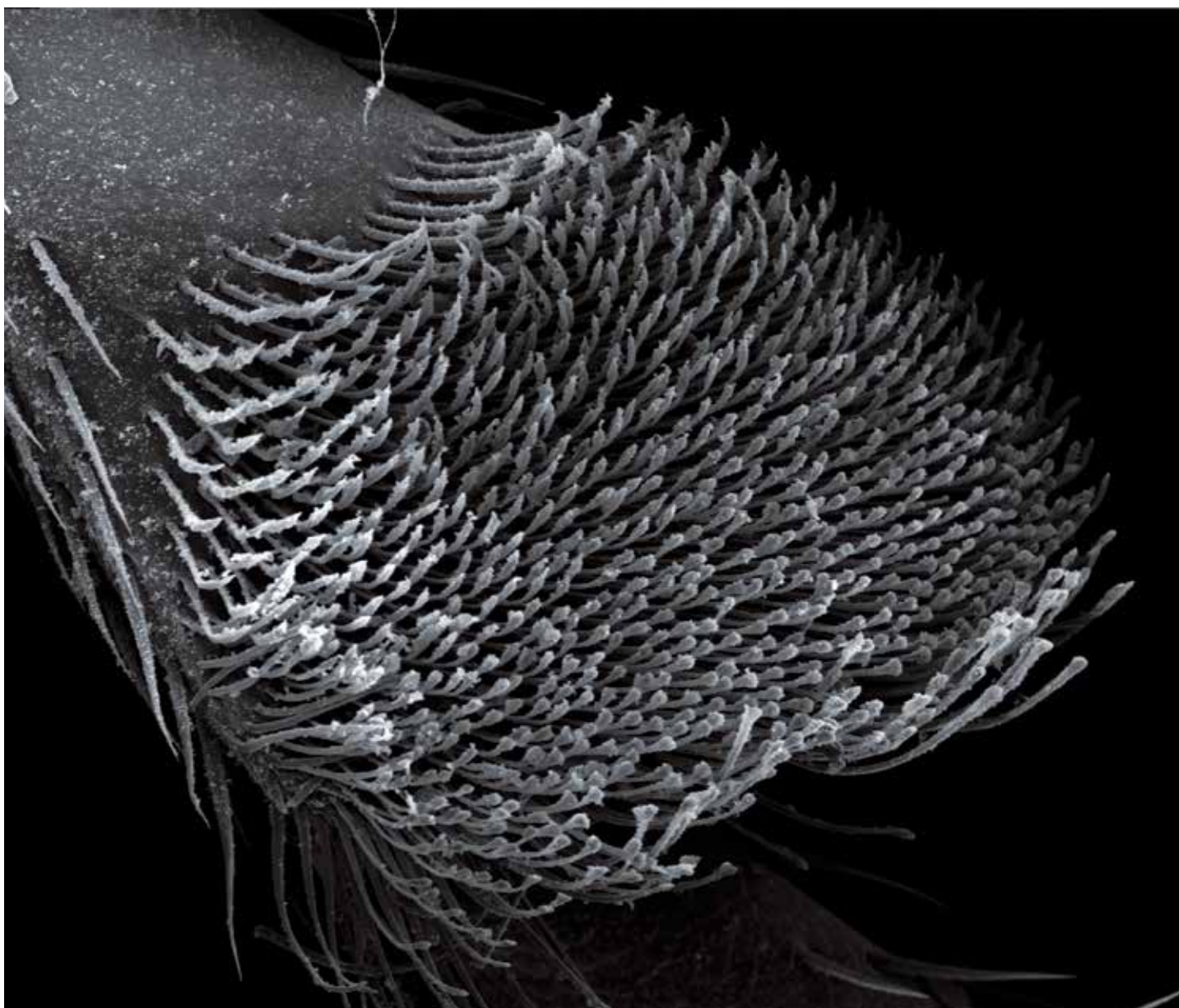
Ces coussinets se présentent sous la forme d'une forêt dense de petits poils, en forme de massue, appelés *sétules*. L'ensemble des extrémités de ces sétules permet un contact optimal - au niveau moléculaire - entre la patte et la surface, ce qui a pour effet de maximiser les forces de van der Waals. De plus, chaque sétule peut libérer à son extrémité une microgouttelette d'un liquide huileux qui renforce encore cette capacité adhésive.

De nombreux animaux comme les mouches ou les araignées utilisent cette stratégie des coussinets hérissés de poils pour adhérer aux surfaces lisses et cela, quelle que soit leur position. Mais dans ce domaine, l'une des créatures les plus extraordinaires est assurément le gecko, capable d'adhérer au plafond, en supportant plusieurs fois son poids !

Diamètre caractéristique d'une sétule : 1  $\mu\text{m}$   
Microscopie électronique à balayage – Patrick Flammang  
Laboratoire de Biologie des Organismes Marins et Biomimétisme,  
Pr I. Eeckhaut et Pr. P. Flammang  
Faculté des Sciences







# LES OURSINS, C'EST LE PIED !

10

Si beaucoup de baigneurs redoutent les oursins pour leurs nombreux piquants, peu remarquent leurs centaines de minuscules pieds, les *podias* : sans eux, ces *échinodermes* ne pourraient se fixer aux rochers ! Contrairement à ce que pourrait laisser présager leur forme, les podias n'exploitent pas un effet ventouse pour adhérer. Ils génèrent en fait une substance adhésive assez extraordinaire, capable de coller sous l'eau, un exploit hors de portée de la technologie actuelle.

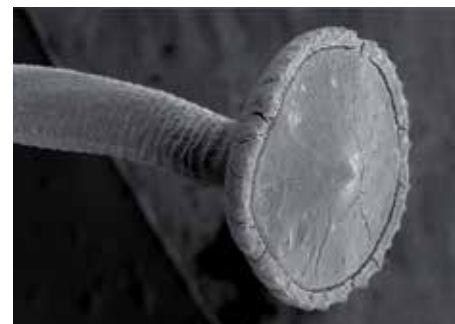
La colle est produite via des pores microscopiques qui tapissent la surface circulaire terminale d'un millimètre de diamètre, le *disque*. La partie cylindrique flexible, appelée la *hampe*, est, quant à elle, très extensible et sert d'amarre à l'animal.

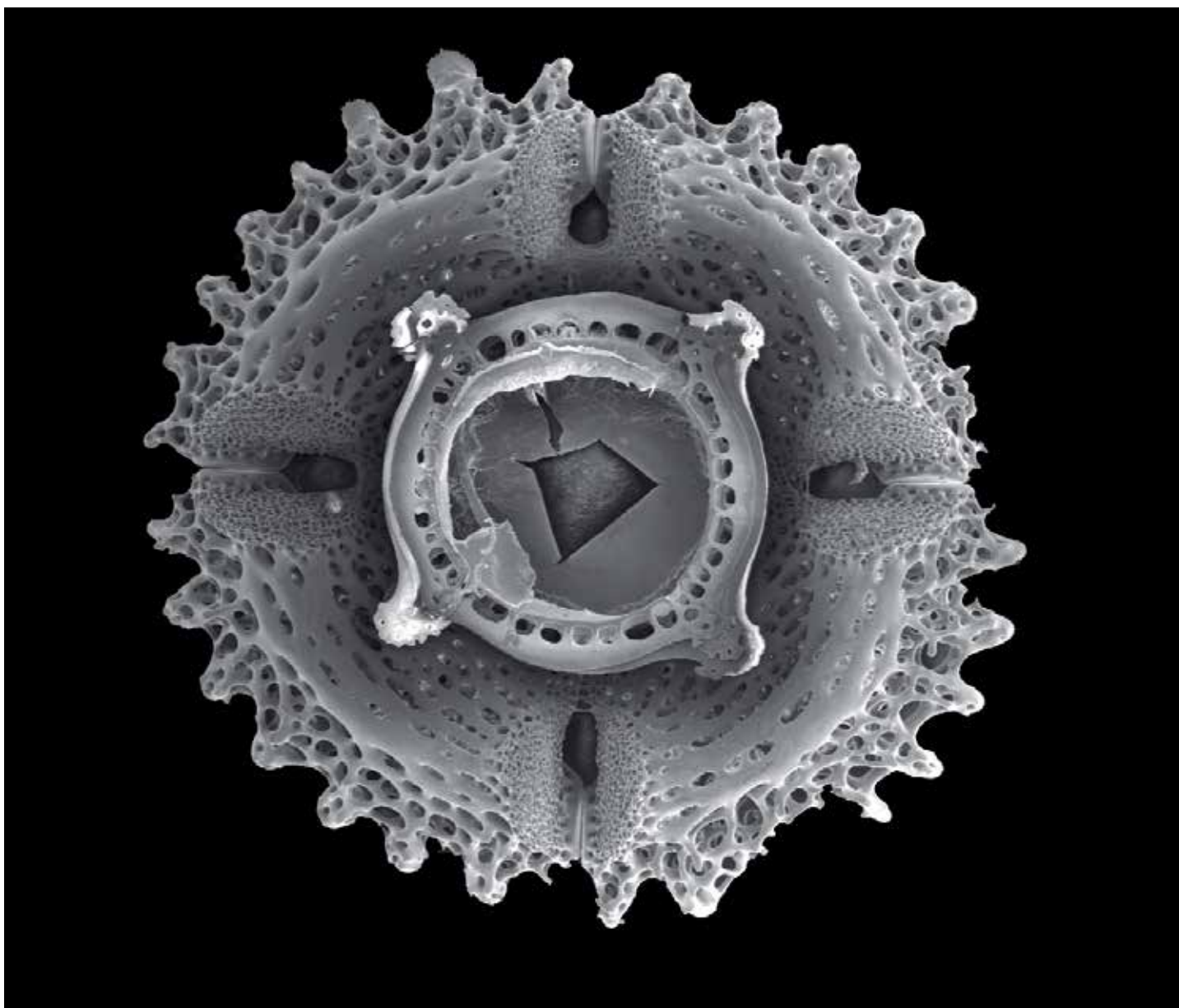
Pour se déplacer, l'oursin secrète cette fois une substance qui agit comme une... « anticolle » : chaque pied peut ainsi être détaché et repositionné à volonté.

Ces études de biomimétisme pourraient avoir des retombées en médecine. Par exemple, une colle de synthèse fonctionnant en milieu aqueux pourrait être utilisée pour refermer des plaies durant des opérations chirurgicales. Quant à l'« anticolle » des oursins, elle pourrait substituer les peintures toxiques aujourd'hui utilisées sur les coques des navires pour empêcher les crustacés de venir s'y fixer.

La mécanique interne du podia est également très élégante : son squelette calcaire, la *rosette*, est composé d'ossicules de tailles différentes qui s'agencent par multiples de quatre pour former un superbe motif symétrique en forme de rosace. Outre son rôle de soutien à la surface collante du pied, la rosette sert aussi de point d'ancrage aux muscles de la hampe qui assurent les mouvements de flexion et de rétraction du pied.

Diamètre caractéristique d'un pied d'oursin : 1 mm  
Microscopie électronique à balayage – Patrick Flammang  
Service de Biologie des Organismes Marins et Biomimétisme,  
Pr I. Eeckhaut et Pr P. Flammang,  
Faculté des Sciences





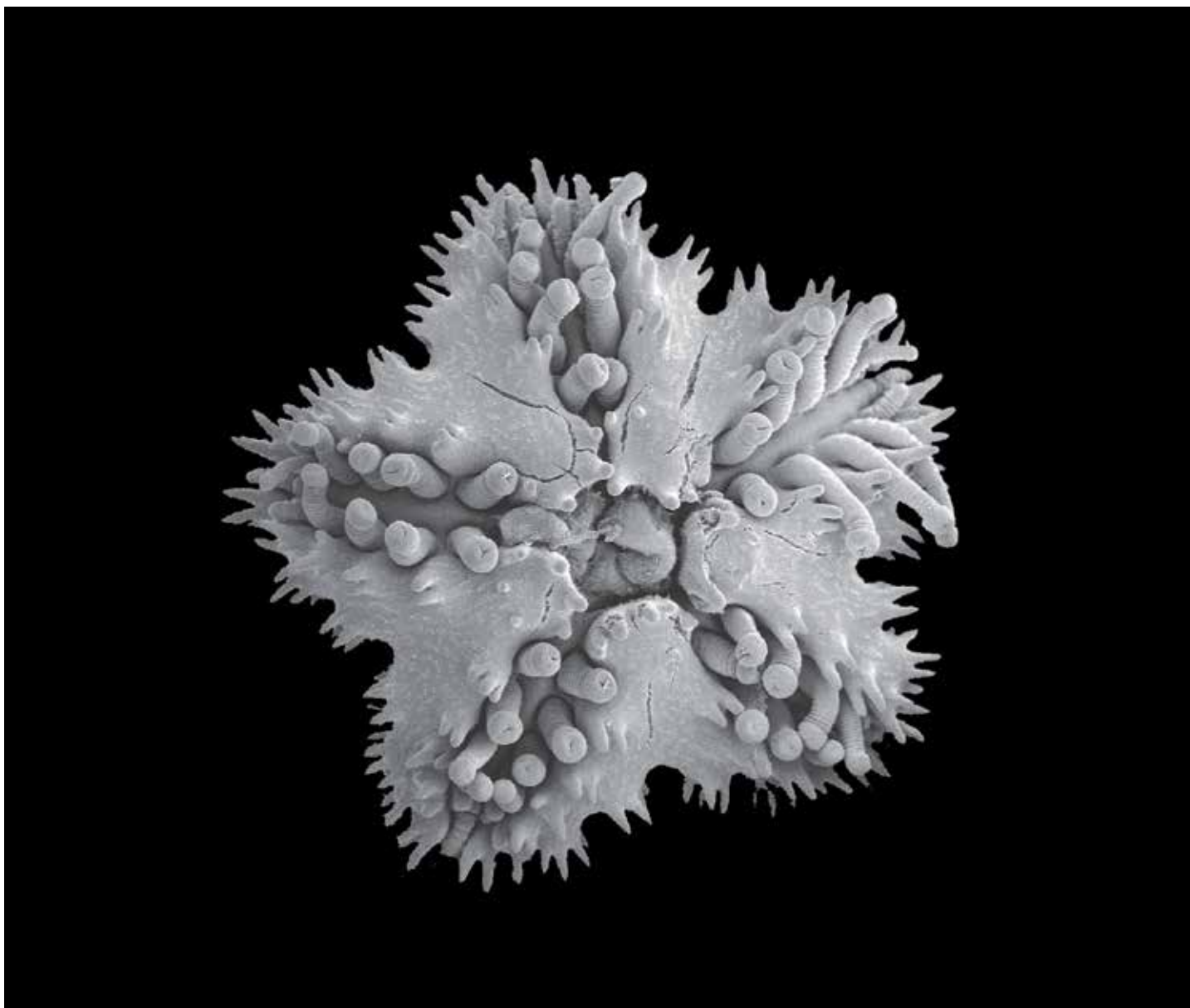
# BÉBÉ ÉTOILE DE MER

12

Les étoiles de mer possèdent, comme les papillons, un *développement indirect* : c'est une larve qui éclot de l'œuf, et non pas une petite étoile de mer. La larve passe environ trois mois dans le plancton à se nourrir d'algues microscopiques. Ensuite, elle se fixe sur un rocher pour entamer sa transformation qui va durer environ une semaine. La toute jeune étoile de mer se détachera alors de son rocher et commencera une nouvelle vie durant laquelle elle ne nagera plus, mais vivra sur le fond marin en se nourrissant d'autres petits animaux. L'étoile de mer présentée ici vient à peine de quitter le stade larve, elle ne mesure encore que deux millimètres de diamètre !

Alors que la larve est caractérisée par une symétrie bilatérale et est affublée de trois paires de longs *appendices natatoires*, l'étoile de mer proprement dite présente quant à elle, comme tous les autres échinodermes, une symétrie pentamère : elle possède en effet cinq groupes de pieds entourant une bouche centrale. Ces pieds lui servent à se déplacer, mais aussi à adhérer via une colle et une « anticolle », comme les oursins.

Diamètre de l'étoile de mer photographiée : ~2 mm  
Microscopie électronique à balayage – Delphine Haesaerts  
Service de Biologie des Organismes Marins et Biomimétisme,  
Pr I. Eeckhaut et Pr P. Flammang,  
Faculté des Sciences



# ARCHITECTURE sous-marine

14

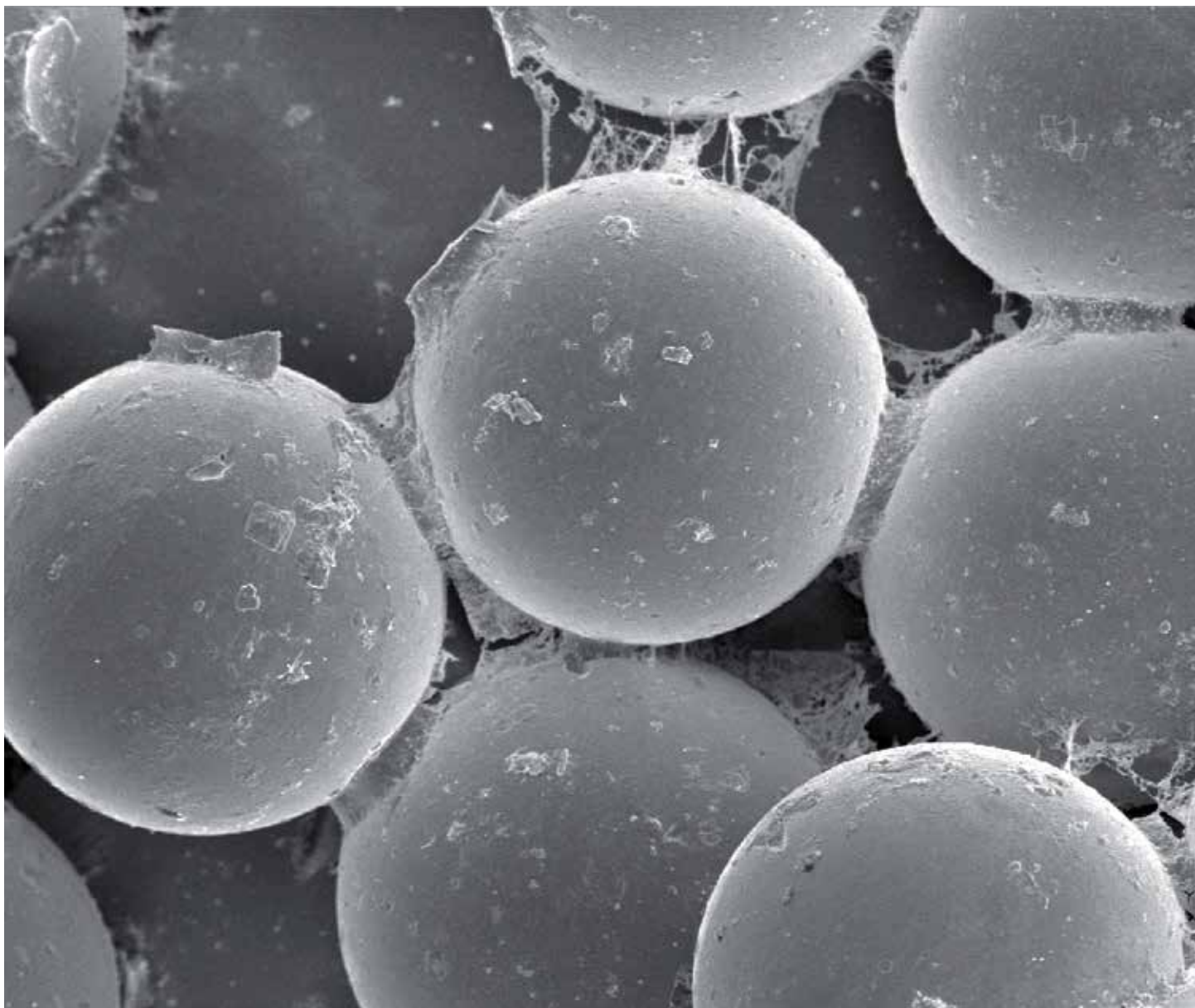
La structure ci-contre n'est pas une œuvre humaine : elle est le fruit de l'ingénierie d'un ver marin de quelques centimètres de long, l'*hermelle*. Ce petit animal vit dans un tube d'une dizaine de centimètres de hauteur, qu'il se construit en agglomérant, grâce à sa propre sécrétion adhésive, des grains de sable et ce, dans un milieu humide. Cette colle, composée de protéines spécialisées, est produite sous la forme d'un liquide visqueux qui durcit au contact de l'eau de mer. Les structures ainsi fabriquées résistent extrêmement bien aux vagues et aux courants marins.

