

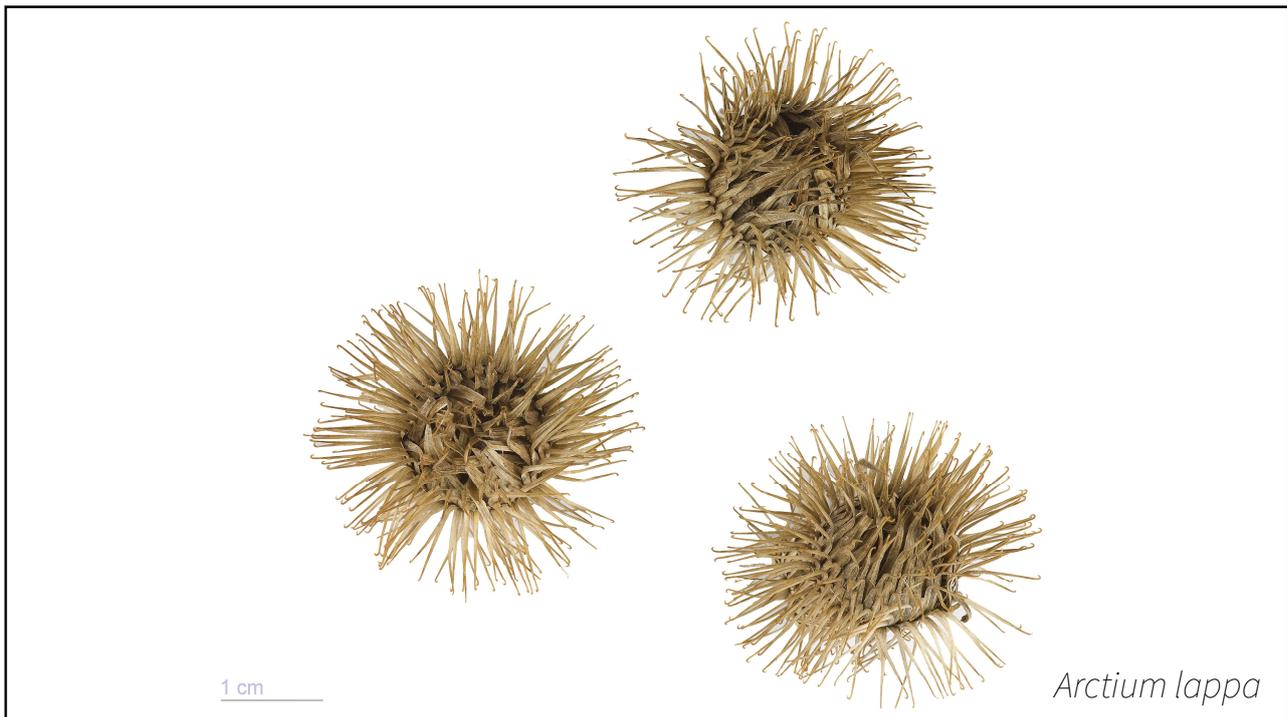


La nature parle ...



Histoire de George ...





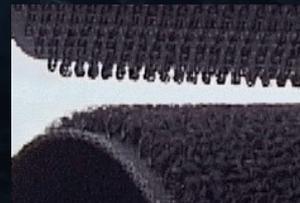
La nature comme modèle

C'est ainsi qu'à partir de la bardane, petits fruits qui s'accrochent à nos vêtements, Georges de Mestral, ingénieur suisse, créa en 1950 le Velcro

La Bardane
Arctium lappa



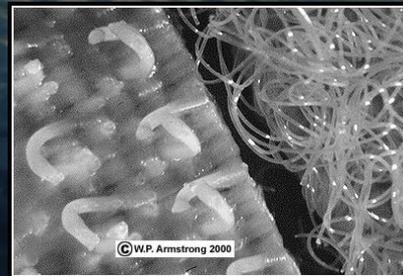
Velcro
Système de fermeture



Le Velcro



L'ensemble ruban
velours donna **VEL** ...



... et l'ensemble ruban
crochets donna **CRO**



Léonard de Vinci



« Va prendre tes leçons dans la nature,
c'est là qu'est notre futur »

LEONARD DE VINCI

La nature

Source d'inspiration
pour innover

Biomimétisme

Photo by Matthew Smith on Unsplash

**Les inspirations du vivant
touchent différents niveaux :**

1. **Forme**
2. **Stratégie**
3. **Ecosystèmes**



www.biomimesis.fr

Aérodynamisme

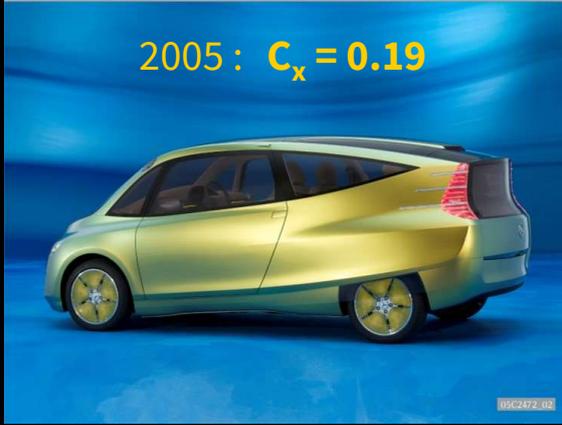
Bioinspiration



Poisson coffre
jaune

*Ostracion
cubicus*

Concept-car : Mercedes-Benz BIONIC



Mercedes CLA 2013 **C_x = 0.23**



Le Martin-Pêcheur

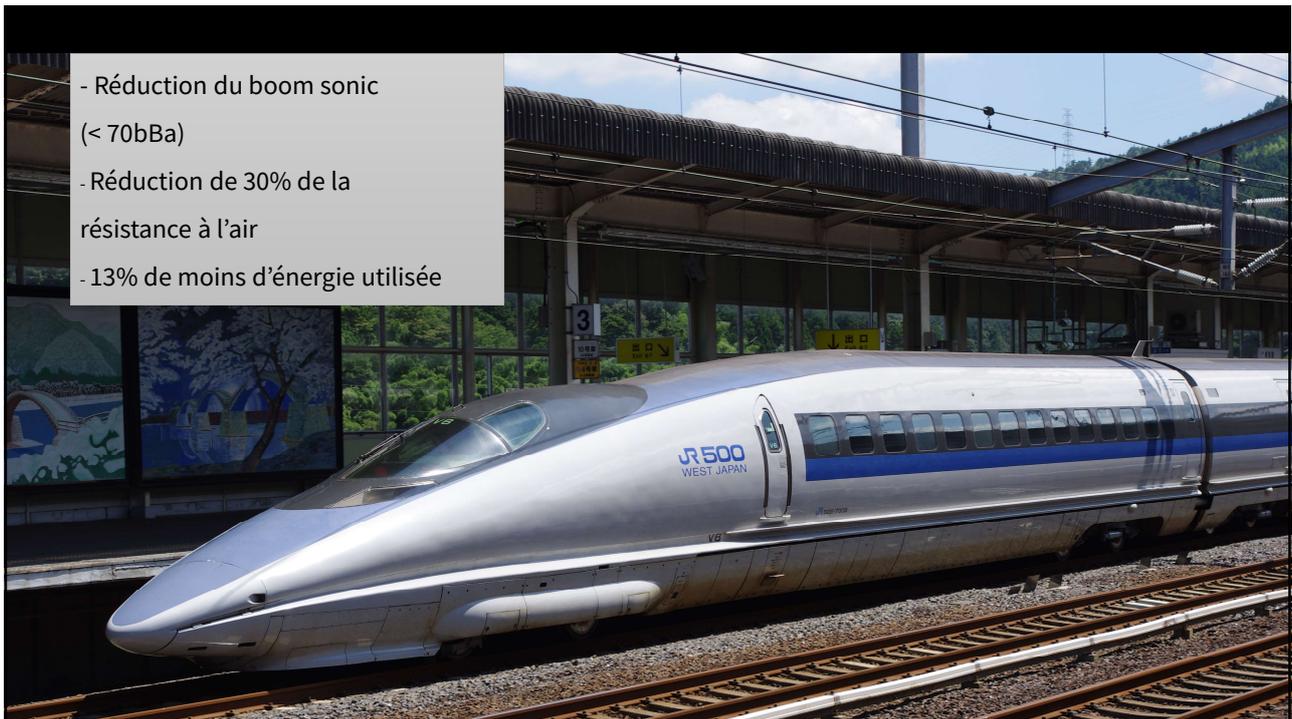
Le bec allongé du martin-pêcheur amortit le choc du passage d'un élément à l'autre, de la faible résistance de l'air à celle plus importante de l'eau