Les hermelles sont des animaux grégaires : chaque individu construit son abri cylindrique de manière à ce qu'il soit en contact avec les tubes des autres vers. L'ensemble de la colonie forme ainsi un récif pouvant atteindre plusieurs kilomètres carrés de superficie. En Europe, les plus grands récifs d'hermelles se trouvent dans la baie du Mont-Saint-Michel. Vus de loin, ils ressemblent à s'y méprendre à de la roche.

L'image ci-contre montre des microbilles de verre maçonnées par le petit ver au moyen de minuscules gouttes de colle. Les points de colle sont bien visibles sur la photographie.

Cela fait maintenant vingt ans que les biologistes marins de l'UMONS étudient le problème de l'adhésion sous l'eau. À l'heure actuelle, trois protéines qui interviennent dans la fabrication de la colle aquatique produite par les hermelles, ont été découvertes.

Diamètre d'une microbille : ~200 µm  
Microscopie électronique à balayage – Aurélie Lambert  
Service de Biologie des Organismes Marins et Biomimétisme,  
Pr I. Eeckhaut et Pr P. Flammang,  
Faculté des Sciences



# LARVE DE POLYCHÈTE

16

Aérienne, bien que vivant en milieu aquatique, cette larve de polychète provient du plancton marin étudié dans le canal du Mozambique, au sud-ouest de Madagascar. Un des objectifs de cette étude est de surveiller tout au long d'une année les modifications de composition du plancton : suivre l'évolution des quantités et de la biodiversité est essentiel, et peut même avoir des répercussions sur notre consommation alimentaire.

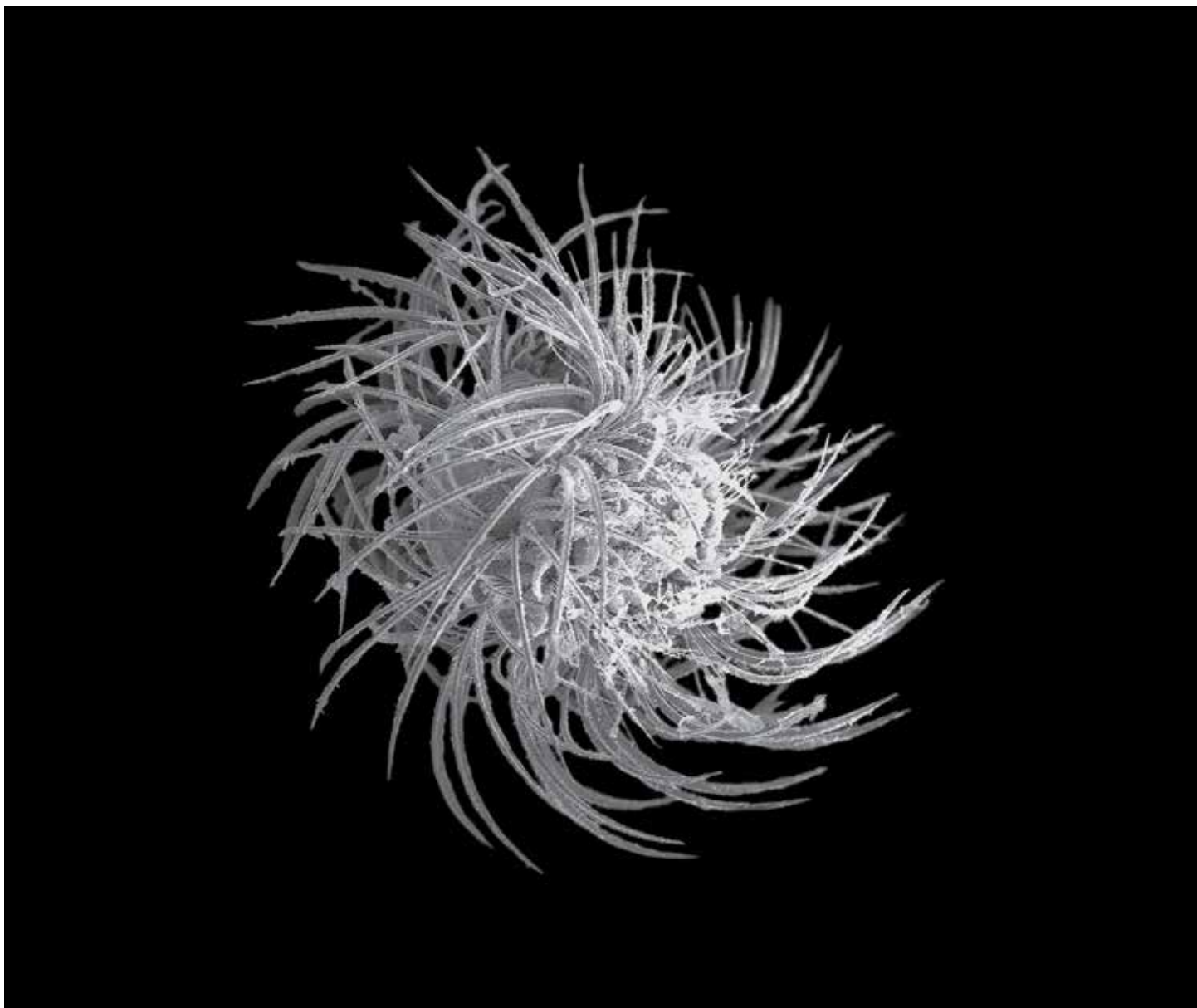
Le plancton constitue la base de nombreuses chaînes alimentaires du milieu marin. Il est composé d'un ensemble de microorganismes photosynthétiques, le *phytoplankton*, et d'organismes brouteurs ou carnivores, le *zooplankton*. Par définition, tout organisme marin porté par les courants, incapable de s'orienter, fait partie du plancton, c'est le cas des méduses, indépendamment de leurs tailles.

Le zooplankton comprend un nombre invraisemblable d'individus adultes et de larves d'espèces très variées, parmi lesquelles les *polychètes* – vers marins appartenant au phylum des annélides, présents dans toutes les mers du globe, de la surface aux profondeurs abyssales. La plupart vivent sur ou dans les substrats marins. Leurs modes alimentaires sont très variés : ils peuvent se nourrir de la matière organique présente dans le sédiment, de particules en suspension dans l'eau, ou encore se comporter en prédateurs vis-à-vis d'autres animalcules. Pour se reproduire, ils émettent leurs gamètes dans la colonne d'eau où se produit la fécondation. L'oeuf engendré donne naissance à une larve qui circule dans l'eau pendant plusieurs jours, voire plusieurs semaines, avant de se métamorphoser et de coloniser les substrats.

Le terme polychète vient de *poly* « beaucoup », et de *chète* « soie ». Les soies sont les petits pics visibles sur l'image ci-contre, et qui seront encore visibles sur l'animal adulte, qui ressemble à nos vers de terre.

Diamètre de la larve photographiée : 100 µm  
Microscopie électronique à balayage – Igor Eeckhaut  
Service de Biologie des Organismes Marins et Biomimétisme,  
Pr I. Eeckhaut et Pr P. Flammang,  
Faculté des Sciences





# Nereis

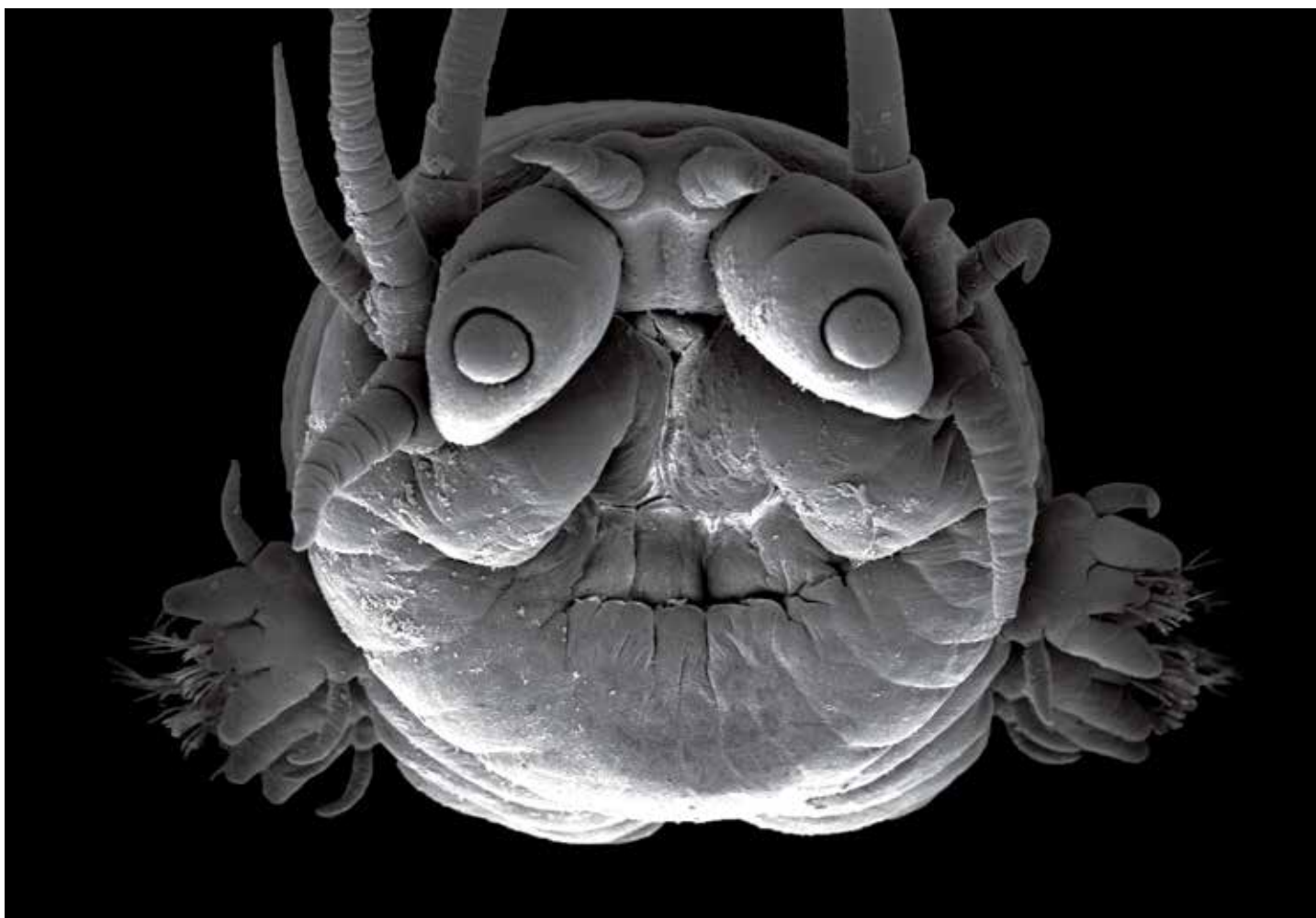
18

La photographie ci-contre est celle de la tête d'un polychète - ver marin proche de nos lombrics. Il est tentant d'y voir un visage... En réalité, notre cerveau nous trompe, il s'agit d'une illusion anthropomorphique : les « yeux » et les « cheveux » correspondent à ses *palpes* et ses *cirres*, ses organes sensoriels olfactifs, alors que la « bouche » correspond à une fente qui abrite une trompe *évaginable* – qui peut jaillir de l'orifice – sur laquelle se trouve une véritable « mâchoire » ! Quant aux « mains », ce sont des *parapodes*, organes locomoteurs qui interviennent aussi dans la respiration.

Très communs dans les régions au niveau de la zone de balancement des marées et très facilement repérables grâce aux « tourbillons » de sable qu'ils laissent sur nos plages, les polychètes constituent un grand groupe d'animaux (estimé à 10 000 espèces). Ils présentent des modes de vie et des morphologies très variés. Certains sont sédentaires et filtrent les particules organiques dans l'eau ou le sable. D'autres sont mobiles et se nourrissent de petits organismes vivants : ce sont donc de véritables prédateurs, c'est le cas du polychète illustré qui porte le doux nom de *Nereis*.

Mais, comment différencier un ver polychète d'un ver de terre traditionnel (*olygochète*) ? Un des critères-clés est la présence de nombreuses soies sur les parapodes, à l'origine du terme même de *polychète*.

Diamètre caractéristique du nereis : 2 à 3 mm  
Microscopie électronique à balayage – Guillaume Cautier  
Service de Biologie des Organismes Marins et Biomimétisme,  
Pr I. Eeckhaut et Pr P. Flammang,  
Faculté des Sciences



# Le masque africain

20

Lorsque cette image est apparue sur l'écran du microscope électronique, certains chercheurs y ont vu un masque africain, d'autres un clown coiffé d'un chapeau mexicain...

La créature photographiée est en fait une larve de concombre de mer, une *holothurie*. Les holothuries sont des invertébrés qui font partie des échinodermes, parmi lesquels on trouve également les oursins, les étoiles de mer ou encore les ophiures. Les concombres de mer sont comestibles et très appréciés des populations asiatiques. Malheureusement, dans certains pays en voie de développement, la surpêche est à l'origine d'une diminution alarmante de leurs populations naturelles. Séchée et salée, l'holothurie peut en effet se vendre jusqu'à 300 euros du kilo.

Dès lors, des programmes d'aquaculture d'holothuries sont mis en place dans de nombreuses nations insulaires ou côtières, et notamment à Madagascar. *Holothuria scabra* est l'espèce cultivée à Madagascar *Holothurie*, une spin-off belgo-malgache née des recherches impliquant l'UMONS, l'ULB et l'Université de Tuléar (Madagascar).

D'autres espèces d'holothuries pourraient être cultivées et notamment *Holothuria lessoni* qui a l'avantage de présenter une taille supérieure à l'âge adulte. Des études sur le développement de ces espèces dans les mêmes conditions d'aquaculture qu'*Holothuria scabra* ont été réalisées à Madagascar. Elles avaient notamment comme objectif de décrire le cycle de différentes espèces d'holothuries comestibles, de l'ovocyte jusqu'au stade adulte. La larve photographiée ici est issue d'un croisement entre *Holothuria scabra* et *Holothuria lessoni*. Elle n'avait que 19 jours lors de la séance de microscopie.

Longueur de la larve : ~ 0,5 mm  
Microscopie électronique à balayage – Nathalie Roger  
Service de Biologie des Organismes Marins et Biomimétisme,  
Pr I. Eeckhaut et Pr P. Flammang,  
Faculté des Sciences



# SEXE D'ABEILLE

22

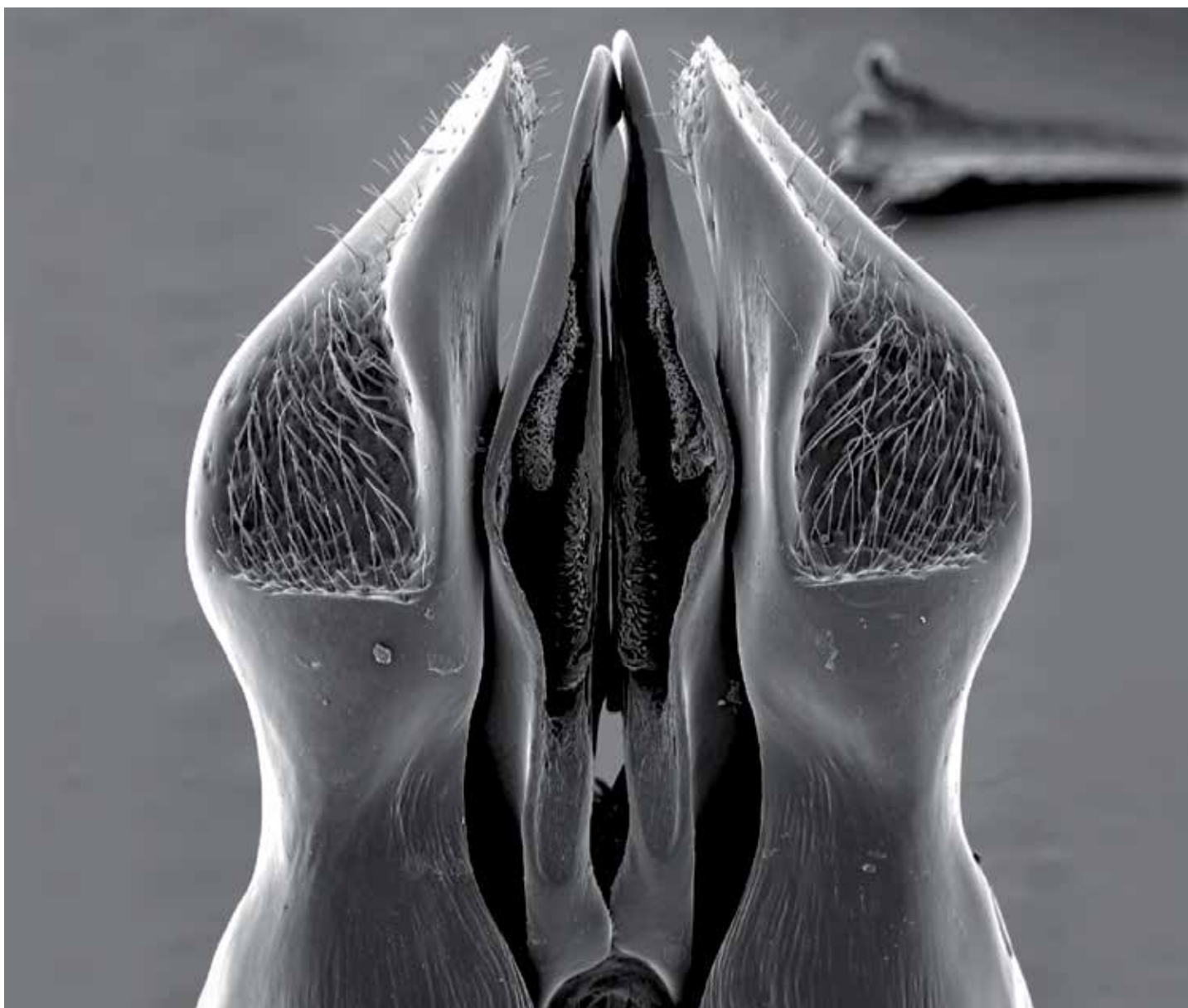
Photographier le sexe d'une abeille mâle, quelle étrange idée... C'est pourtant ce que font régulièrement les zoologistes de l'UMONS. Une partie de leur travail de recherche consiste en effet à identifier les espèces d'abeilles. Pour cela, les chercheurs se basent sur des critères morphologiques, comme la structure du *genitalia*, le sexe de l'abeille mâle. Le genitalia représenté ici est celui d'une nouvelle espèce, identifiée pour la première fois par Denis Michez, et baptisée *Capicola danforthi*, en hommage à Bryan Danforth, grand spécialiste des abeilles à *Cornell University* (USA).