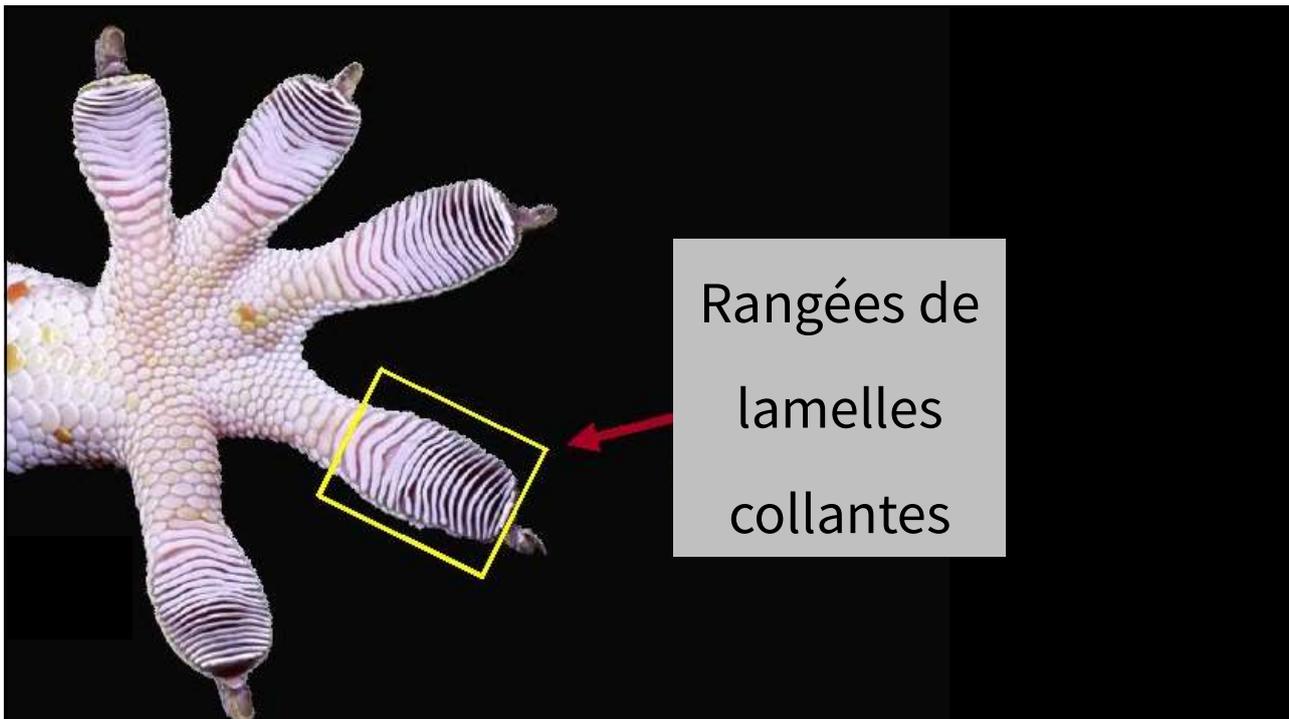
Le « bec » de la locomotive du Shinkansen a résolu le problème de l'entrée du train dans les tunnels.

Fini le bruit ou les vibrations inconfortables pour les passagers !

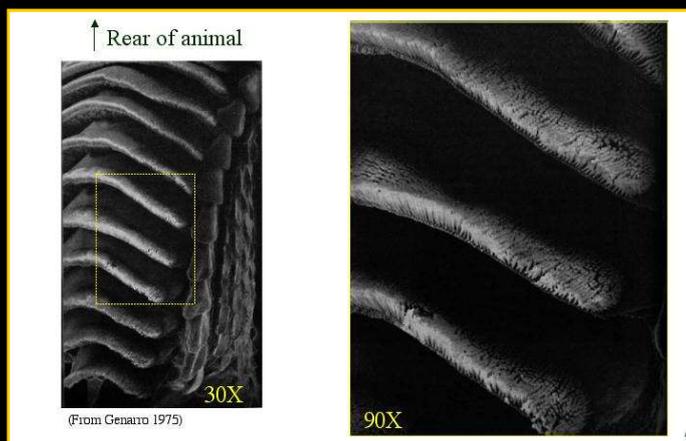






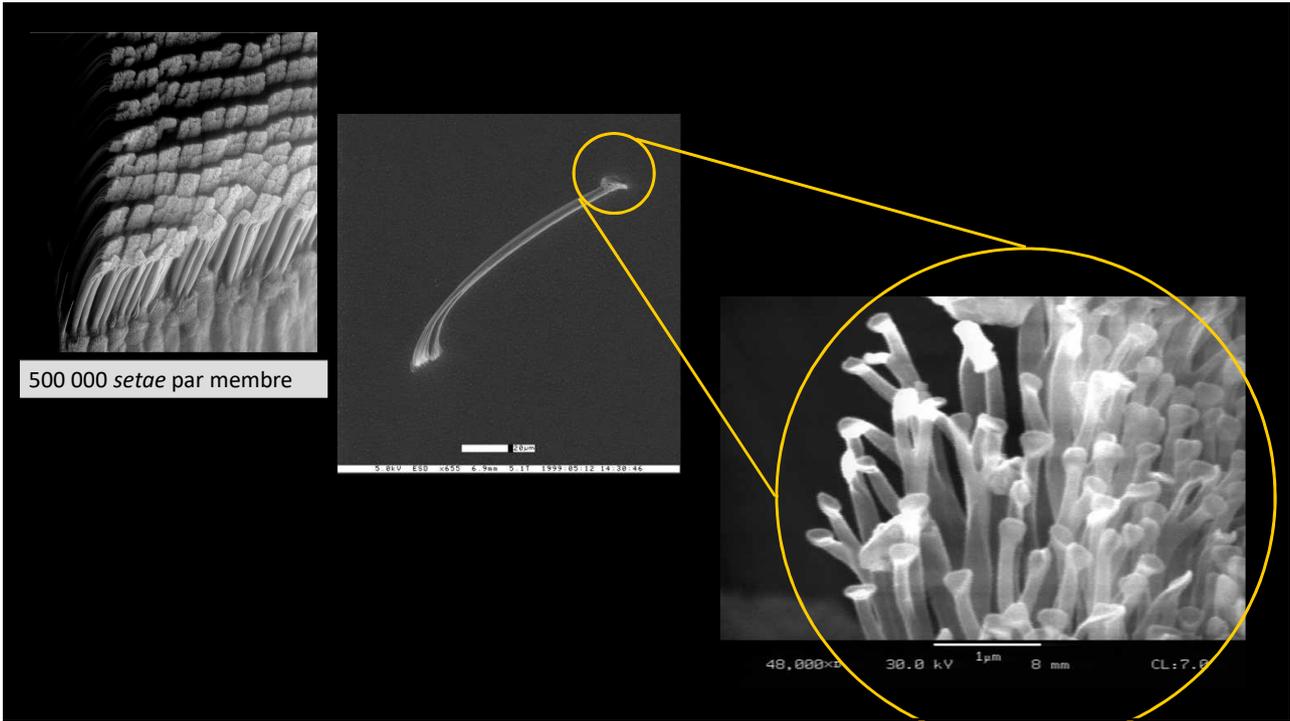


La structure du membre



Chaque membre est recouvert d'env. 500 000 poils minuscules appelés «Setae»