Ce genitalia présente deux structures extérieures que l'abeille mâle utilise comme forceps pour écarter le dard de la femelle ; les deux structures intérieures quant à elles permettent au mâle de s'accrocher à la femelle. Le pénis lui-même est membraneux et ne sort qu'au moment de la pénétration.

Le monde des abeilles est extraordinaire et dépasse largement le microcosme de l'apiculture. Près de 20 000 espèces d'abeilles sont actuellement référencées, dont pas loin de 400 rien que sur le territoire belge. Il en resterait probablement encore une dizaine de milliers à identifier !

La plupart des abeilles sont sauvages et solitaires, et ne vivent que deux à trois semaines. Ces abeilles ne produisent pas de miel. Seules sept espèces d'abeilles sont mellifères. Ce sont des abeilles qui vivent en société et dont l'espérance de vie dépasse une année. Une seule espèce parmi les sept est domestiquée, c'est *Apis mellifera*. Le miel est une réponse évolutive aux besoins en énergie des abeilles devant survivre à l'hiver, sans fleurs. Corollaire, le stockage du miel les contraint alors à une vie plus confinée.

Longueur du sexe d'abeille mâle : 1 mm  
Microscopie électronique à balayage – Denis Michez  
Service de Zoologie, Pr P. Rasmont,  
Faculté des Sciences



# BROSSE DE RÉCOLTE

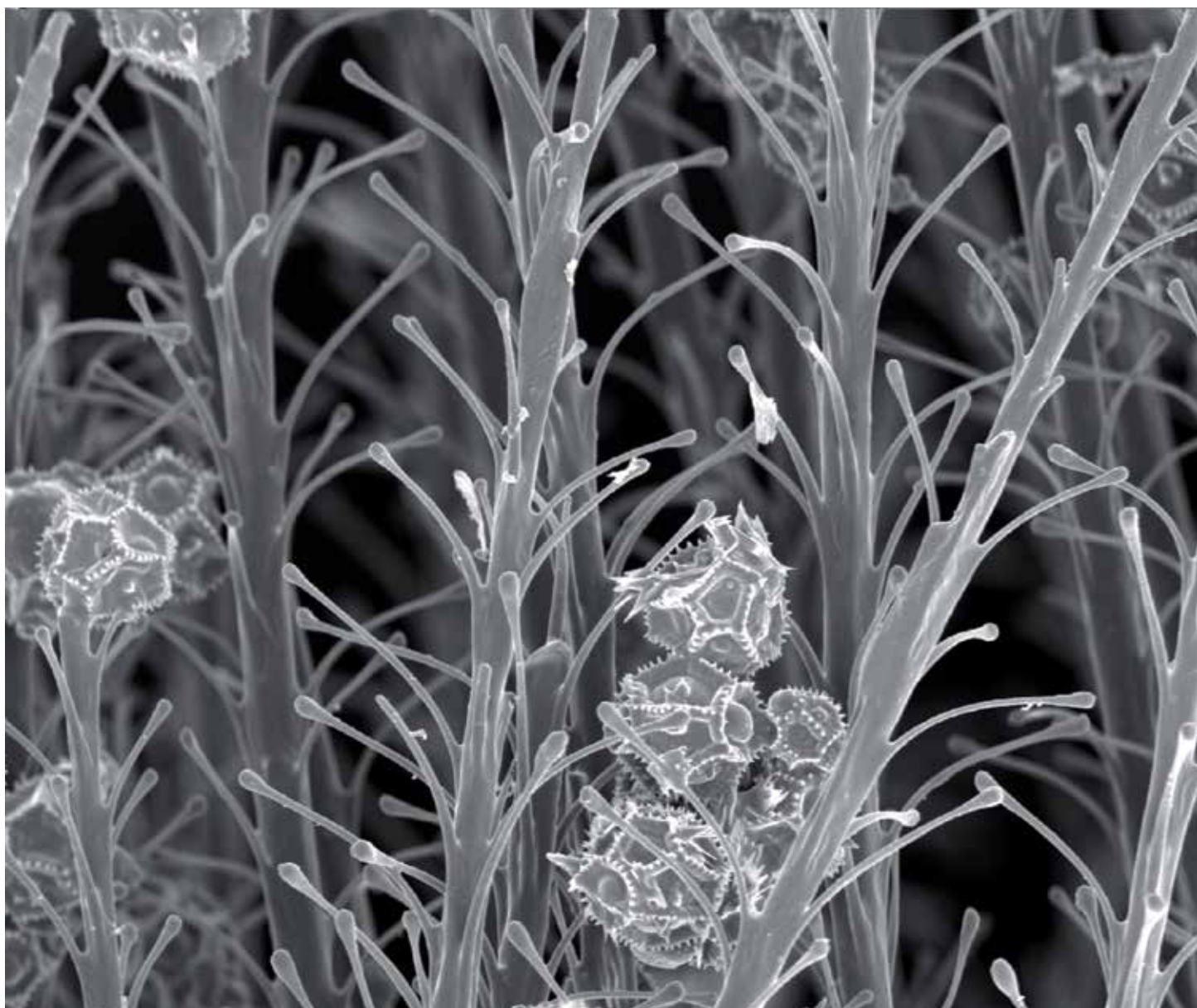
24

Les abeilles femelles butinent le pollen des fleurs grâce à leurs poils. Généralement, la récolte se fait au moyen des pattes postérieures, dont les poils présentent des structures particulières qui facilitent la capture et le stockage du pollen. Ce cliché montre une structure en « plumeau », très efficace pour retenir le pollen. Les grains de pollen observés ici appartiennent à ceux de la famille du pissenlit (*Asteraceae*), ils présentent tous la même morphologie. La femelle examinée ici, de l'espèce *Dasygastera visnaga*, a donc toujours visité la même plante. L'alimentation de cette abeille est dite spécialisée dans le pollen de cette famille de plantes. La spécialisation alimentaire est un comportement relativement fréquent chez les abeilles. Au cours de leur vie, les abeilles sont capables d'apprendre à manipuler certaines fleurs et sont surtout capables d'améliorer leurs performances. Le fait de se spécialiser permet de mieux « connaître » la fleur visitée et de récolter plus rapidement son pollen.

Les abeilles sont apparues sur Terre bien avant l'Homme, il y a 120 millions d'années, en même temps que les plantes à fleurs ; abeilles et fleurs ont donc eu le temps d'évoluer, souvent de concert, ce qui explique la fantastique diversité observée chez ces *hyménoptères*. Au-delà de la systématique, l'étude des abeilles se révèle donc essentielle pour comprendre les mécanismes de l'évolution et des adaptations croisées.

Diamètre d'un grain de pollen de pissenlit : 30  $\mu\text{m}$   
Microscopie électronique à balayage – Denis Michez  
Service de Zoologie, Pr P. Rasmont,  
Faculté des Sciences





# POLLENS SUR LANGUE D'ABEILLE

26

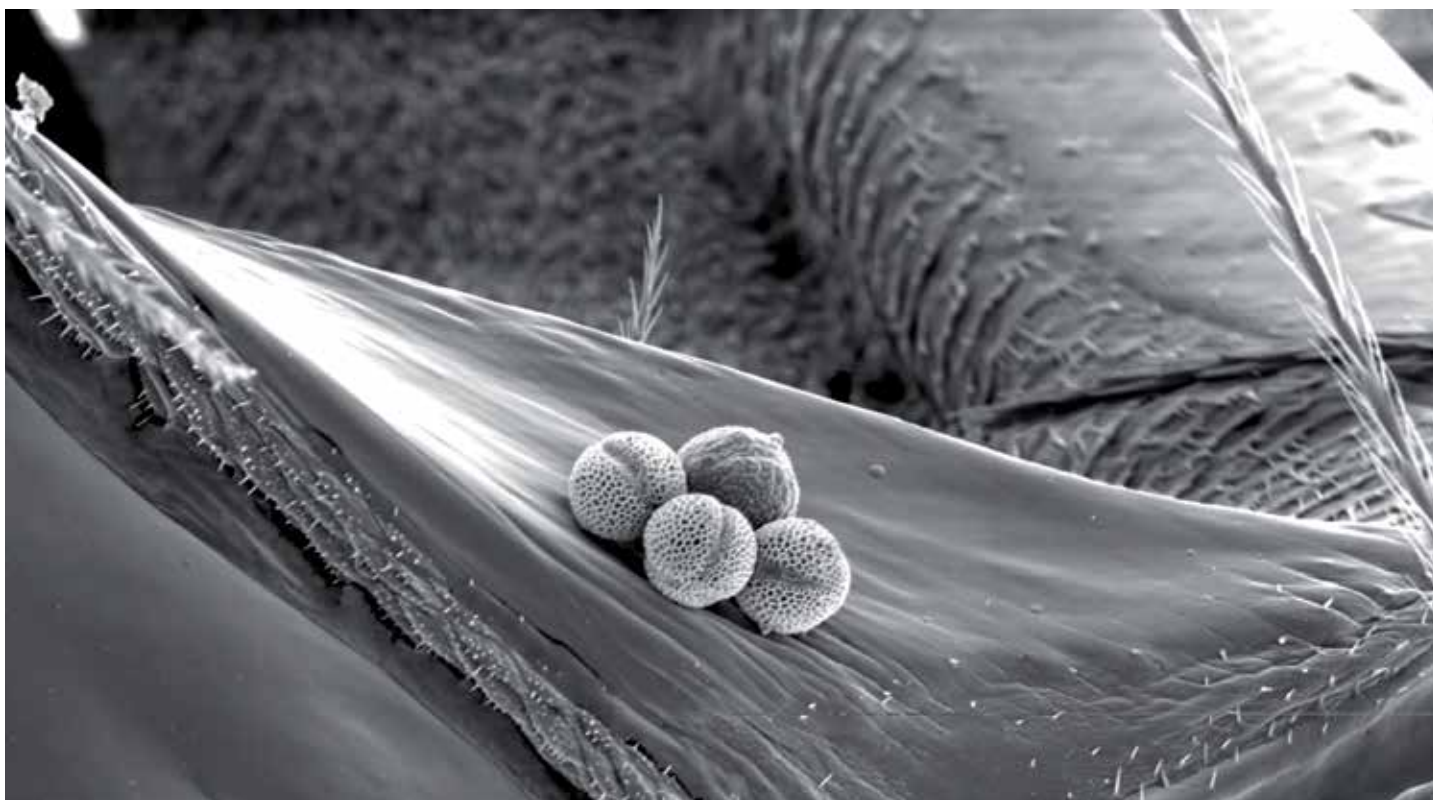
Au contraire de leurs ancêtres carnivores que sont les guêpes, les abeilles sont des insectes exclusivement végétariens, qui se nourrissent du pollen et du nectar produits par les plantes à fleurs. Les femelles volent de fleur en fleur pour butiner les précieuses récompenses qu'elles ramassent avec leurs pattes ou leur abdomen. Une partie du pollen récolté est directement mangée par l'abeille elle-même, l'autre partie permet de nourrir les larves. Ce cliché montre quatre grains de pollen déposés juste à la base de la langue de l'abeille, à l'entrée de la bouche. Ces grains sont avalés et rapidement digérés grâce à un système digestif spécialement bien adapté.

La récolte des grains de pollen par les abeilles participe à la pollinisation des plantes, c'est-à-dire aux transferts des grains de pollen sur les stigmates, de fleur en fleur. Ces transferts sont un préalable nécessaire à la production de fruits. C'est pour cette raison que les abeilles sont essentielles dans la nature : sans elles, pas de transfert de pollen ; sans transfert de pollen pas de fruits ; sans fruit, pas de reproduction de la plante, et sans plante...

Le miel n'est en fait produit que par sept espèces d'abeilles, dont l'abeille domestique *Apis mellifera*. Ces abeilles disposent d'un jabot qui leur permet dans un premier temps d'ingurgiter pollen et nectar, et de régurgiter ensuite, suivant leurs besoins... du miel.

La systématique et les aspects évolutifs ne sont pas les seules raisons qui poussent les chercheurs à se pencher sur les abeilles. On assiste aujourd'hui à une importante diminution des populations d'abeilles. Comprendre l'origine du problème est fondamental pour notre futur : en Europe, près de 90% des fleurs sont pollinisées par les abeilles. Ces insectes jouent donc un rôle de premier plan dans notre écosystème... et sont essentiels à notre survie.

Diamètre d'un grain de pollen : 30  $\mu\text{m}$   
Microscopie électronique à balayage – Denis Michez  
Service de Zoologie, Pr P. Rasmont,  
Faculté des Sciences



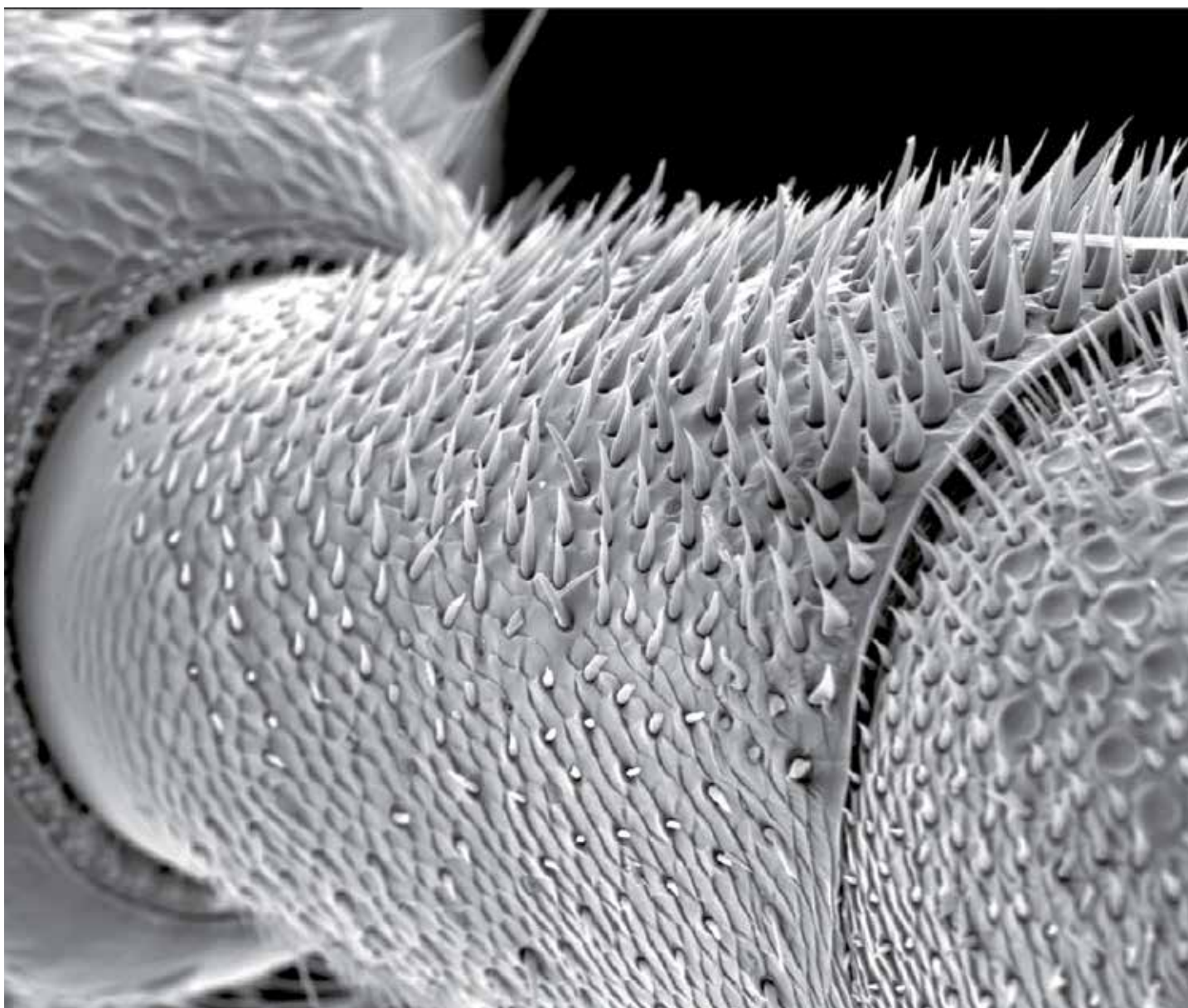
# ANTENNE D'ABEILLE

28

Les antennes des insectes en général, et celles des abeilles en particulier, sont composées de plusieurs segments. Sur chacun des segments, se trouvent des sensilles. Beaucoup plus que de simples poils, ce sont des organes de la perception : ils permettent à l'abeille de sentir les odeurs. Les molécules qui composent les divers parfums sont captées par ces sensilles qui sont reliées chacune directement à un neurone du cerveau. Le sens de l'odorat est extrêmement important chez les abeilles. Par exemple, c'est principalement grâce à leur odorat qu'elles trouvent les fleurs et choisissent celles qu'elles vont butiner. Elles remontent la trace d'un parfum pour arriver jusqu'à la fleur. De même, les rencontres entre partenaires sexuels sont basées principalement sur les odeurs. Gare aux mâles mal lavés, ils n'auront pas beaucoup de succès ! Les abeilles sont aussi capables de sentir leurs prédateurs et sont particulièrement sensibles à l'odeur du CO<sub>2</sub> émis par les mammifères mangeurs de miel.

L'efficacité de l'olfaction des abeilles a depuis longtemps été remarquée par les scientifiques. Certains chercheurs ont même testé avec succès la capacité des abeilles à détecter la présence d'explosifs cachés dans les bagages. En effet, lorsque des abeilles sont alimentées systématiquement en présence d'odeur d'explosifs, elles développent très rapidement un réflexe de type Pavlov : elles associent l'odeur au fait qu'elles vont se nourrir et passent... la langue ! Dès lors, lorsqu'un groupe d'abeilles préalablement entraînées et confinées est mis en présence de valises suspectes, si la majorité d'entre-elles passent la langue, c'est parce qu'elles ont probablement détecté l'odeur d'explosifs !

Dimension d'une sensille : 10 à 15 µm  
Microscopie électronique à balayage – Denis Michez  
Service de Zoologie, Pr P. Rasmont,  
Faculté des Sciences



# LES SECRETS DE LA CRAIE BLANCHE

30

Ces étranges paysages sont ceux que révèlent la craie lorsqu'elle est examinée au microscope électronique à balayage. La craie est une roche calcaire composée essentiellement de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) et, parfois, d'un peu d'argile. D'origine sédimentaire, elle s'est formée par le dépôt progressif de coques de végétaux aquatiques de type phytoplancton, les *coccolithophoridés*. Ces planctons sont en effet enveloppés d'une coque sphérique de  $\text{CaCO}_3$ , d'environ 10  $\mu\text{m}$  de diamètre, nommée *coccosphère*. Au cours de leur vie, lorsque ces végétaux pèlent, ou à leur mort, leurs carapaces retombent sur les fonds marins, entiers ou brisés : ce sont les *coccolithes*, qui s'accumulent et finissent par former la craie. La craie est donc d'origine biologique.

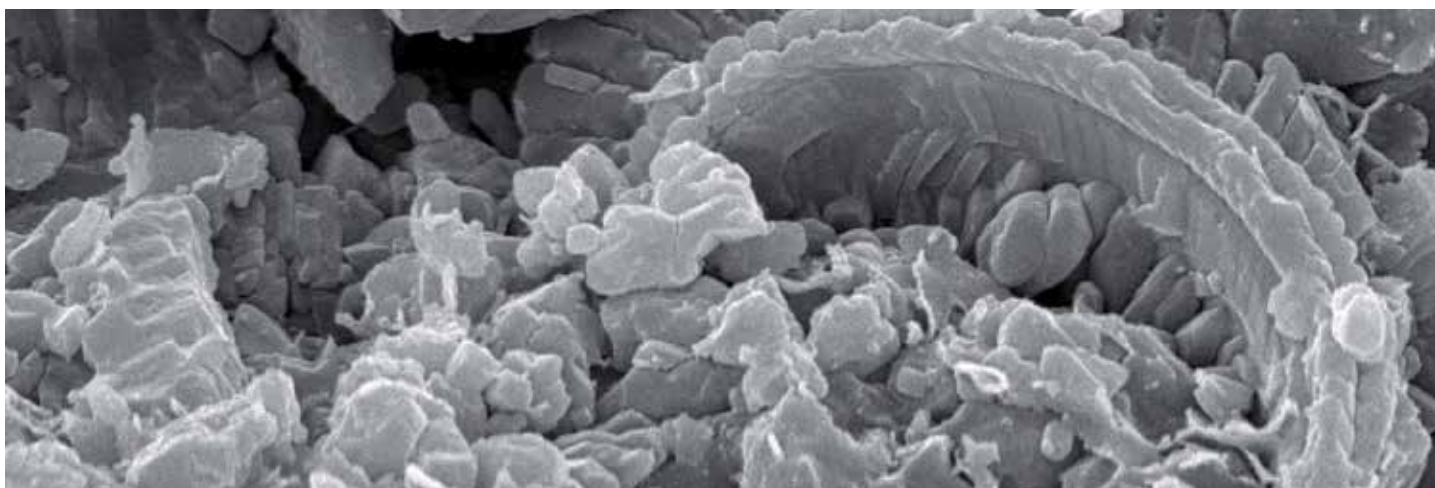
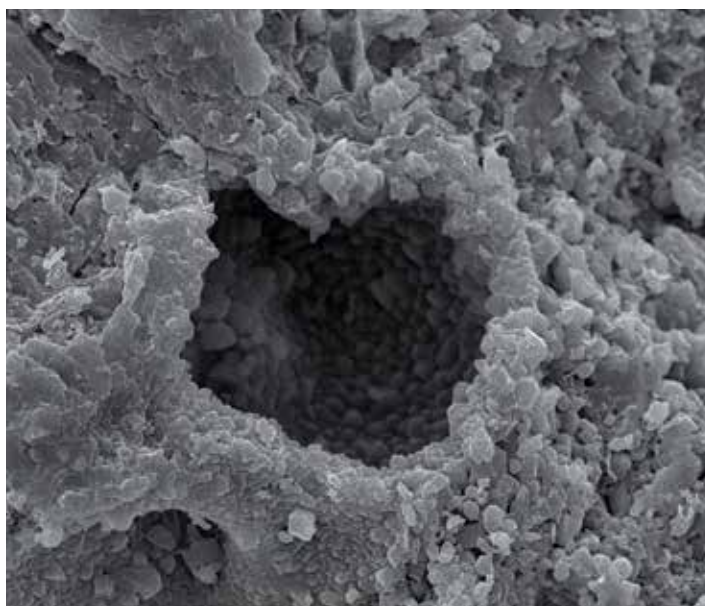
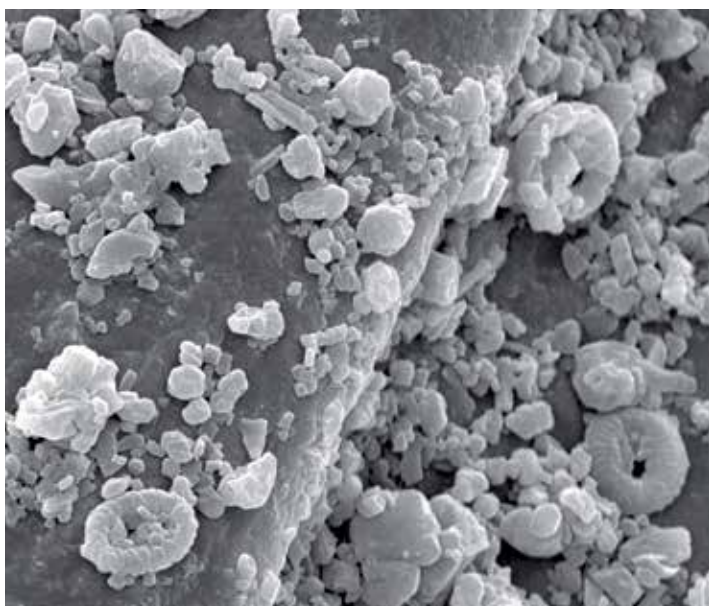
Or, il y a environ 90 à 65 millions d'années, au Crétacé supérieur, une mer chaude et peu profonde recouvrait la région montoise. Nombre de ces coccolithes se sont accumulés sur des dizaines de mètres d'épaisseur, expliquant la présence massive de craie blanche dans le bassin de Mons.

L'empilement irrégulier des coccolithes confère à la craie une porosité très élevée : la craie peut être vue comme une véritable éponge minérale ! Cette porosité permet à la roche de contenir des fluides. Ainsi, dans notre région, la craie contient de l'eau et forme des aquifères. Ailleurs, comme en mer du Nord, où la couche de craie atteint parfois plusieurs milliers de mètres d'épaisseur, elle peut contenir du pétrole ou du gaz naturel, ce qui explique la présence des plateformes pétrolières dans cette partie du monde. Parmi les problèmes sur lesquels travaillent les ingénieurs géologues de l'UMONS, citons l'enfoncement des plateformes – pouvant aller jusqu'à une dizaine de mètres – consécutifs au pompage du pétrole hors de la craie. En effet, vidé de son contenant, la craie se tasse sous le poids des autres couches géologiques. L'étude de la craie revêt donc une importance économique essentielle au sein de notre société.

Outre son aspect de roche réservoir, la craie naturelle elle-même est utilisée dans de nombreux domaines : durant de nombreuses années, les enseignants s'en servaient pour écrire sur les tableaux noirs ; aujourd'hui, elle constitue un des éléments essentiels du ciment. Elle est aussi répandue sur les champs pour les enrichir en calcium.

Observée au microscope électronique, la craie dévoile donc nombre de ses secrets... Et parmi ces débris calcaires, avec un peu de chance, des coccolithes entiers peuvent encore être visibles !

Dimension d'un anneau de coccolithe : ~10  $\mu\text{m}$   
Microscopie électronique à balayage – Sara Vanduycke  
Service de Géologie fondamentale et appliquée,  
Pr O. Kaufmann  
Faculté Polytechnique



# CHOUX-FLEURS MÉTALLIQUES

32

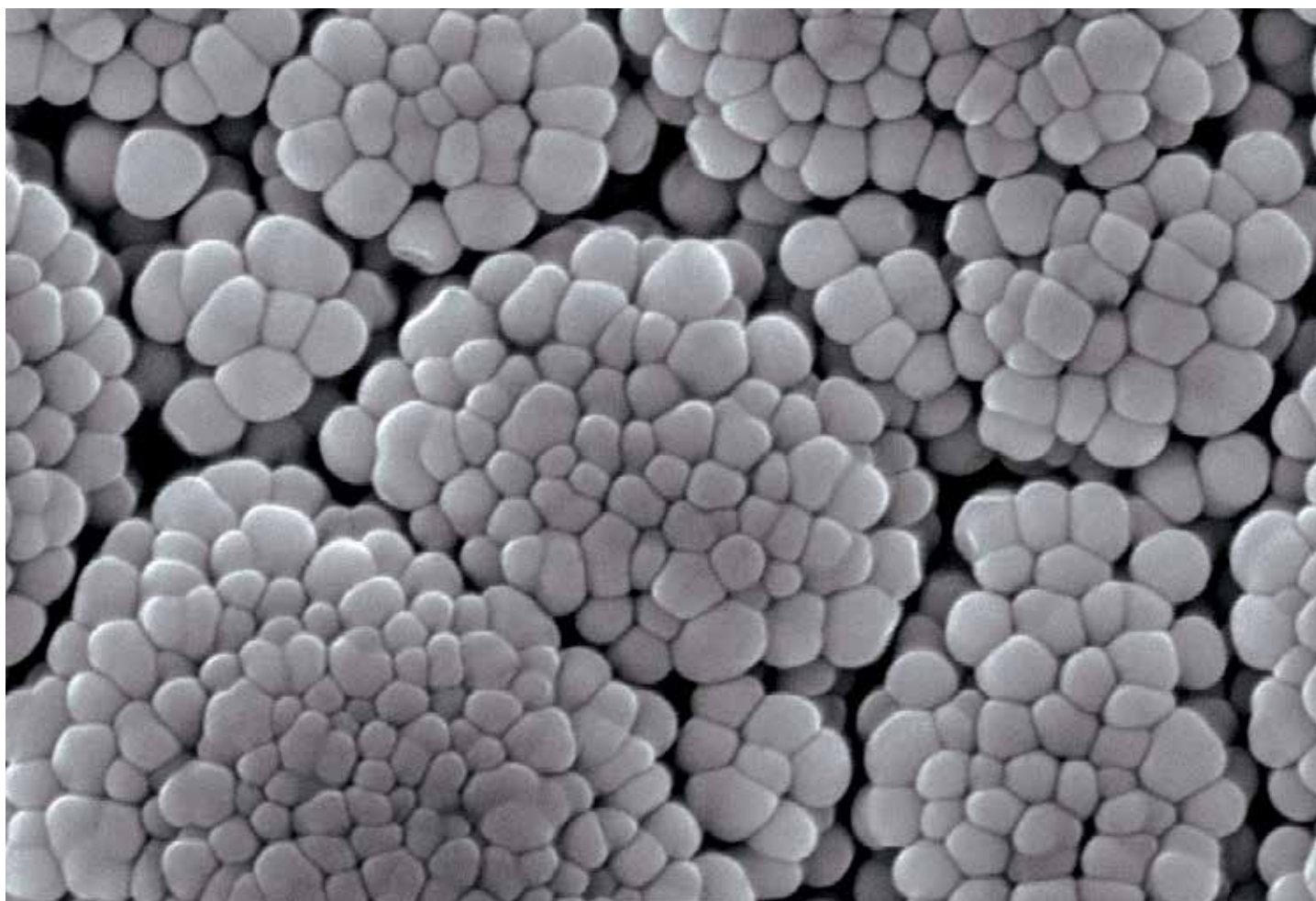
Ces curieux « choux-fleurs » sont composés d'un alliage de nickel et de bore et sont obtenus par réaction chimique : une réduction de sels de nickel par un agent chimique en solution aqueuse.

Les « choux-fleurs » grandissent au fur et à mesure de l'avancement de la réaction, jusqu'à entrer en contact les uns avec les autres. Ils donnent alors naissance à un matériau capable de protéger efficacement les métaux de la corrosion, tout en leur assurant une plus grande dureté. L'alliage est par exemple utilisé pour recouvrir les lames de scies. Il est aussi exploité par les industries pétrolières et chimiques pour protéger leurs infrastructures de transport (conteneur, pipeline, ...). Des applications moins sympathiques lui ont été trouvées, notamment dans le domaine militaire où il permet d'éviter l'utilisation de lubrifiant liquide.

Le service de Métallurgie de la Faculté Polytechnique de l'UMONS travaille sur cet alliage depuis quinze ans. Du point de vue industriel, le procédé de dépôt sur un métal est complètement au point. Néanmoins, des zones d'ombre persistent au niveau de la compréhension fine du phénomène chimique. Comprendre parfaitement le processus de dépôt permettrait d'améliorer encore le procédé.

Taille d'un grain du « chou-fleur » : 100 à 200  $\mu\text{m}$   
Microscopie électronique à balayage  
Véronique Vitry et Jacques Dutrieux  
Service de Métallurgie, Pr. F. Delaunois  
Faculté Polytechnique





# APPRENTIS CHERCHEURS

34

**Explorer l'Invisible, cela s'apprend... En effet, manipuler une machine aussi sophistiquée et performante qu'un microscope électronique à balayage ne s'improvise pas. Les images qui suivent sont l'œuvre d'étudiants. Certaines ont été réalisées dans le cadre d'un stage de microscopie électronique. D'autres ont été obtenues dans le cadre de travaux de fin d'études, premières incursions concrètes pour ces jeunes biologistes dans le monde passionnant de la recherche scientifique.**

## BONZAÏ...

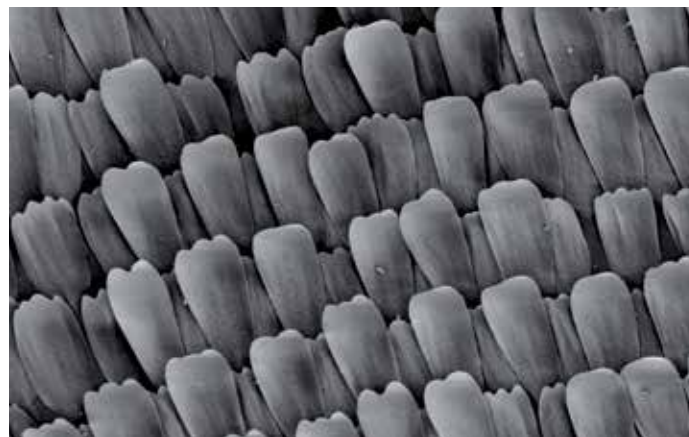
Promenez-vous à marée basse sur la plage belge de La Panne. Peut-être verrez-vous de petits tubes verticaux, en partie ensablés. À l'intérieur, vivent de petits vers qui se nourrissent des aliments charriés par le courant et qu'ils capturent grâce à leurs petits tentacules. On voit ici une des branchies de ce *Lanice Conchilega*, photographié pour la première fois à l'aide d'un microscope électronique par une étudiante de l'UMONS. Son objectif était de reprendre les quelques études réalisées par les biologistes du XIX<sup>e</sup> s., et de les revisiter en en faisant appel à la technologie du XXI<sup>e</sup> s. La hauteur caractéristique de la branchie est d'environ 3 mm.



Prise de vue : Séverine Verdeyen

## INGÉNIERIE BIOLOGIQUE

Ces minuscules écailles, longues d'environ un dixième de millimètre, ont été photographiées sur une aile de papillon. Non seulement elles protègent les délicates ailes membraneuses, mais elles jouent aussi un rôle dans le contrôle du vol ou encore dans la communication. En effet, leurs dimensions extrêmement réduites leur confèrent des propriétés optiques particulières, à l'origine des merveilleuses couleurs que l'on peut admirer sur les ailes des papillons. Ce cliché a été réalisé dans le cadre d'un stage de microscopie électronique.



Prise de vue : Séverine Verdeyen

## MAELSTROM

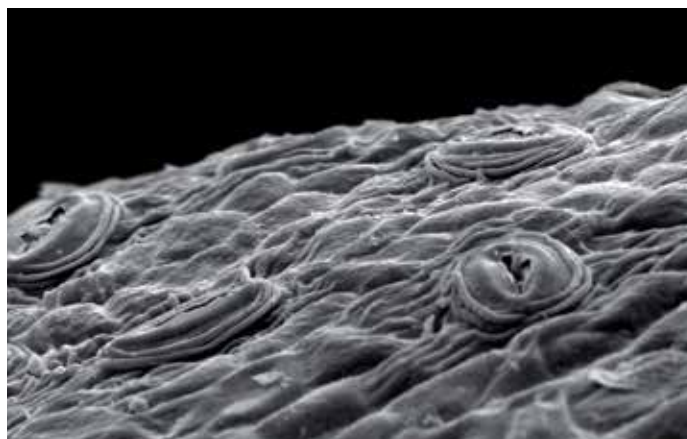
Le corps des araignées est recouvert par une couche protectrice sécrétée par leur épiderme, la *cuticule*. Les stries régulières de la cuticule observée ici à la surface de l'abdomen d'une *épeire des fissures* semblent contourner une sorte de trou noir : il s'agit en fait de la structure résiduelle d'un poil cassé ou tombé, son « socle » en quelque sorte (5 à 15 µm de diamètre). Cliché obtenu lors du stage de microscopie électronique.



Prises de vue : Quentin De Meur

## INSPIREZ, EXPIREZ...

Prenez une feuille d'arbre et observez-la à la loupe, ou mieux, étudiez-la au microscope électronique. De mystérieuses structures en forme d'œil font alors leur apparition : les *stomates*. Véritables écoutilles sur le monde extérieur (environ 10 µm de diamètre), ils s'ouvrent la journée permettant au CO<sub>2</sub> atmosphérique de pénétrer dans les tissus de la plante pour alimenter la photosynthèse. Pour pouvoir circuler librement et remplir sa fonction, ce CO<sub>2</sub> doit pouvoir se dissoudre et nécessite donc un apport continu en eau dans la feuille. Ce processus présente cependant une faille : lorsque les stomates sont ouverts, ils laissent l'eau s'évaporer. Pour limiter ces pertes d'eau – plus de 300 litres par jour pour un chêne –, un élégant mécanisme permet aux stomates de se fermer la nuit. Chez les plantes grasses, adaptées aux milieux arides, les stomates s'ouvrent plutôt la nuit pour stocker le carbone nécessaire, et se ferment la journée pour éviter des pertes d'eau trop importantes. Image obtenue dans le cadre du stage de microscopie électronique.