<http://www.clark.edu/~autumn/private/03867a00/images.html>



Un seta peut soulever une fourmi

Un million de *setae* peut supporter la masse de **20 kg** et peuvent tenir sur 1 dime



Si le Gecko utilise simultanément **tous les setae** de ses 4 membres, il pourrait supporter une masse de **127 kg**

20µm

5.0kV ESD x655 6.9mm 5.1T 1999:05:12 14:30:46



Des applications

- **Un homme araignée**
(15 cm, 40 gr) fixé à une plaque de verre par un adhésif microfabriqué de type "Gecko"
- La surface de contact est de 0.5 cm² et peut supporter jusqu'à 100 gr





www.biomimesis.fr

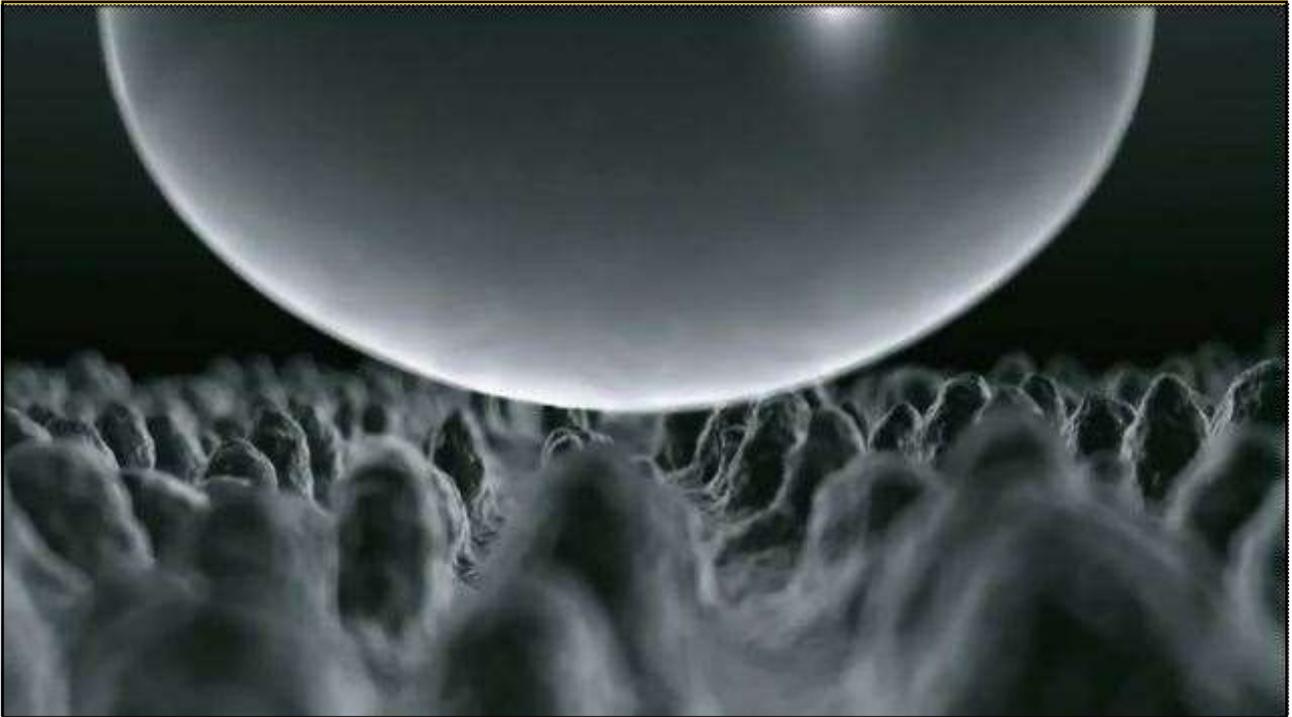
Nettoyage

Bioinspiration



L'effet Lotus

© Thomas Brown, Flickr



Don du sang

Bioinspiration

www.biomimesis.fr

A vertical strip of images showing various natural elements: a fish, a beetle, a flower, a bird, and a lotus flower. The text "Don du sang" is prominently displayed in white, with "sang" underlined. Below it, "Bioinspiration" is written in yellow. The website address "www.biomimesis.fr" is visible on the left side of the strip.



Arenicola marina

Taille de l'arénicole en général de 10 à 25 centimètres de long

Couleur variable, du jaune verdâtre au rouge-rose orangé et au rouge noirâtre



Transplantation rénale

Hématologie

Dermatologie

Médecine de guerre

1 million de malades sont soignés chaque année grâce au don de sang



10 000 dons de sang sont nécessaires chaque jour

Durée de vie des produits sanguins

 <p>5 jours</p>	 <p>42 jours</p>	 <p>365 jours</p>
Plaquettes	Globules rouges	Plasma



Hémoglobine

		
Taille	1	50
Efficacité	1	40
Transport O ₂	4	156

En France ...

- 21 000 personnes sur liste d'attente pour recevoir une greffe
- 400 d'entre eux décèdent chaque année sans avoir reçu d'organe



« La moitié des organes disponibles sont perdus à cause du temps qui manque pour la transplantation ou à cause d'un rejet du receveur ... »



Franck Zal



« L'idée, c'est de donner du temps au chirurgien. Aujourd'hui, on dispose de 6 heures pour réaliser une transplantation d'organe chez un malade. Avec notre invention, on peut conserver un rein en parfait état pendant 12-24 heures. On vise même les sept jours. »



Franck Zal

De nombreuses applications



- ✓ Conservation des greffons avant la transplantation au malade
- ✓ Transporteur d'oxygène pour lutter contre les hémorragies
- ✓ La molécule du ver marin peut être lyophilisée
- ✓ Accéder à des zones non couvertes par les globules rouges
- ✓ Lutte contre les pathologies d'anémie aigue à l'AVC
- ✓ Pansement oxygénant favorisant le traitement des plaies chroniques
- ✓ La molécule n'est entourée d'aucune cellule - qui attribuent notamment le rhésus et le groupe sanguin - elle est universelle !