Prises de vue : Quentin De Meur

# À TABLE !

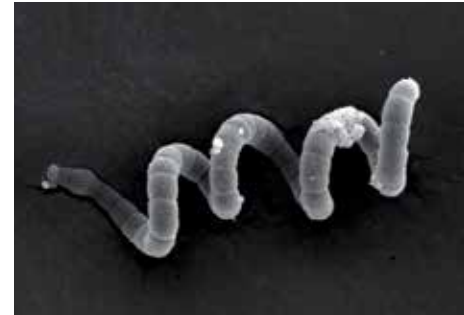
36

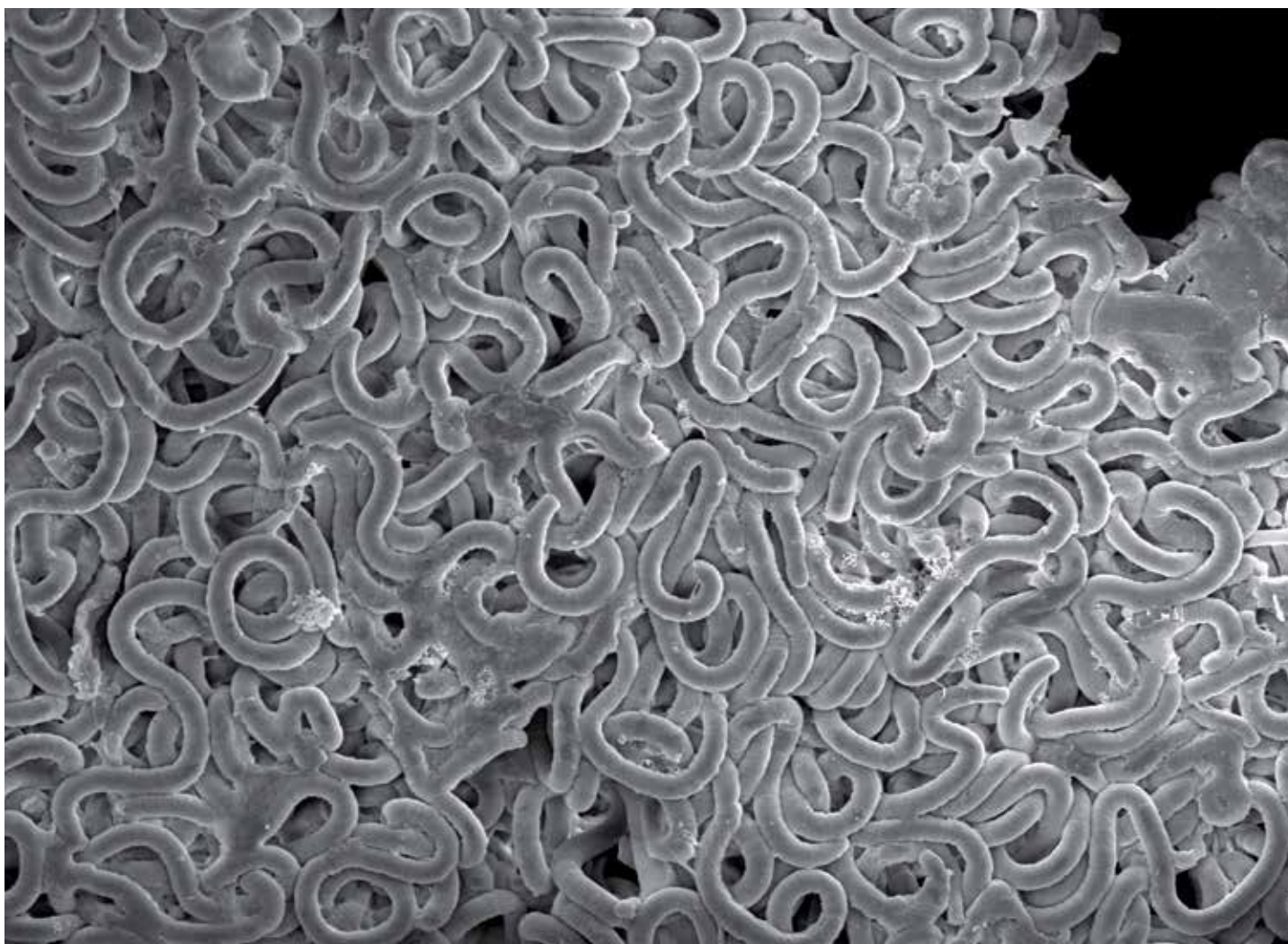
*Arthrospira sp PCC 8005* est une cyanobactérie que l'on peut observer dans une multitude d'environnements tels que les eaux saumâtres ou encore les sols. Cette cyanobactérie s'associe à ses congénères pour former de curieuses colonies hélicoïdales. Riche en protéines, vitamines, minéraux et antioxydants, elle est très intéressante pour l'alimentation et la santé humaine.

Elle constitue un élément-clé du projet européen MELISSA (*MicroEcological Life Support System Alternative*) qui vise à développer un écosystème clos artificiel en vue de la préparation du premier vol habité vers la planète Mars. L'objectif est de développer des réacteurs biologiques permettant de recycler les déchets pour produire de l'eau et de l'oxygène ; l'étude d'*Arthrospira* s'intègre plus particulièrement dans le volet du projet qui vise à produire de la nourriture équilibrée pour les spationautes.

Les images présentées ici sont extraites d'un travail de fin d'études d'un étudiant en Sciences biologiques qui s'est penché sur la flottabilité de ces étonnantes colonies de bactéries.

Dimension caractéristique d'une colonie : 100 à 500  $\mu\text{m}$   
Microscopie électronique à balayage - Frédéric Deschoenmaeker  
Service de Protéomique et de Microbiologie, Pr R. Wattiez,  
Facultés des Sciences





# Macédoine

38

Un citron, un kiwi, un raisin... mais pourquoi donc avoir inséré une image de ces trois fruits dans ce catalogue sensé illustrer l'invisible ? L'image du kiwi présenté ici ne montre finalement rien de plus que ce que nous en voyons, coupé en deux, au petit-déjeuner...

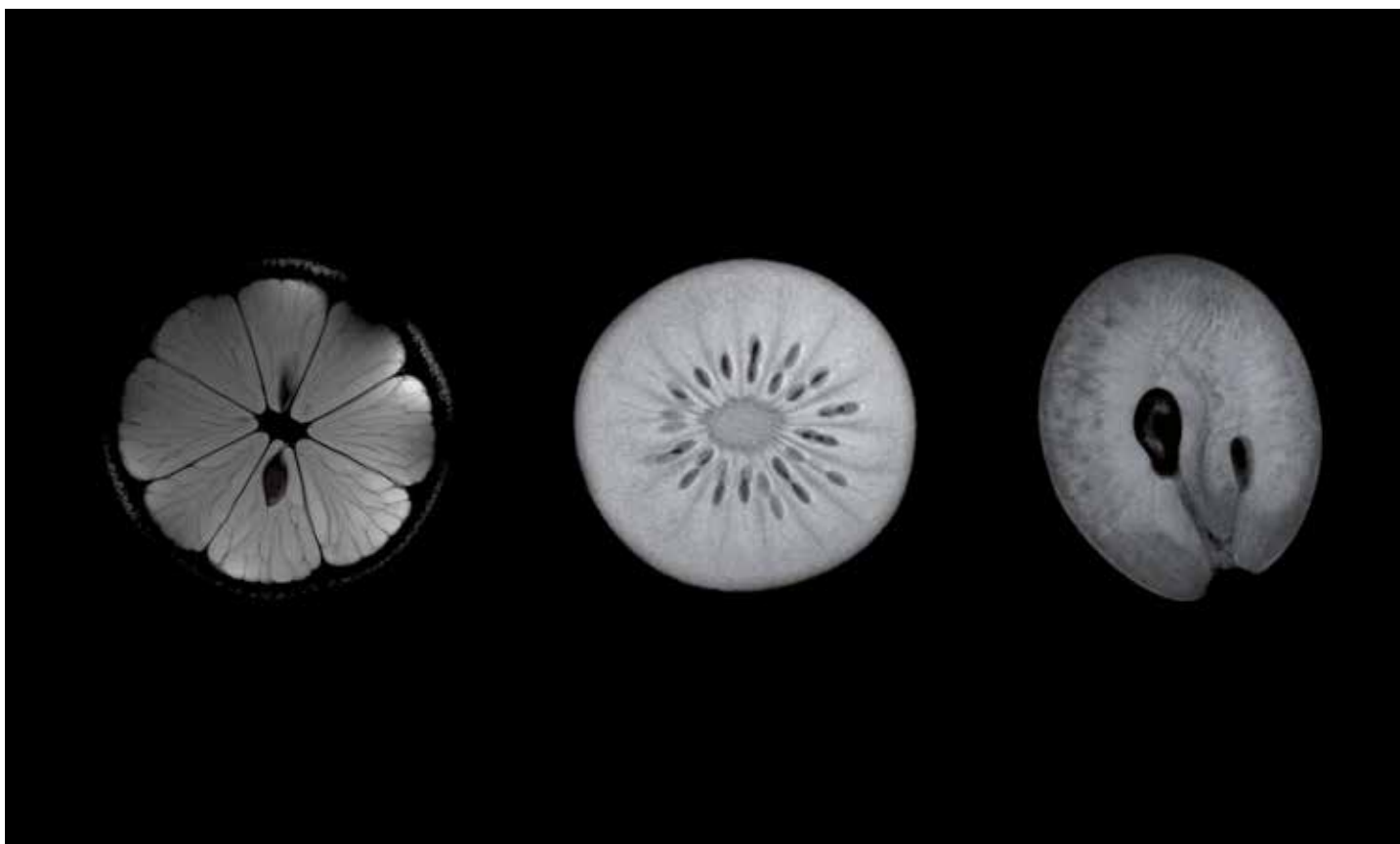
Pourtant, cette macédoine mérite bien sa place dans la collection *Explorer l'Invisible*, car ces images de l'intérieur des fruits ont été réalisées... sans jamais couper ces fruits ! La technique d'imagerie utilisée est en fait la même que celle qui permet par exemple d'obtenir les images du cerveau humain : l'*Imagerie par Résonance Magnétique* (IRM).

Ces images ont été réalisées à l'UMONS dans le cadre des travaux de calibration d'un scanner IRM qui permet d'examiner de petits animaux.

L'IRM repose sur le comportement des noyaux des atomes d'hydrogène en présence d'un champ magnétique. L'objet à étudier est placé dans un champ magnétique. Il est ensuite soumis brièvement à une onde électromagnétique de fréquence adéquate : grâce à ce phénomène de résonance, ces noyaux d'hydrogène se retrouvent alors dans une situation instable. Progressivement, ils retrouvent leur état d'équilibre, chacun à leur rythme, selon l'environnement dans lequel ils se trouvent. Ce retour à l'équilibre se traduit par un signal qui est analysé et qui permet de construire les images. Le ton de gris attribué à chaque pixel traduit en quelque sorte les caractéristiques locales de retour à l'équilibre des noyaux d'hydrogène.

Ainsi, dans le cas illustré ici, le citron, le kiwi et le raisin ont été placés dans un champ magnétique de 4,7 teslas ; la résonance a été obtenue grâce à une onde radio d'une fréquence de 200 MHz. Une subtilité technique permet de sélectionner au sein du fruit la tranche à étudier – sans avoir à le couper. Les zones gris clair contiennent plus d'atomes d'hydrogène – et donc d'eau – que les régions noires, plus sèches, comme les pépins.

Valeur du champ magnétique utilisé : 4,7 T  
(près de 100 000 fois la valeur du champ magnétique terrestre)  
Résonance Magnétique – Sébastien Boutry  
Laboratoire de Résonance magnétique nucléaire et  
d'Imagerie moléculaire, Pr R. Muller,  
Faculté de Médecine et de Pharmacie



# EL' BIET, CRIN

40

Depuis le XIV<sup>e</sup> s., lors du week-end de la Trinité, le cœur de la ville de Mons bat au rythme festif de la célèbre *Ducasse du Doudou*, reconnue par l'UNESCO comme chef-d'œuvre du patrimoine oral et immatériel de l'Humanité. Le point d'orgue de cette ducasse est sans conteste le Combat dit *Lumeçon* : encouragé par la liesse populaire, Saint Georges, monté sur son fier destrier, affronte le Mal, incarné par le terrible Dragon.

Un des objectifs des innombrables spectateurs du Combat est de parvenir à arracher quelques crins à la queue du Dragon. Selon légende en effet, un crin du Dragon lié au poignet porte chance et bonheur à celui qui le porte !

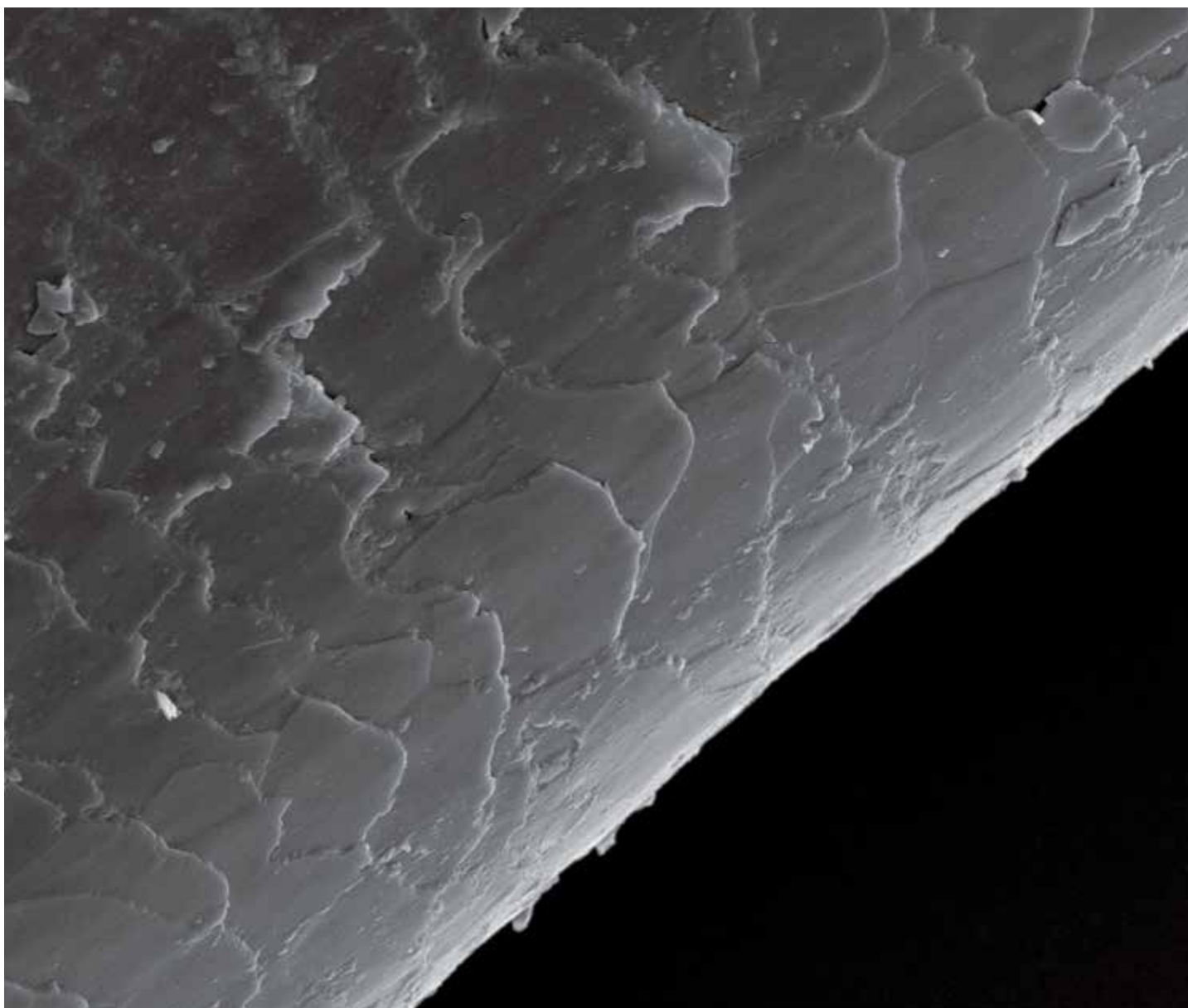
Ces poils sont en réalité des crins de cheval scrupuleusement préparés selon un rite immuable. Plusieurs queues de cheval sont choisies pour être ensuite traitées durant plusieurs mois dans du sel et de la saumure. Ce n'est qu'après ce traitement, qui leur confère une plus grande solidité, que les crins sont fermement fixés à l'extrémité de la future queue du Dragon.

La microscopie électronique a permis de mesurer l'épaisseur de ces crins : environ 150 micromètres de diamètre, soit trois fois plus épais que les cheveux humains. La partie extérieure est constituée de couches de cellules superposées : les écailles, sont alignées dans une même direction, telles des ardoises sur un toit. Cette structure protège les crins des agressions extérieures.

Cette image a été obtenue dans le cadre d'un atelier d'optique à destination des étudiants du secondaire.