Résistance / poids



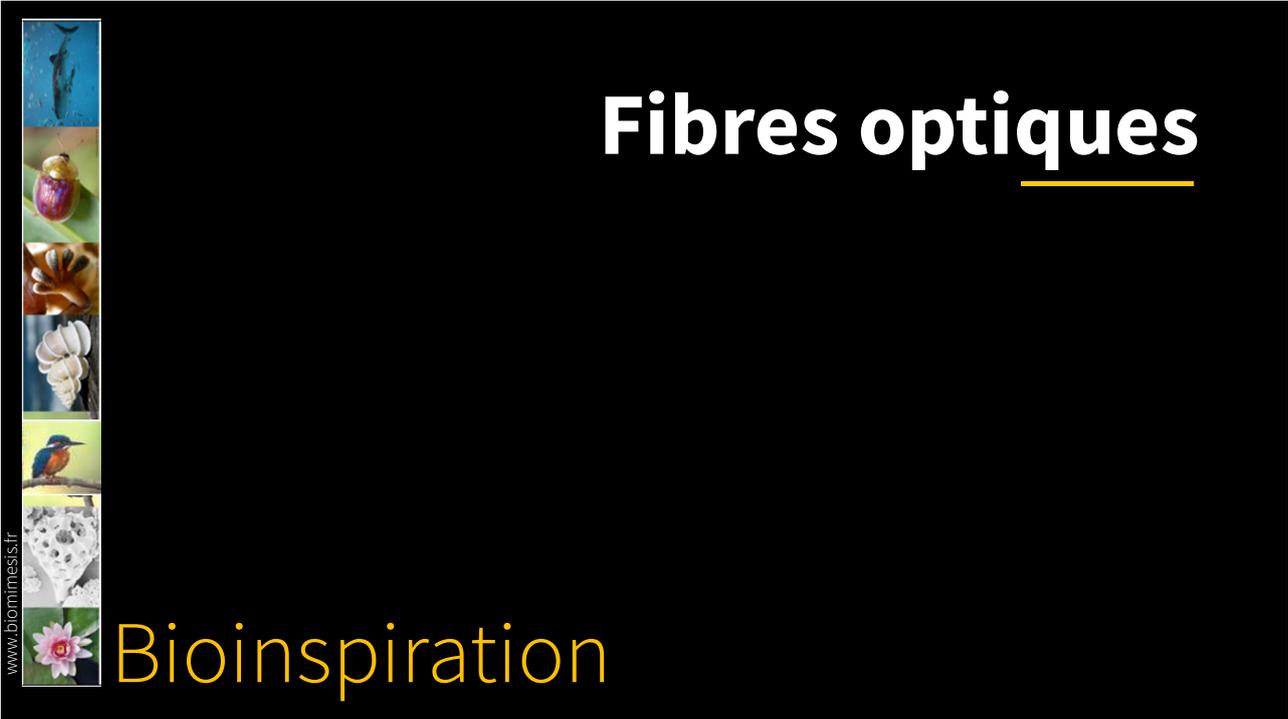
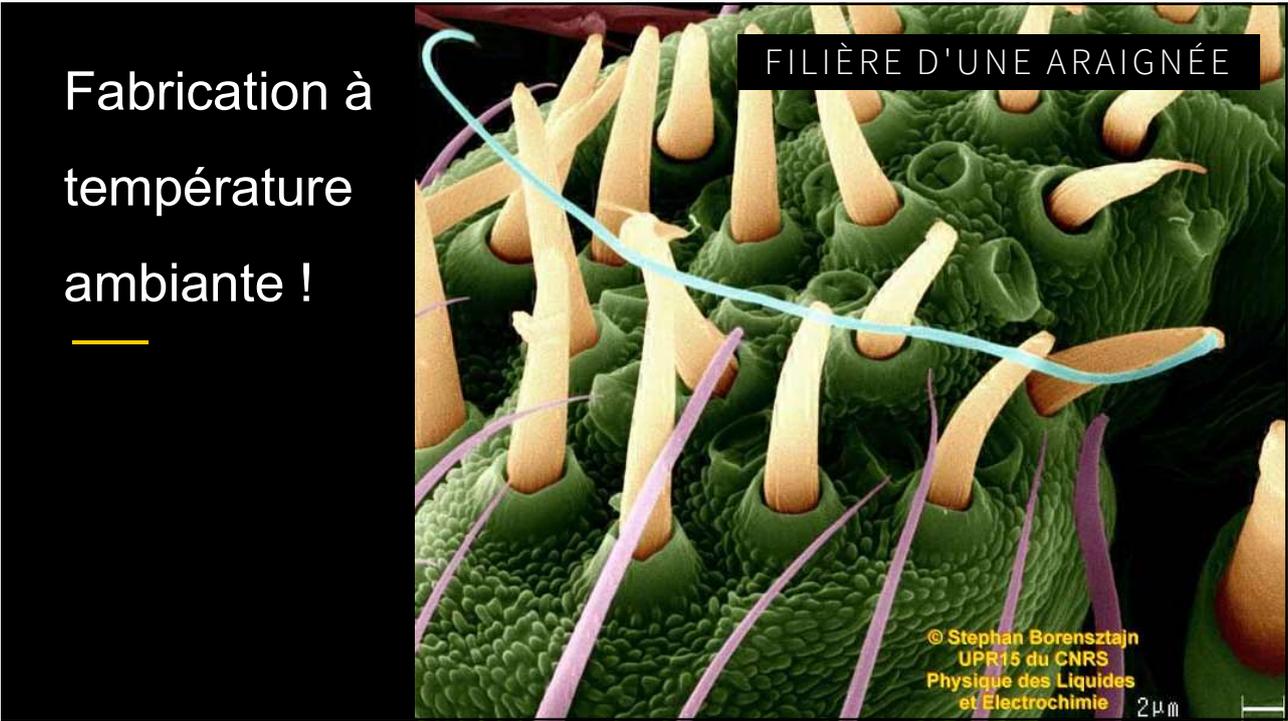
Bioinspiration



Solidité	Légèreté	Douceur	Durabilité
Boeing 747	40,000 kms	Anti-allergène	Biocompatible
380 T	320 gr	Hautement respirante	Végan !
		Gestion de l'humidité	100% biodégradable

Photo by freestocks.org on Unsplash







Euplectella aspergillum

brief communications

Fibre-optical features of a glass sponge

Some superior technological secrets have come to light from a deep-sea organism.

Modern technology cannot yet compete with some of the sophisticated optical systems possessed by biological organisms¹. Here we show that the spicules of the deep-sea 'glass' sponge *Euplectella* have remarkable fibre-optical properties, which are surprisingly similar to those of commercial telecommunication fibres — except that the spicules themselves are formed under normal ambient conditions and have some technological advantages over man-made versions.

The skeleton of the hexactinellid class of sponges is constructed from amorphous, hydrated silica^{2,3}. *Euplectella* builds an intricate cage (Fig. 1a), which typically houses a mating pair of shrimp through its skeleton: 'Venus flower-basket' and is composed of a lattice of fused spicules⁴ that provide extra-structural support.

A network of anchorage spicules (thaxsals) extend outwards in a cross-like formation. These spicules are generally 5–15 cm long and 40–70 μm in diameter; their native cross-section is homogeneous and they have no structural boundaries. Under stress or etching, the spicules reveal a characteristic layered morphology⁵ and cross-sectional variations in composition that appear as three distinct regions: a pure silica core of about 2 μm in diameter that encloses an organic filament; a central cylinder that has the greatest organic content of the fibre and a striated shell that has a gradually decreasing organic content and which is glued together by organic films (Fig. 1b).

We anticipated that the spicules' rich sub-structure should be reflected in their optical properties as well. Indeed, interferometric refractive-index profiling⁶ revealed three regions that correspond to the three regions of structural composition (Fig. 1c): a core with high refractive index that is comparable to (or higher than) that of vitreous silica; a cylinder of lower refractive index that surrounds the core; and an oscillating pattern with progressively increasing refractive index at the outer part of the spicule.

To determine whether this typical 'core-cladding' refractive-index profile endows the spicules with wave-guiding properties, we investigated their transmission characteristics. We found that embedded spicules act as single- or few-mode waveguides — that is, light waves are effectively confined to the core, where refractive index is highest (Fig. 1d, left). When light was coupled into free-standing spicules, they functioned as multi-mode fibres, with most of the light filling the entire cladding, because of the enhanced refractive-index contrast

between the spicule and air (Fig. 1d, right).