Épaisseur d'un crin de cheval : 150  $\mu\text{m}$   
Microscopie électronique à balayage – Olivier Van Overschelde  
Service de Physique de la matière condensée, Pr M. Wautelet,  
Faculté des Sciences





# MAXI FILMS, nano DÉFAUTS

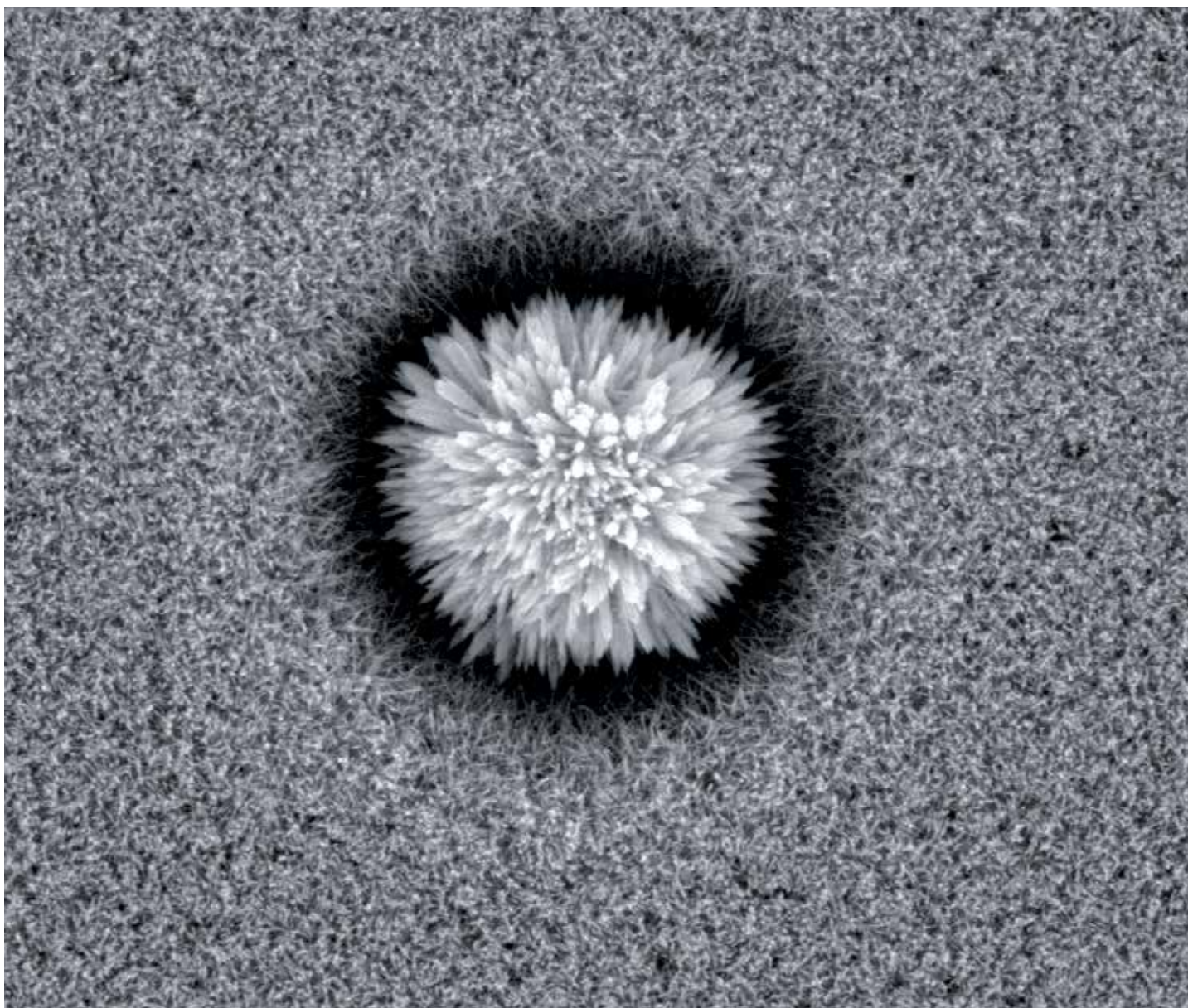
42

C'est en œuvrant à la création de nouveaux matériaux susceptibles de détecter plus efficacement la présence de gaz que ce curieux pompon a été photographié.

L'objectif des chercheurs est de créer un film mince, de surface la plus grande possible, capable d'accrocher – d'*adsorber* – les molécules de gaz à détecter. En effet, lorsque une telle surface accroche des molécules extérieures, sa conductivité électrique se modifie. Dès lors, si on mesure en permanence la conductivité électrique du nano-film, toute modification brutale de la conductivité électrique signifie qu'un gaz non désiré est présent en grande quantité dans la pièce.

Si l'idée est séduisante, le développement de ces nano-surfaces est complexe, et fait appel à la synthèse de nouveaux matériaux dont les propriétés sont souvent inconnues. Ainsi ce pompon est un défaut apparu dans un film mince de nano-aiguilles de  $\text{WO}_3$  (un mélange de tungstène et d'oxygène). On pourrait imaginer que ces défauts embarrassent les chercheurs qui doivent à tous prix les éviter afin d'obtenir une surface la plus parfaite possible. En fait, le problème est autre. Les scientifiques se sont rendu compte que dans d'autres systèmes comme les films de nanotubes de carbone, les défauts jouent un rôle majeur, car leur présence améliore la capacité de la surface à adsorber les molécules de gaz. Qu'en est-il ici ? La question est encore débattue au sein des physico-chimistes des surfaces. Des études sont donc menées pour tenter de comprendre le rôle éventuel de ces défauts dans le phénomène d'adsorption.

Hauteur caractéristique d'une colonne : 800 nm  
Microscopie électronique – Carla Bittencourt et Xiaoxing Ke  
Service de Chimie inorganique et analytique, Pr R. Snyders,  
Faculté des Sciences ;  
en collaboration avec le service *Electron Microscopy for Materials Science* (University of Antwerpen) et  
le service *Microelectronics* (Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics)

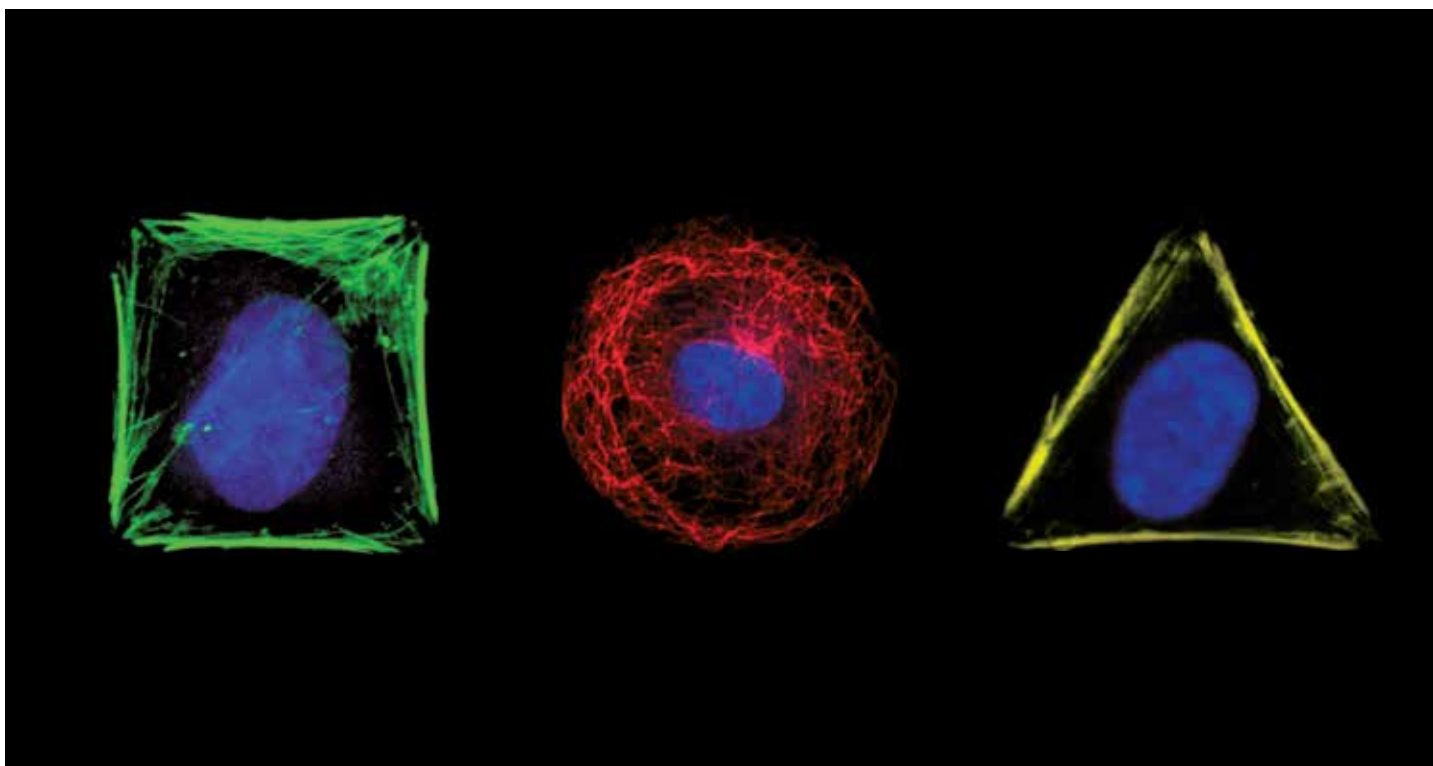


# ARCHITECTURE CELLULAIRE

44

Contrairement à une idée reçue, les cellules ne sont pas des structures bidimensionnelles, mais bien tridimensionnelles. Elles sont soutenues par une armature interne, le *cytosquelette*, composée d'un réseau dynamique de tiges et de câbles entremêlés, baignant dans un fluide visqueux... Cette étonnante charpente constitue à la fois le squelette et le muscle de la cellule. Elle leur permet non seulement de s'adapter aux modifications de leur environnement mais peut aussi générer des forces capables de leur conférer des mouvements coordonnés. Il est devenu aujourd'hui possible d'étudier in vitro les déformations du cytosquelette lorsqu'il est soumis à différentes contraintes mécaniques, comme celles que les cellules subissent lorsqu'elles se retrouvent confinées au sein des tissus. Les chercheurs déposent ainsi une cellule à l'intérieur d'un *micro-patron adhésif* de forme bien précise, et observent comment sa structure interne réagit. Le cytosquelette est rendu visible grâce à l'utilisation de sondes fluorescentes qui ciblent ses différents constituants : en vert, les *filaments d'actine* ; en rouge, les microtubules ; en jaune, les points d'adhésion et en bleu, le *noyau*.

Dimensions des micro-patrons : 50 µm de côté (ou de diamètre)  
Microscopie confocale à fluorescence – Marie Versaevel et Sylvain Gabriele  
Laboratoire Interfaces et Fluides complexes, Pr P. Damman,  
Faculté des Sciences

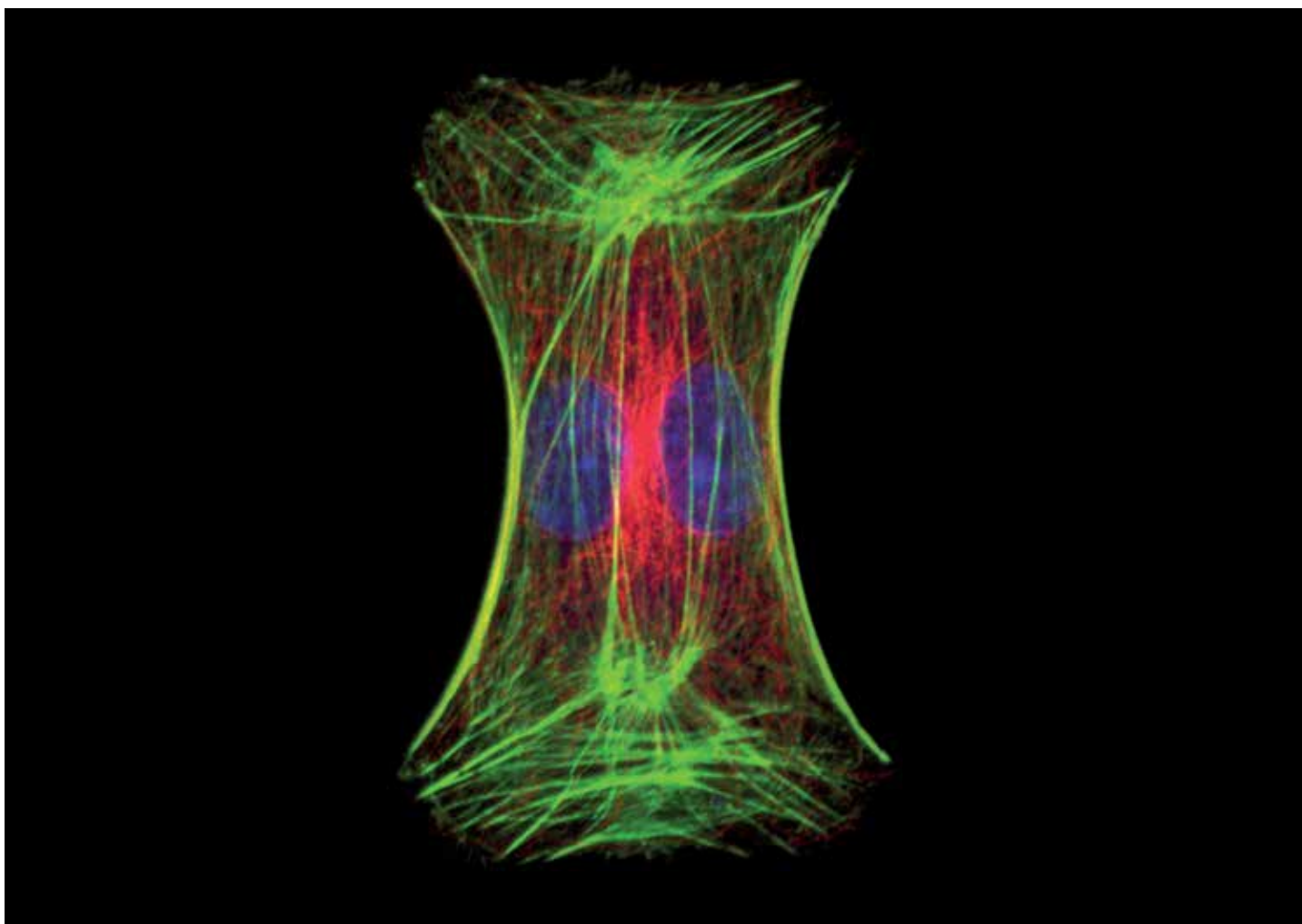


# SYMÉTRIE ET DIVISION

46

La division d'une cellule *mère* en deux cellules *filles* est une étape-clé de la vie cellulaire : elle participe en effet à la croissance de l'organisme ou encore à la réparation des plaies. Le rythme soutenu des divisions cellulaires ne doit cependant pas affecter la capacité de chaque cellule à assurer ses fonctions ; c'est l'intégrité même des tissus et des organes qui en dépend. Actuellement, les chercheurs de l'UMONS tentent de mieux comprendre les subtilités de la division cellulaire. Comment les cellules réagissent-elles lorsqu'elles subissent une contrainte mécanique de la part de leur environnement immédiat ? C'est le cas par exemple lorsqu'une cellule est confinée dans un tissu... Les techniques issues des microtechnologies, telles que l'*impression microcontact*, permettent désormais d'étudier individuellement les étapes de la division de nos cellules en fonction de leur géométrie. Il devient alors possible de comprendre le rôle de la configuration spatiale des différents composants du cytosquelette sur la division symétrique ou asymétrique de nos cellules, primordial dans le destin des cellules filles qui en sont issues.

Durée de la division cellulaire : 24 heures  
Microscopie confocale à fluorescence – Marie Versaevel et Sylvain Gabriele  
Laboratoire Interfaces et Fluides complexes, Pr P. Damman,  
Faculté des Sciences



# MYOTUBE malade

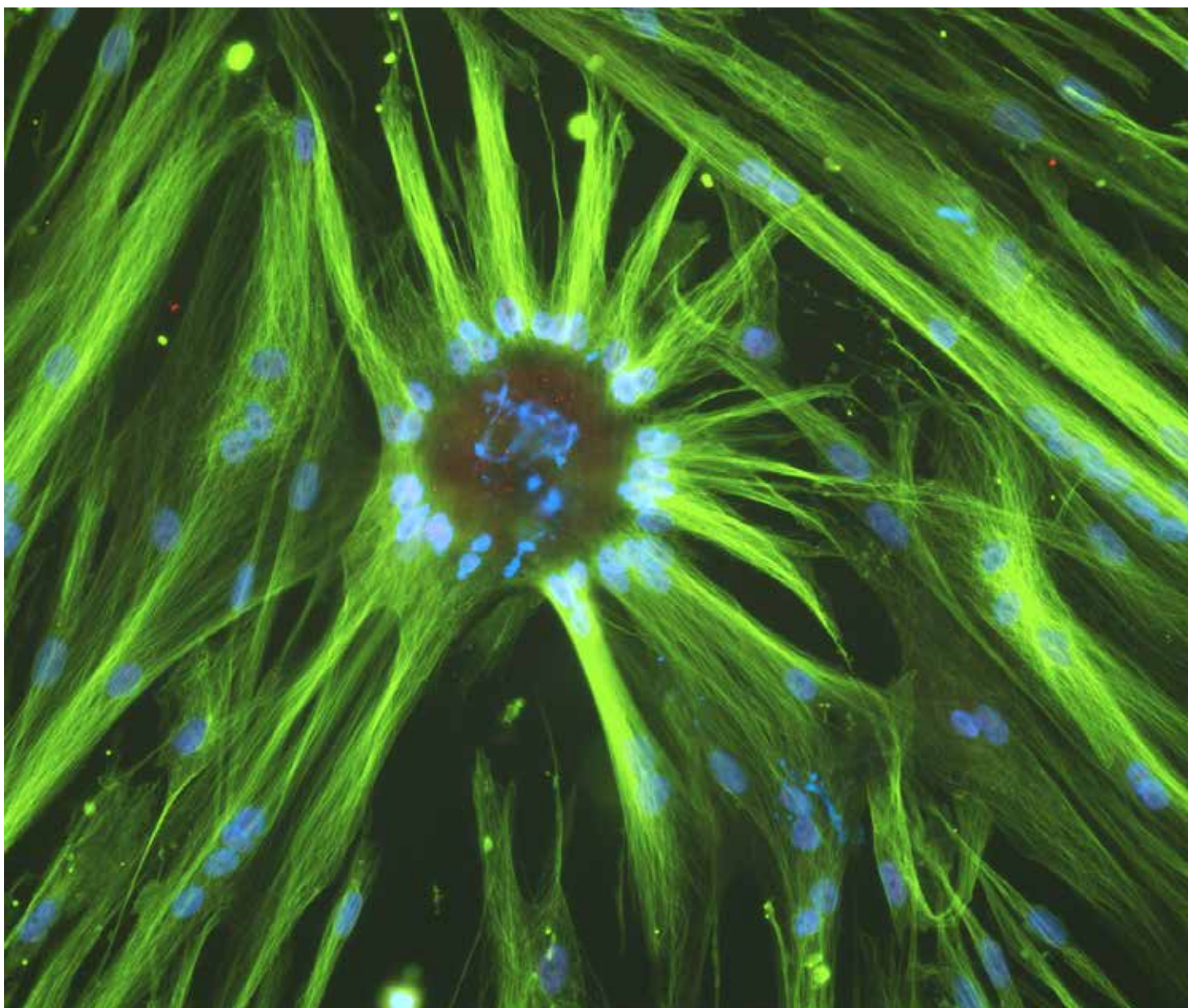
48

FSHD : quatre lettres qui désignent une terrible maladie héréditaire à l'origine d'une fonte irréversible des muscles. Le nom de la maladie - *dystrophie facio-scapulo-humérale* - reflète sa progression, du haut vers le bas du corps, du visage vers les membres, en passant par les épaules.