These biological fibres therefore resemble commercial telecommunication fibres, in that they are made of the same material and have comparable dimensions, as well as similar refractive indices for the high-index core and a low-index cladding. They also function as efficient single-mode, few-mode or multi-mode waveguides, depending on the optical launch conditions.

The principal weakness of commercial optical fibres is that they fracture as a result of crack growth, whereas the spicules' lamellar layers, connected by organic ligands at the fibre's exterior, provide an effective crack-arresting mechanism and enhance fracture toughness^{6,7}. Another superior feature of the spicules is their formation under ambient conditions, a process that is regulated by organic molecules^{8,9}. This ambient-temperature process, unlike the high-temperature manufacture of man-made fibres, allows the structure to be doped with specialized impurities that improve the refractive index and therefore the wave-guiding properties. Our preliminary elemental analysis

shows, for example, that sodium ions are present throughout the spicules, particularly in the core. Although sodium ions (and many other additives) are desirable fibre-optic dopants, they present a manufacturing challenge, for example by causing devitrification at high temperatures.

Our results suggest the intriguing possibility that the spicules of *Euplectella*, beyond structural anchorage support, could also provide a highly effective fibre-optical network, which may be useful in distributing light in its deep-sea environment. This illuminating sponge should also shed light on low-temperature, biologically inspired processes that could give rise to better fibre-optical materials and networks.

Vikram C. Sundar*, Andrew D. Yabuta†, John L. Grams†, Micha Ham†, Joanna Kinsberg†

*Bell Laboratories/Lucent Technologies, Murray Hill, New Jersey 07974, USA
†email: jgram@lucent.com
†1005, Murray Hill, New Jersey 07974, USA
†Department of Zoology, Yale University, 360 Ave 08106, Connecticut

Un organisme du fond des mers livre des secrets technologiques de pointe

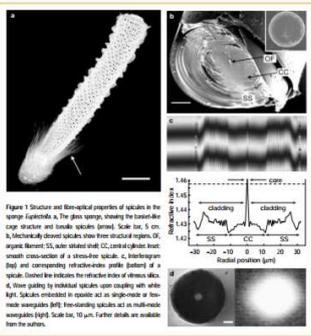
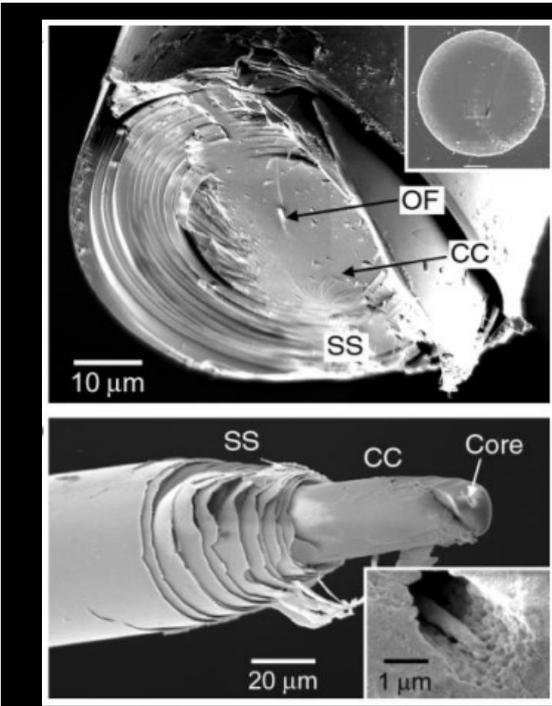
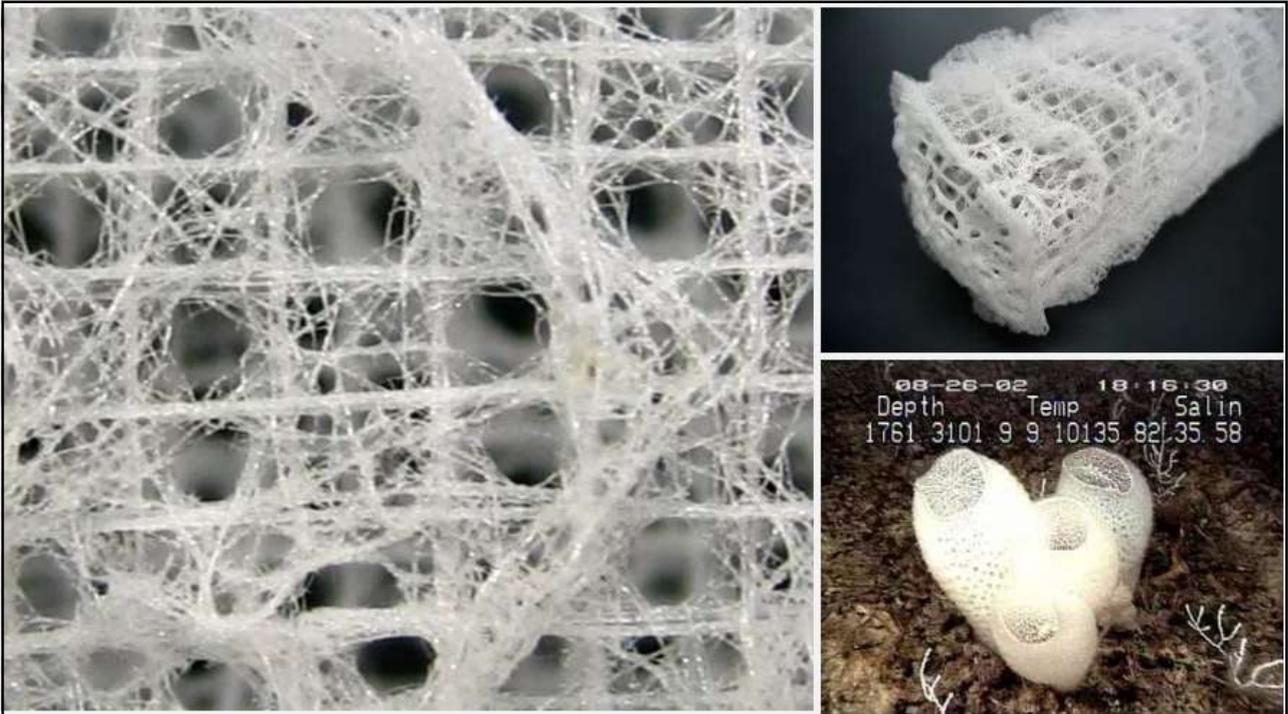