L'UMONS est impliquée dans des recherches qui visent à mieux comprendre cette dystrophie en étudiant notamment le processus de régénération musculaire, tant chez des personnes saines que malades. En effet, lorsqu'un muscle subit une lésion, le corps réagit pour le réparer. Les cellules du muscle dites *satellites* se divisent, et forment des *myoblastes* (du grec *myo* muscle et *blastos* germe), ce sont les précurseurs des fibres musculaires. Lorsqu'ils sont en nombre suffisant, les myoblastes fusionnent avec les fibres lésées pour les réparer. Afin d'étudier en détail ce phénomène, ici chez une personne malade, les chercheurs déposent un petit morceau de muscle (obtenu par biopsie) dans une boîte de culture : les cellules satellites s'activent et forment des myoblastes qui prolifèrent. En modifiant le milieu de culture, les myoblastes s'allongent, s'alignent et fusionnent en *myotubes*, des cellules musculaires géantes qui contiennent plusieurs noyaux, ici marqués en bleu. La *troponine T* – visible en vert –, nécessaire à la contraction musculaire, est alors produite. Chez un être vivant, les myotubes grossissent et se connectent à des nerfs pour former des fibres musculaires. Sur cette image, les myoblastes ne s'alignent pas pour former un myotube, mais s'écartent les uns des autres pour former ce complexe « en fleur », un phénomène anormal.

Longueur d'un myotube : ~200 à 300 µm  
Microscopie à fluorescence – Armelle Wauters  
Service de Biologie moléculaire,  
Pr A. Belayew,  
Faculté de Médecine et Pharmacie





# MYOTUBE en « mal » Formation

50

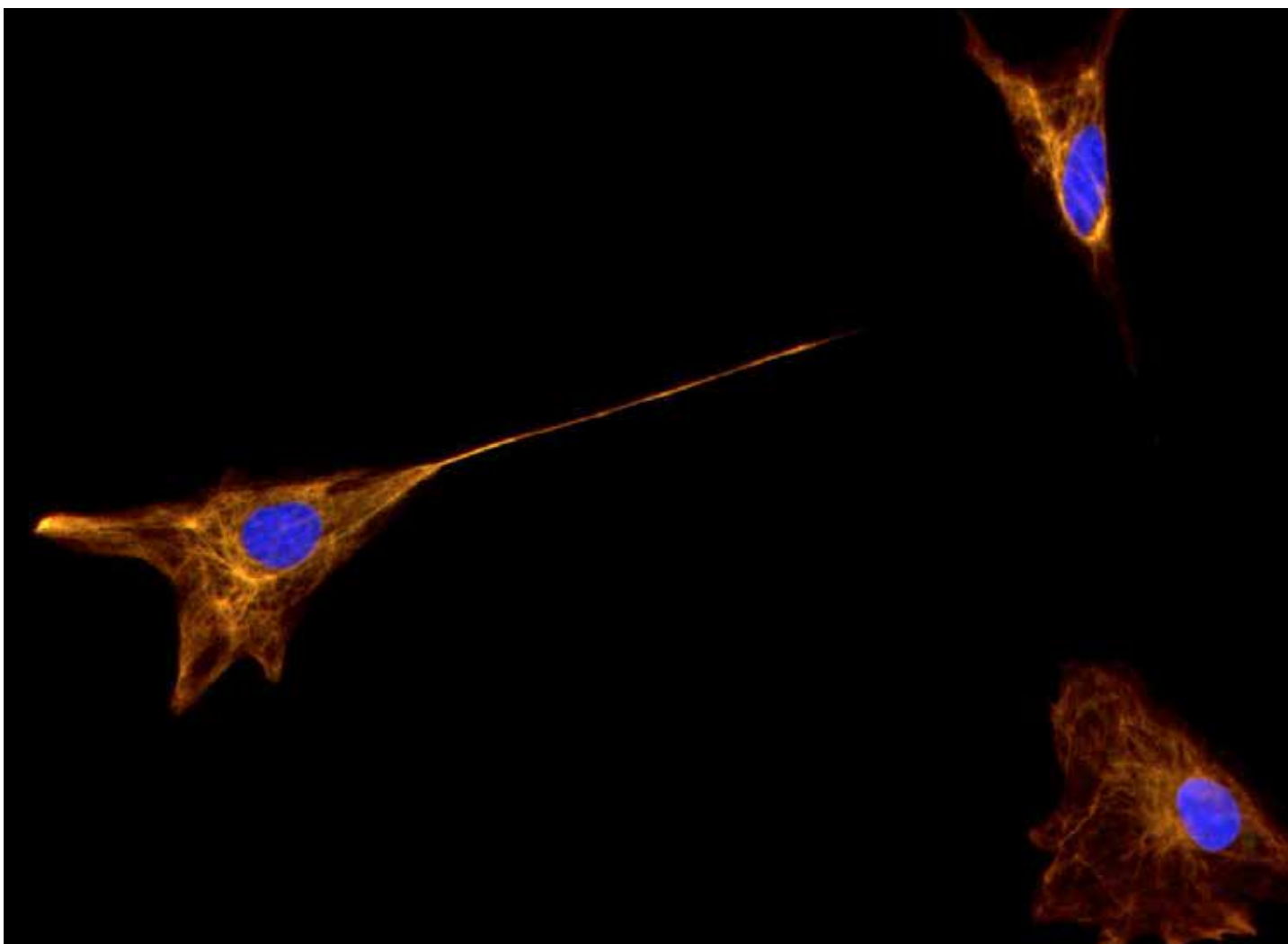
Dans le cadre des recherches sur la *dystrophie facio-scapulo-humérale* (FSHD), les chercheurs de l'UMONS étudient la formation de fibres musculaires à partir de cellules souches appelées *cellules satellites*. Ce sont ces cellules qui s'activent lorsqu'un muscle est blessé : elles se multiplient, s'allongent pour former des myoblastes qui vont s'aligner pour former les myotubes qui s'associeront pour donner une fibre musculaire.

Pour que cette transformation soit possible, de nombreuses protéines doivent être produites. Chez les sujets malades, la production de ces protéines est dérégulée et pose problème.

L'étude de cette dérégulation est au cœur de la recherche qui a produit l'image ci-contre. On y observe des myoblastes particuliers dans lesquels la protéine connue des experts sous l'appellation ZCCHC2 est marquée en vert, et la *desmine*, une autre protéine impliquée dans le processus, apparaît en rouge. Les zones colorées en jaune-orange proviennent de la superposition dans de mêmes régions des deux types de protéines, et donc des deux marqueurs fluorescents. Quant au marqueur bleu, il met en évidence le noyau de la cellule.

La protéine ZCCHC2 n'a pas encore livré tous ses secrets.

Longueur d'un myoblaste : ~50 à 150 µm  
Microscopie à fluorescence – Armelle Wauters  
Service de Biologie moléculaire,  
Pr A. Belayew,  
Faculté de Médecine et Pharmacie



# NEURONES HAUTS EN COULEURS

52

L'œuvre toute en couleurs présentée ci-contre nous emmène à la rencontre des faiseurs de mémoire, les *neurones*.

Les chercheurs du service de Neurosciences tentent en effet de comprendre le fonctionnement de l'*hippocampe*, structure cérébrale longue de deux à trois centimètres, élément-clé du processus de mémorisation – baptisée de la sorte suite à son étonnante ressemblance avec le petit animal marin.

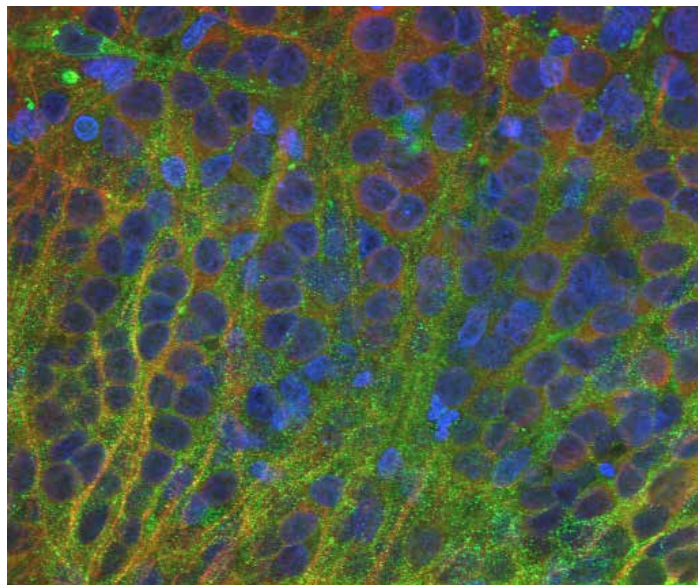
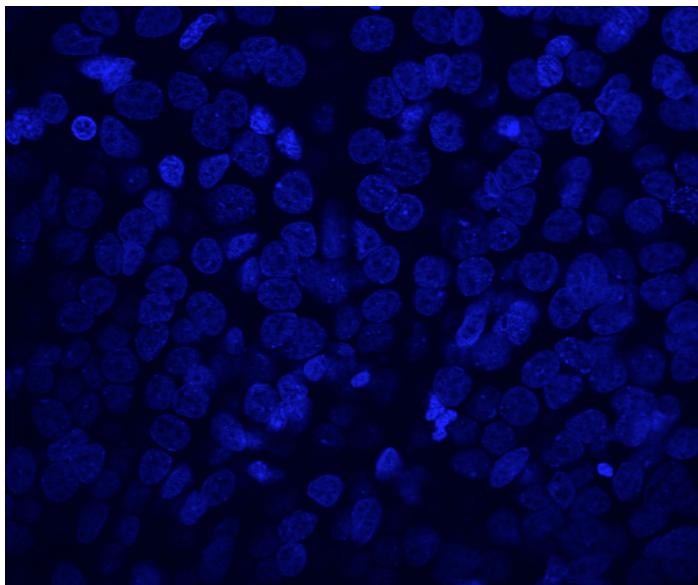
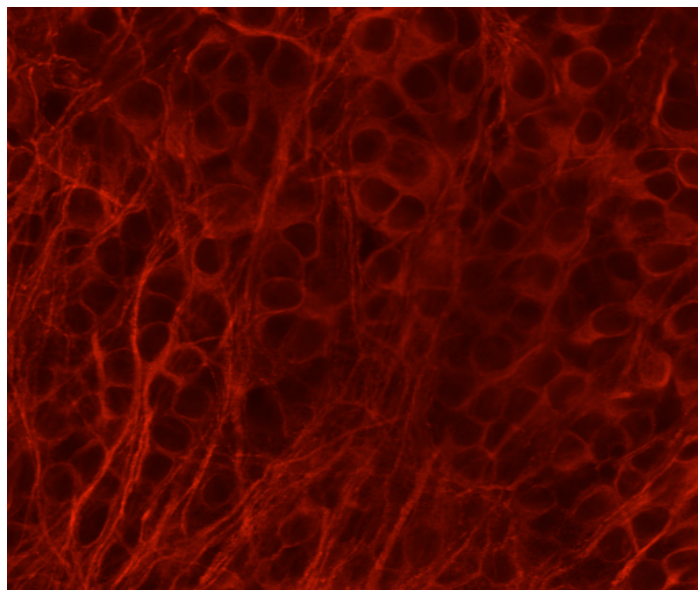
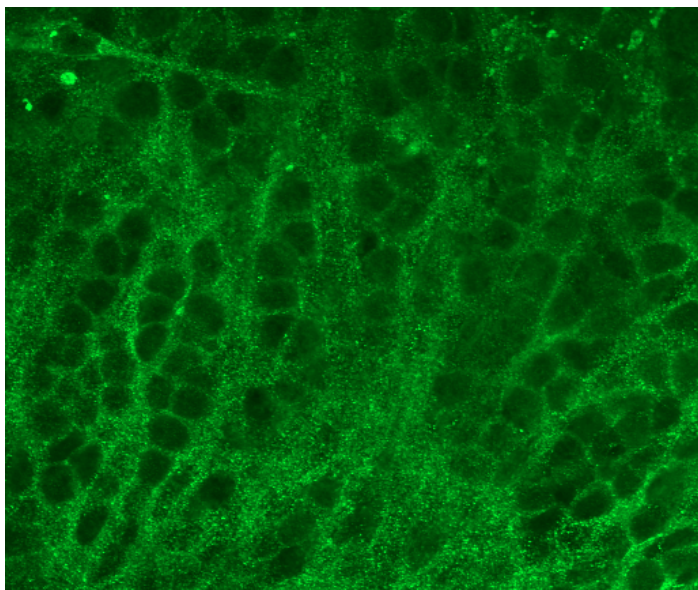
Pour ce faire, les neurobiologistes cultivent en laboratoire des tranches d'hippocampe d'environ 400 micromètres d'épaisseur, qui peuvent être maintenues en vie durant plusieurs mois.

La zone photographiée ici au microscope optique à fluorescence est extrêmement petite. On y observe un réseau de neurones très actifs. Les noyaux des neurones sont marqués en bleu, les corps des neurones (*somas*) et leurs prolongements (*dendrites*) sont visibles ici en rouge. En vert, les innombrables *épines dendritiques* qui hérissent les dendrites et qui jouent un rôle essentiel dans l'établissement des connexions électriques (appelées *synapses*). En moyenne, un neurone communique via des influx électriques avec 10 000 de ses semblables.

Pour qu'un événement soit mémorisé, l'activité des synapses du réseau de neurones sollicités doit être durablement renforcée. Effectivement, ces contacts ne sont pas stables dans le temps comme ceux d'un classique réseau électrique. Leur efficacité est modulable, c'est ce qu'on appelle plus précisément, la *plasticité synaptique*.

L'étude illustrée ici porte donc sur les aspects morphologiques de la mémorisation. D'autres chercheurs du service travaillent par contre sur les aspects comportementaux associés à la mémoire chez les rongeurs.

Taille d'une épine dendritique : 2  $\mu\text{m}$   
Microscopie confocale à fluorescence – Paula Paci  
Service de Neurosciences, Pr E. Godaux,  
Faculté de Médecine et Pharmacie



# ŒIL DE KRILL, OMMATIDIES

54

Cette étrange mosaïque n'est rien d'autre qu'une vue (très) rapprochée de l'œil composé d'un crustacé marin, le *krill*. Cette structure alvéolaire, appelée *ommatidie*, n'est pas sans rappeler celle des yeux de mouche. Et pour cause, puisque krill et mouche sont tous deux des arthropodes.

Cette image a été obtenue au détour d'une prise de vue à très haute résolution de la tête d'un krill réalisée pour des besoins d'identification fine. Les chercheurs, frappés par la beauté de l'œil, en ont profité pour l'immortaliser.

Les couleurs rougeâtres visibles sur ce cliché ont été ajoutées artificiellement. En effet, les microscopes électroniques, par définition, n'exploitent pas la lumière, mais bien des électrons. Dès lors, si ces instruments sont capables de révéler des détails structurels d'une finesse prodigieuse, ils ne sont en aucun cas en mesure de fournir des informations sur les couleurs de l'objet étudié, puisque la couleur est une caractéristique de la lumière. Voilà pourquoi habituellement, les informations reçues par le microscope électronique sont codées en gris. Parfois, le codage est réalisé en d'autres teintes que celles de gris, afin de mieux faire ressortir certains détails. Dans le cas présent, l'utilisation de pseudo-couleurs est avant tout d'ordre didactique en permettant d'aborder avec le public la notion de couleurs en imagerie.

Taille d'une ommatidie ~10 µm

Origine de l'échantillon : Grand lagon de Tuléar, Madagascar

Microscopie électronique à balayage – Kevin Denis et

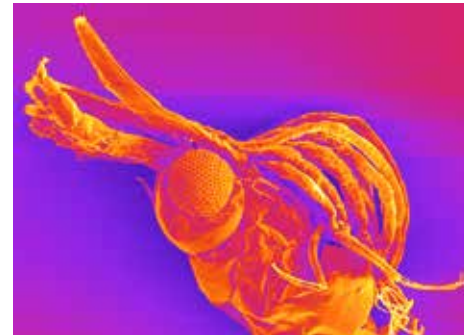
Patrick Flammang ; pseudo-couleurs

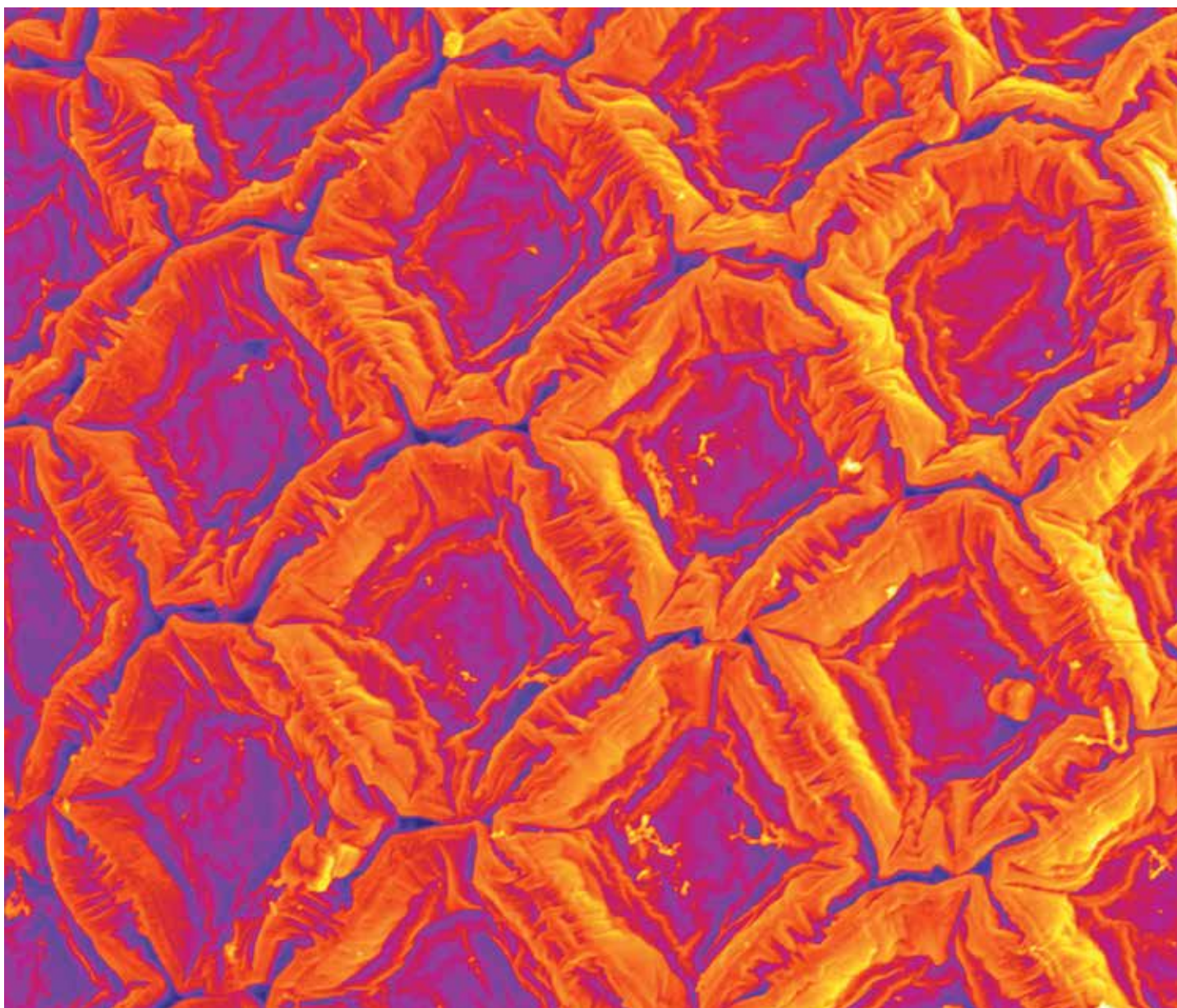
Service d'Écologie numérique des milieux aquatiques, Pr Ph. Grosjean,

Service de Biologie des Organismes Marins et Biomimétisme,

Pr I. Eeckhaut et Pr P. Flammang,

Faculté des Sciences





# CORAIL ACROPORA TUMIDA, POLYPE

56

Cette élégante petite couronne de tentacules est un petit animal marin, un *polype corallien*. Les polypes vivent en colonie, reliés entre eux par du tissu vivant qui peut présenter parfois des couleurs spectaculaires. Ces colonies forment le *corail*. Le polype photographié ici est un *scléactiniaire hermatypique* (« corail durs »).

Ces organismes vivent à la surface d'un squelette calcaire qu'ils synthétisent au fur et à mesure de leur croissance. C'est l'accumulation de ces squelettes calcaires qui crée des récifs s'étendant parfois sur plusieurs milliers de kilomètres, comme celui de la *Grande Barrière de corail en Australie*. Lorsque le corail meurt, les tissus disparus laissent apparaître le squelette calcaire : on parle alors de blanchiment des coraux.

Ce polype est un *cnidaire*, comme les méduses ou les anémones de mer. Son organisation tissulaire est *a priori* très simple : une couche extérieure – l'*épiderme*, bien visible sur la grande image ci-contre et une couche intérieure le *gastroderme*, identifiable grâce à sa couleur brunâtre, plus sombre, reliées entre elles par une substance gélatineuse acellulaire.

Le corail est un système biologique prodigieux, dont les mécanismes de fonctionnement recèlent encore bien des mystères. Ainsi, en développant des symbioses étonnantes, le corail parvient à exploiter les maigres ressources du milieu dans lequel il se développe, pour *in fine*, le transformer en un paradis de biodiversité.

La symbiose la plus étudiée actuellement est celle qui lie le corail à une algue microscopique, la *zooxanthelle*. Cette algue est confinée dans des vacuoles de quelques microns de diamètre, qui se trouvent à l'intérieur même des cellules du gastroderme. C'est la présence des zooxanthelles qui est à l'origine de la couleur brunâtre visible sur le polype.

Le corail parvient à contrôler la quantité de lumière qui atteint les zooxanthelles, et module ainsi leur mécanisme de photosynthèse. Près de 90% des substances produites par la photosynthèse sont alors récupérées par le corail qui s'en sert pour se développer. La micro-algue diminue aussi l'acidité du milieu, ce qui favorise encore la précipitation du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ), et donc la formation du squelette de la colonie.

Le contrôle de l'éclairage des zooxanthelles se fait via des pigments fluorescents contenus dans l'épiderme du polype. Ces pigments jouent aussi un rôle essentiel de protection du corail des rayons ultraviolets (UV) : ce sont les coraux les plus exposés à l'UV – ceux situés à fleur d'eau ou à basse profondeur – qui contiennent le plus de pigments fluorescents, et exhibent dès lors les plus belles couleurs. Sans UV, ou à grande profondeur, le corail apparaît totalement terne.

Taille d'un polype : ~1,5 mm

Origine de l'échantillon : colonie produite en élevage à l'UMONS (mésocosmes artificiels).

Photographie numérique sous binoculaire – Philippe Grosjean, Antoine Batigny et Julien Leblud  
Service d'Écologie numérique des milieux aquatiques,  
Pr Ph. Grosjean,  
Faculté des Sciences







# BÂTISSEUR EXPRESS

58

Ces étranges motifs ne sont pas l'œuvre d'un artiste travaillant le henné. Ce sont des polypes vus de face de *Seriatopora hystrix*, un extraordinaire bâtisseur de récifs coralliens. On distingue également des polypes vus de profils, rétroéclairés. La croissance de ce corail est si rapide que la masse du squelette de la colonie peut augmenter de plus d'un pourcent chaque jour !

La croissance du corail permet de développer une structure labyrinthique, créant indirectement un grand nombre de cachettes et d'habitats potentiels pour d'autres espèces vivantes. La biodiversité observée dans les récifs coralliens est si grande que ces récifs sont souvent comparés aux forêts tropicales humides.

Le corail est un sujet d'étude extrêmement riche. Il constitue un modèle biologique qui permet non seulement d'étudier le mécanisme des symbioses, mais aussi leurs rapides réactions aux modifications environnementales. On constate en effet que certains types de coraux sont capables de s'adapter en quelques années, voire en quelques mois, à certains changements environnementaux, alors que les temps caractéristiques d'adaptation liés aux mécanismes classiques de l'évolution sont de l'ordre de quelques milliers d'années.

Les recherches sur les coraux ne sont pas non plus dénuées d'intérêt économique, car les récifs coralliens constituent non seulement une source d'alimentation pour de nombreuses espèces de poissons – et donc indirectement pour l'Homme – mais ils forment aussi des digues naturelles qui protègent le littoral, tout en jouant un rôle dans la précipitation du  $\text{CaCO}_3$ , et donc du piégeage du  $\text{CO}_2$  atmosphérique.

Les coraux présentés ici sont élevés dans les mésocosmes artificiels de l'UMONS qui permettent d'étudier leur développement dans des conditions physico-chimiques variées.

Diamètre d'un polype : ~1 mm

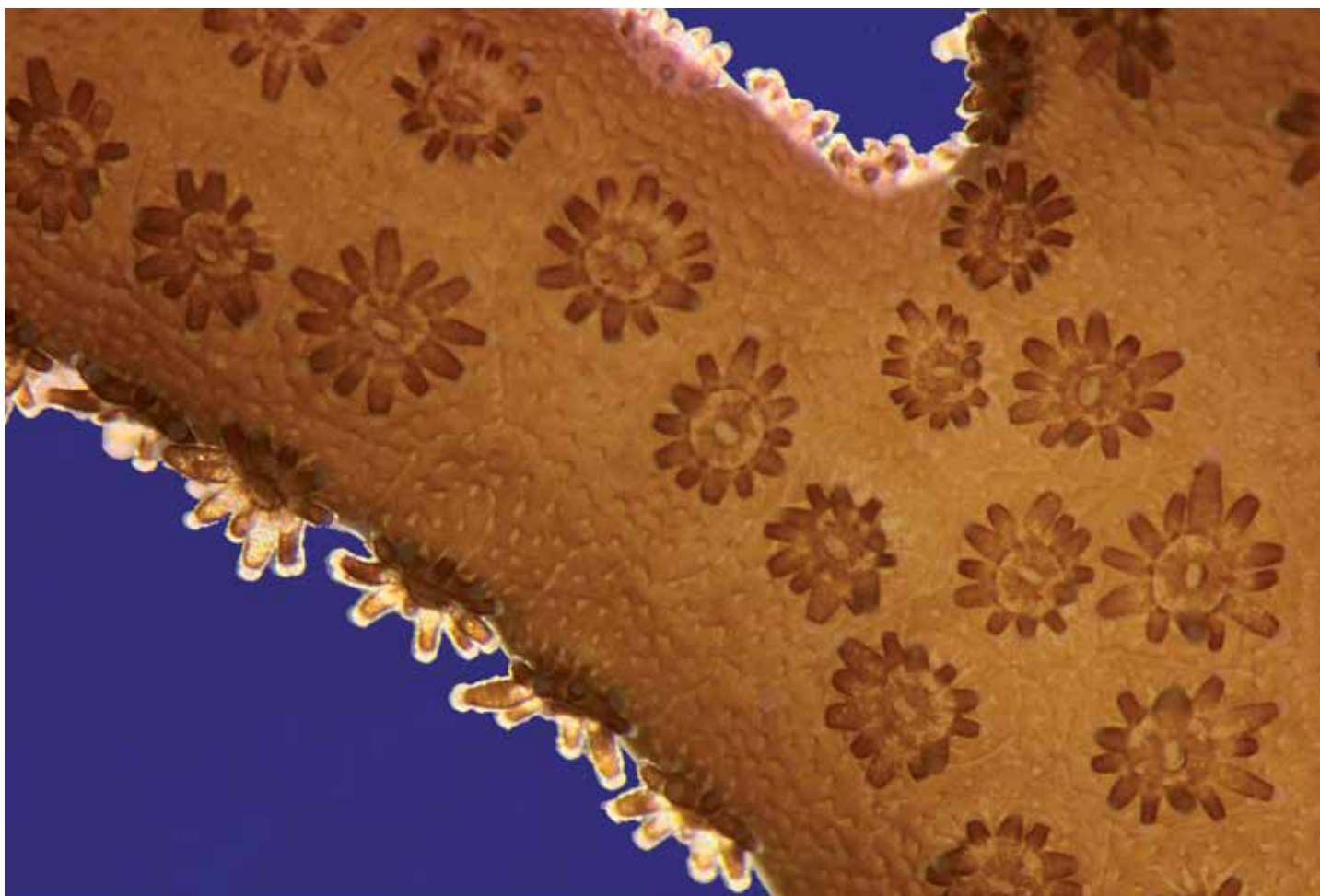
Photographie numérique sous binoculaire avec flash –

Philippe Grosjean, Antoine Batigny et Julien Leblud

Service d'Écologie numérique des milieux aquatiques,

Pr Ph. Grosjean,

Faculté des Sciences



# UN TAG POUR MÉMO ?

60

Il est possible de faire parler les pierres, ou presque... Pour y parvenir, les géologues de l'UMONS soumettent les roches qu'ils désirent étudier à un faisceau d'électrons. En réaction, le matériau bombardé peut dans certains cas émettre de la lumière. C'est le principe de la *cathodoluminescence*. Les photons émis et collectés – que ce soit dans le domaine du visible ou de l'infrarouge – révèlent alors... l'invisible.

La technique permet par exemple de faire apparaître sur un cristal l'équivalent des cernes de croissance chez les arbres. Il est dès lors possible de visualiser les différentes phases de croissance du minéral et de mieux comprendre le milieu dans lequel il s'est formé. Même si, à ce stade, le décodage des informations n'en est encore qu'à ses balbutiements, à terme, cette connaissance du milieu de formation pourrait nous indiquer la présence de gisements encore inconnus.

L'image de droite montre une coupe dans un groupe de cristaux de calcite ( $\text{CaCO}_3$ ). Les étapes successives de croissance sont soulignées par des bandes luminescentes jaunes et oranges dues à la présence de manganèse à l'état de traces. Lorsque du cobalt est présent comme impureté dans les cristaux, cette luminescence s'affaiblit ou disparaît : les zones noires ne correspondent donc pas à une absence de matière, mais bien à des parties de la roche qui n'ont pas réagi au bombardement électronique, celles contenant le cobalt par exemple.

Gisement de cobalt – Katanga, Congo  
Largeur de la prise de vue : 1,5 mm  
Microscopie optique et cathodoluminescence – Jean-Marc Baele  
Service de Géologie fondamentale et appliquée,  
Pr O. Kaufmann  
Faculté Polytechnique



# ATTRACTEUR DE LORENZ

62

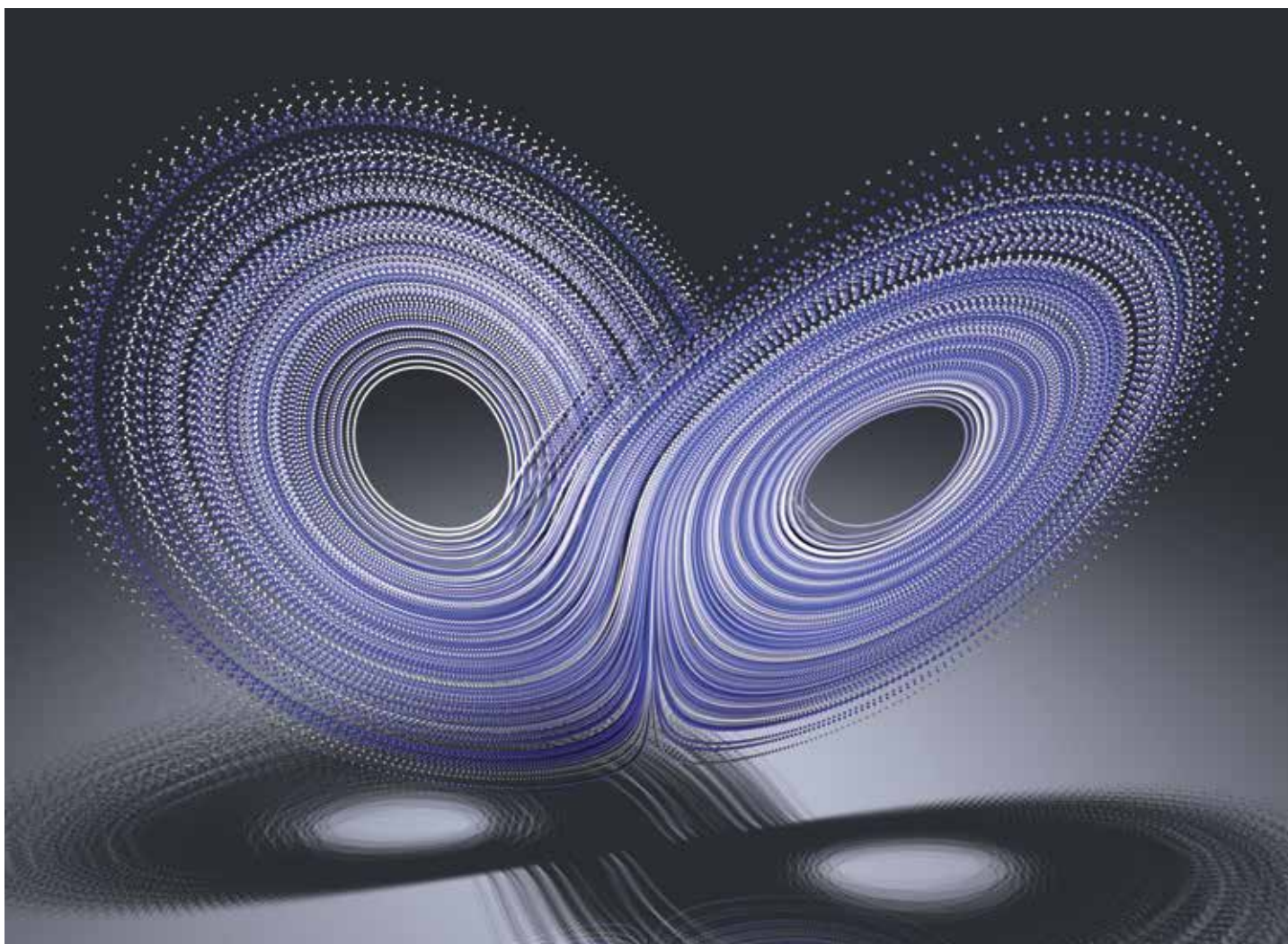
Cet objet est le fruit d'un modèle mathématique très simplifié de la dynamique atmosphérique, développé au MIT par Edward Lorenz au début des années soixante. Il permet de calculer, pour chaque instant, les valeurs de trois variables particulières – liées à la convection et aux distributions de température –, portées ici en graphique. Chaque point traduit donc l'état du système à un moment donné.

Au cours du temps, les points décrivent une trajectoire qui s'enroule de manière chaotique, et toujours différente, tantôt à gauche, tantôt à droite. Les points s'approchent d'une forme en huit épais, appelée *attracteur étrange*. Ce système est si sensible aux conditions initiales, qu'il est à l'origine de la découverte du fameux *effet papillon*. En 2002, Warwick Tucker a démontré que cet attracteur possède une structure fractale. Sa preuve allie analyse mathématique traditionnelle et assistance informatique.

La combinaison de ces deux outils est essentielle à la compréhension des systèmes complexes. Elle est au coeur de plusieurs recherches menées à l'UMONS, qu'il s'agisse d'étudier les symétries des solutions d'équations différentielles, d'établir des preuves en s'aidant de calculs sur ordinateur, de garantir la sécurité de systèmes informatiques, de déterminer des algorithmes de calcul d'équilibres en théorie des jeux, ...

Nombre de points calculés : 120 000

Calculs numériques et représentation graphiques – Christophe Troestler  
Service d'Analyse numérique, Pr Ch. Troestler,  
Faculté des Sciences



# COLOPHON

64

## **Commissaire**

Francesco Lo Bue

## **Collaborateurs**

Maxime Duménil, Soizic Mélin, Dominique Wynsberghe

## **Adaptation des textes**

Maxime Duménil, Francesco Lo Bue, Soizic Mélin, Jonathan Toubeau, Dominique Wynsberghe

## **Crédits (textes et images)**

Blaise Altdorfer, Elise Aubry, Jean-Marc Baele, Antoine Batigny, Alexandra Belayew, Aurélie Beys, Carla Bittencourt, Pascal Boeckx, Michel Bougard, Sébastien Boutry, Fabian Brau, Guillaume Caulier, Quentin Chartier, Laurent Debailleux, Justine Decuypere, Jérôme Delroisse, Kevin Denis, Frédéric Deschoenmaeker, Damien Duvivier, Jacques Dutrieux, Igor Eeckhaut, Patrick Flammang, David Fransolet, Sylvain Gabriele, Bernard Gosselin, Yves Gossuin, Philippe Grosjean, Delphine Haesaerts, Elise Hennebert, Geoffrey Hismans, Xiaoxing Ke, Aurélie Lambert, Déborah Lanterbecq, Roberto Lazzaroni, Julien Leblud, Fabian Lecron, Jérôme Mallefet, Matei Mancas, Amaury Massart, Sabine Matallana-Surget, Nathalie Maury, Denis Michez, Etienne Ngendakumana, Paula Paci, Yoann Paint, Séverine Papier, Nathalie Roger, Adeline Sens, Alexandra Tassin, Maité Todesco, Gérard Toubeau, Christophe Troestler, Céline Vanderplanck, Olivier Van Overschelde, Sara Vandycke, Séverine Verdeyen, Marie Versaevel, Véronique Vitry, Pascal Viville, Cécile Wailliez, Michel Wautelet, Armelle Wauters

## **Avec le soutien**

du Département technologique DGO6 du Service public de Wallonie  
de l'Université de Mons (UMONS)

## **Conception graphique**

Luc Vandensteene, [www.exnihilo.be](http://www.exnihilo.be)

## **Éditeur responsable / Responsible publisher / Verantwoordelijke uitgever**

Calogero Conti, Recteur

## **Université de Mons**

20, Place du Parc  
7000 Mons  
[www.umons.ac.be](http://www.umons.ac.be)