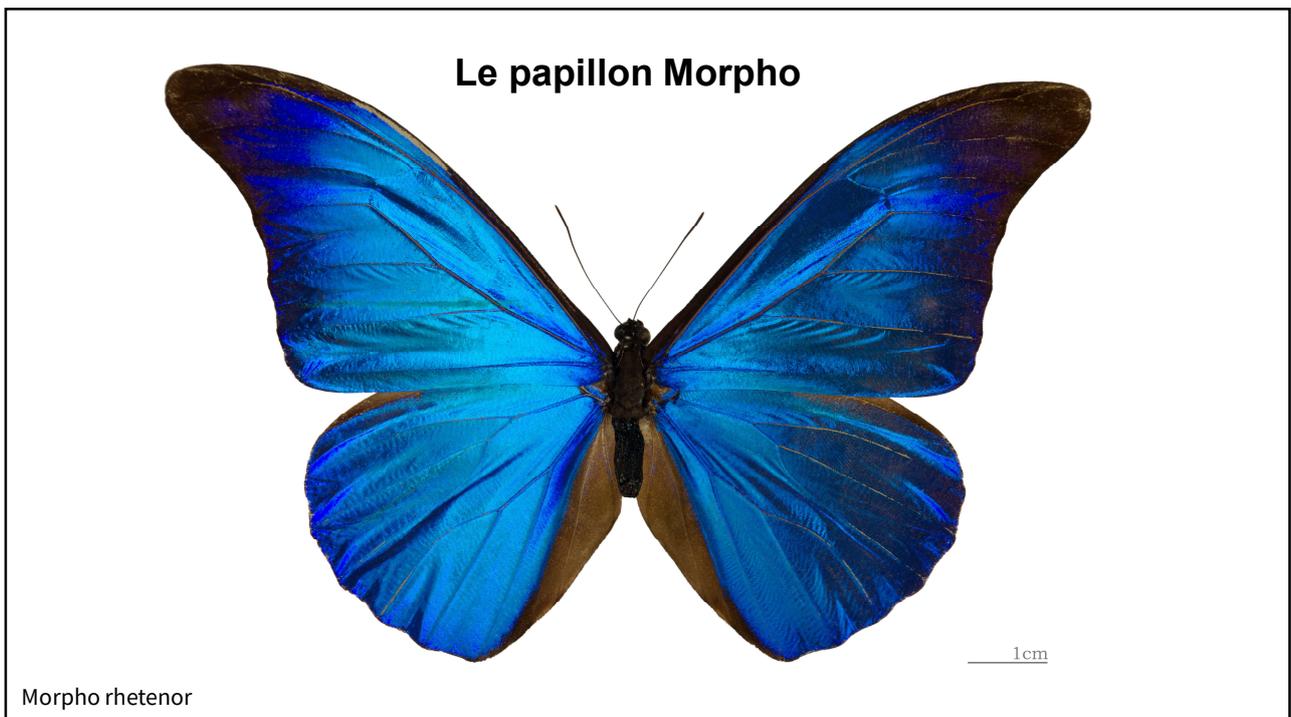
Figure 1 | Structural and fibre-optical properties of spicules in the sponge *Euplectella*. a, The glass sponge, showing its basket-like cage structure and fusible spicules (arrow). Scale bar, 5 cm. b, Mechanically stressed spicule, showing fused structure. c, Interferometric refractive-index profile of a spicule. d, Single- and few-mode waveguides (left) and multi-mode waveguides (right). Scale bar, 100 μm. Further details are available from the authors.

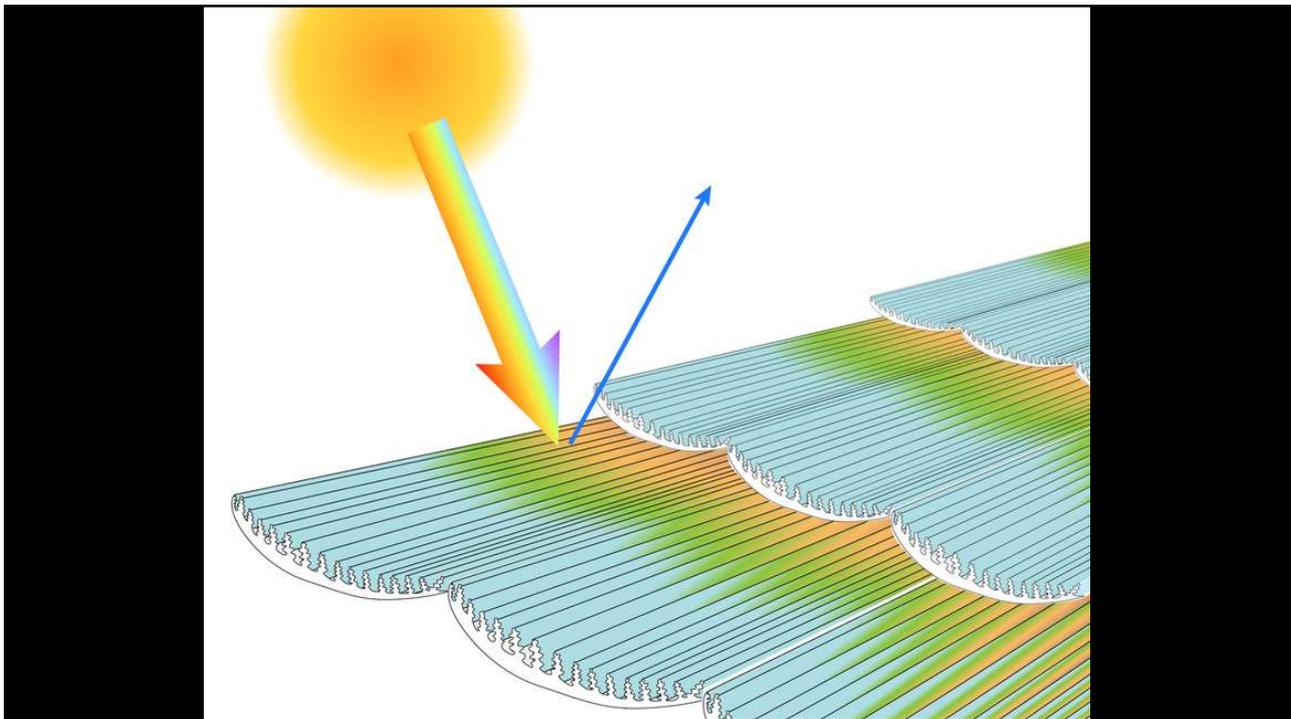
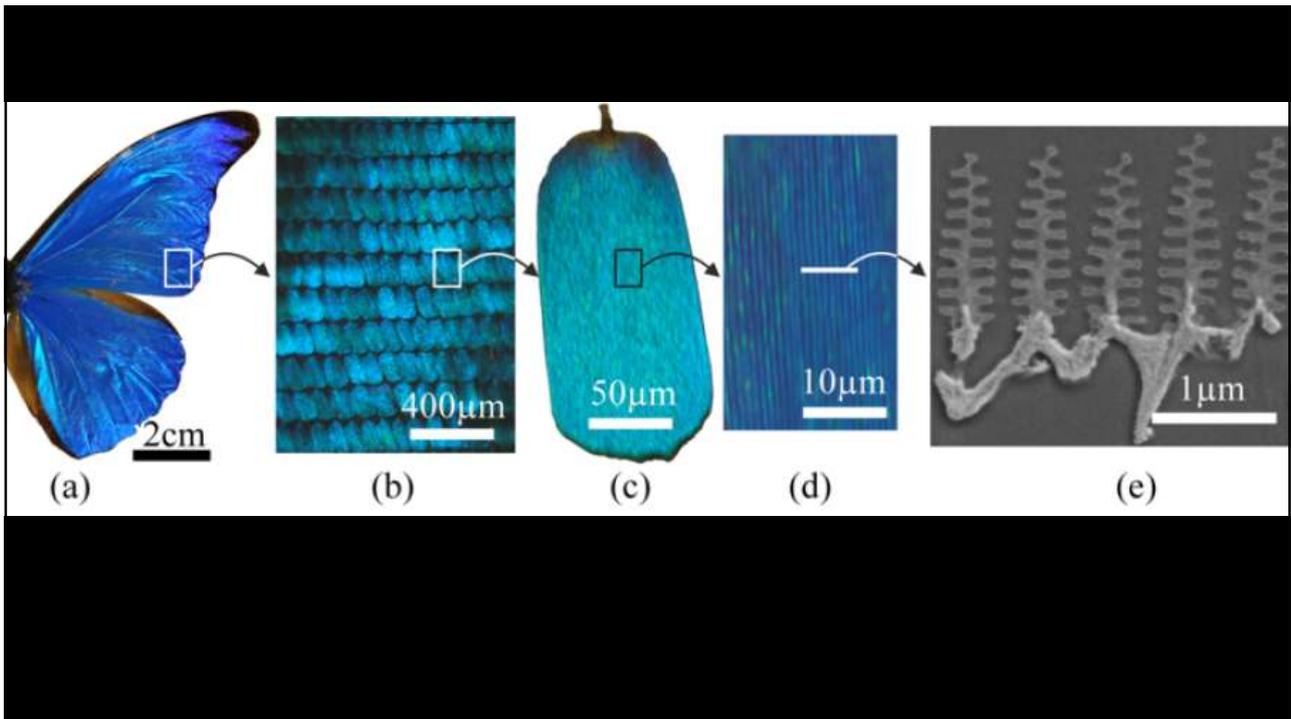
NATURE | VOL 424 | 21 AUGUST 2003 | www.nature.com/nature

brief communications



- Propriétés optiques plus performantes que les fibres optiques utilisées en télécommunication.
- Se forment à basse température, contiennent des additifs tels que des ions sodium, qui améliorent leurs propriétés optiques.
- Substance organique qui les rend plus résistants que les fibres optiques fragiles actuellement sur le marché





Multifonctionnalité

L'aile du Morpho

- La couleur
- Hydrophobie
- Auto-nettoyage
- Régulation thermique



1cm

Morpho rhetenor

Economie

Cinq éléments chimiques
impliqués dans cette architecture
multifonctionnelle !

H

C

N

O

P



1cm

Morpho rhetenor

Sur les quelques 90 éléments stables disponibles sur terre

Les structures naturelles

Guère plus de six

Nos produits industriels

Une bonne cinquantaine



La nature produit dans des conditions «douces», en consommant peu d'énergie et sans générer d'effets polluants.

PATRICIA RICARD | LE BIOMIMÉTISME :
S'INSPIRER DE LA NATURE POUR INNOVER DURABLEMENT | SEPTEMBRE 2015

S'inspirer de la Nature pour innover durablement

**Si le manchot était
un véhicule, il
pourrait parcourir
1500 km avec un
seul litre de gasoil !**



LES BALEINES BLEUES CHAMPIONNES DE LA COMMUNICATION

En plus d'être les plus grands mammifères, les baleines bleues ont la plus longue portée sonore du monde. Leur chant peut en effet émettre jusqu'à 800 kilomètres !

Quelques leçons du biomimétisme





**« Les nanostructures élaborées par le vivant excitent
notre imagination par leur beauté et l'intelligence
qu'elles révèlent »**

JACQUES LIVAGE - 2016
COMMENT FAIT LE GECKO POUR MARCHER AU PLAFOND
BELIN : POUR LA SCIENCE - P.6



**... partout où l'on regarde, à quelque échelle que ce soit,
on trouve une élégance et une ingéniosité d'une qualité
absolument transcendante ...**

MICHAEL DENTON - 1988
EVOLUTION, UNE THÉORIE EN CRISE



A côté du niveau d'ingéniosité et de complexité présenté par la machinerie moléculaire, nos objets artificiels, même les plus avancés, paraissent grossiers.

MICHAEL DENTON - 1988
EVOLUTION, UNE THÉORIE EN CRISE

Différentes réactions

Le hasard fait
bien les choses



Intelligence
supérieure

La nature est
parfaite

Traces d'un « architecte
exceptionnel »



«La question est de savoir si le système vivant, que nous connaissons de mieux en mieux, s'est fait seul ou s'il a été initié et construit.»



PROF. P. RABISCHONG



« L'analyse technique de quelques bioprogrammes spectaculaires donnent à penser que le système de la vie n'a pas pu émerger et se poursuivre dans cette étonnante biodiversité sans qu'il existe un programme »



PROF. P. RABISCHONG



« Face à une fonction, un organe, une structure cellulaire ou une variation dynamique, si coexistent une intentionnalité, une complexité, une réussite technique et une reproductibilité, le hasard doit être éliminé.

L'intentionnalité est l'expression d'une volonté finalisée, c'est-à-dire une action avec un but clairement perceptible et exprimable. C'est en quelque sorte **la traduction d'un cahier des charges ...**»

PROF. PIERRE RABISCHONG



En l'absence d'un accident absurde et improbable, les observations de la science moderne semblent suggérer, à la base, **un plan surnaturel.**

ARNO PENZIAS | PRIX NOBEL DE PHYSIQUE, 1978

Un constructeur invisible et muet ?

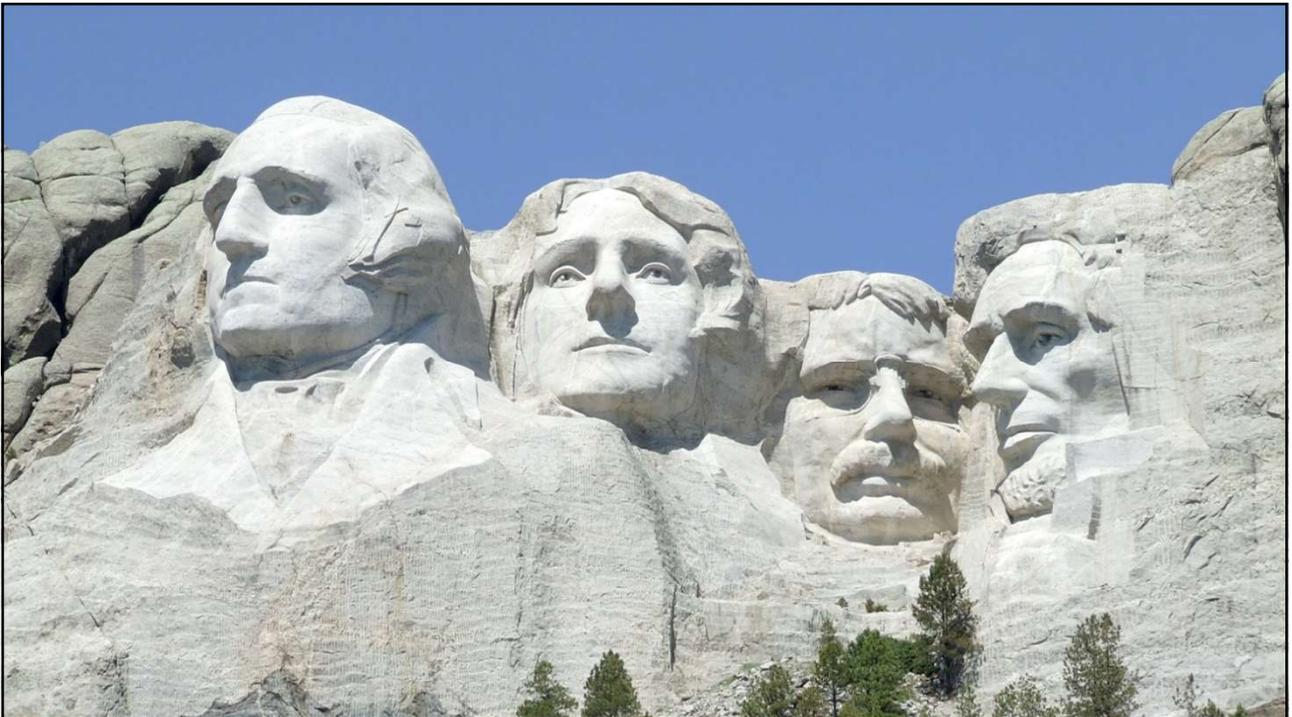


« A l'évidence, il faut beaucoup d'intelligence et de puissance pour pouvoir non seulement concevoir, mais réaliser aussi bien l'infiniment petit que l'infiniment grand du cosmos »

Prof. P. Rabischong | Le programme Homme | PUF | 2003



Moshe Safdie



Gutzon Borglum

« La nature parle ... »

- **Les termites**, experts en génie climatiques
- **Le lotus** : de la pureté à la propreté
- **Le martin-pêcheur**, le TGV japonais
- **La moule**, la colle qui résiste à tout
- **Le thon**, le fuselage des avions
- **Les grenouilles des bois**, l'art de se congeler soi-même
- ...

78



« C'est une triste chose de songer que la Nature parle et que le genre humain n'écoute pas. »

VICTOR HUGO | ECRIVAIN, 1870

« Interroge donc les bêtes et elles t'enseigneront, les oiseaux et ils te l'apprendront, ou parle à la terre et elle t'enseignera, et les poissons de la mer te le raconteront: qui ne reconnaît pas, chez eux, *la preuve que c'est la main de l'Eternel qui a fait tout cela*»

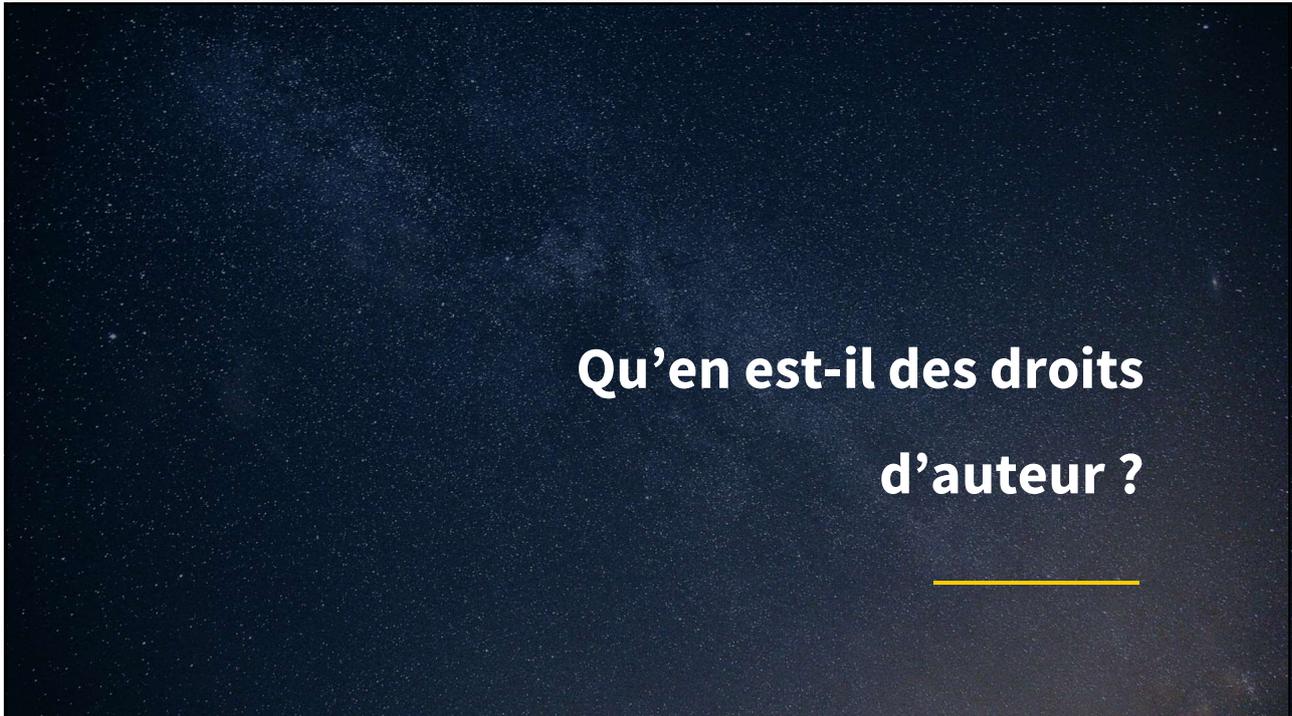
JOB 12.7-9



« Depuis la création du monde, les œuvres de Dieu parlent à la pensée et à la conscience des hommes de ses perfections invisibles : quiconque sait regarder, peut y *discerner clairement sa divinité et sa puissance.* »

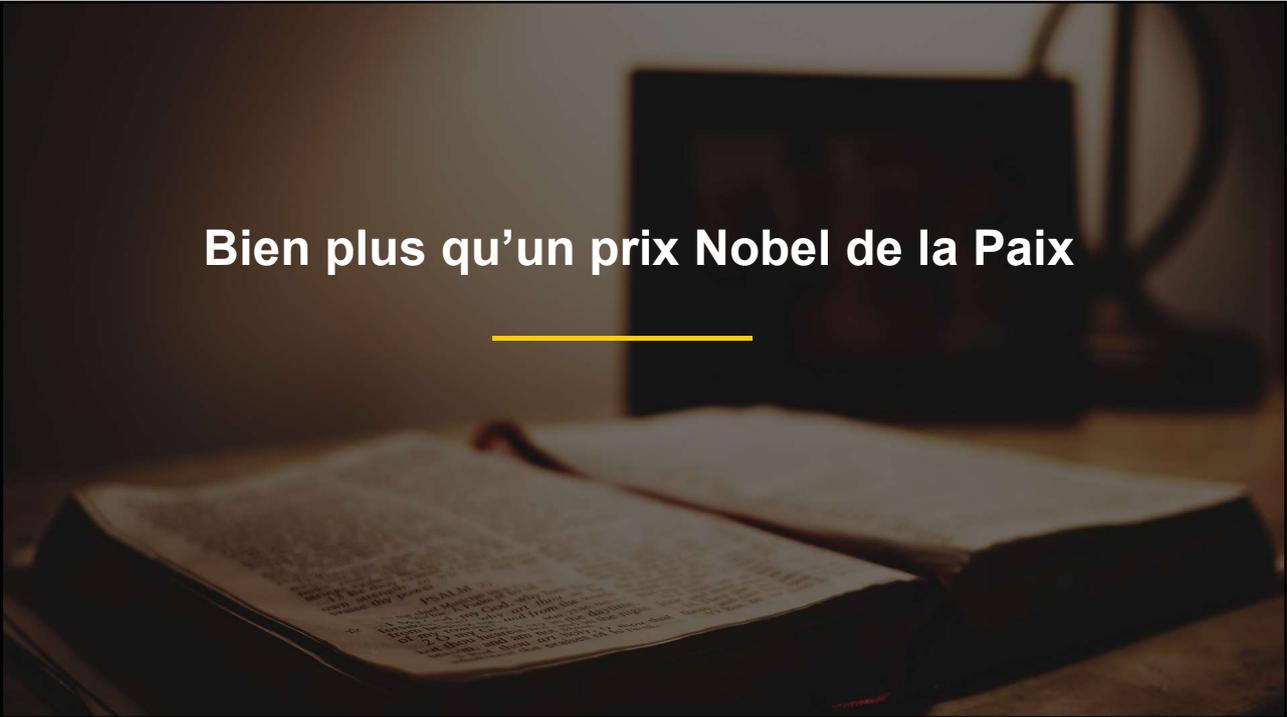
ROMAINS 1.20

Dieu nous a laissé son CV !



Dieu n'a jamais pris de cours de C++, de Java, perl, Python ou quelque autre langage de programmation. Mais Il est expert en programmation !!
L'information au sein d'une cellule le prouve.

Il y a des milliers de raisons de le louer, d'apprendre à mieux le connaître. Et nous allons Le découvrir en tant qu'architecte, ingénieur aéronautique, biologiste hors pair, prix Nobel de Physique, de Médecine, de Chimie, médaille d'argent du CNRS, grand spécialiste des nanotechnologies, ...



Bien plus qu'un prix Nobel de la Paix

Osons la Bible !

De grands scientifiques croyaient la Bible !

Robert Boyle (1627-1691)

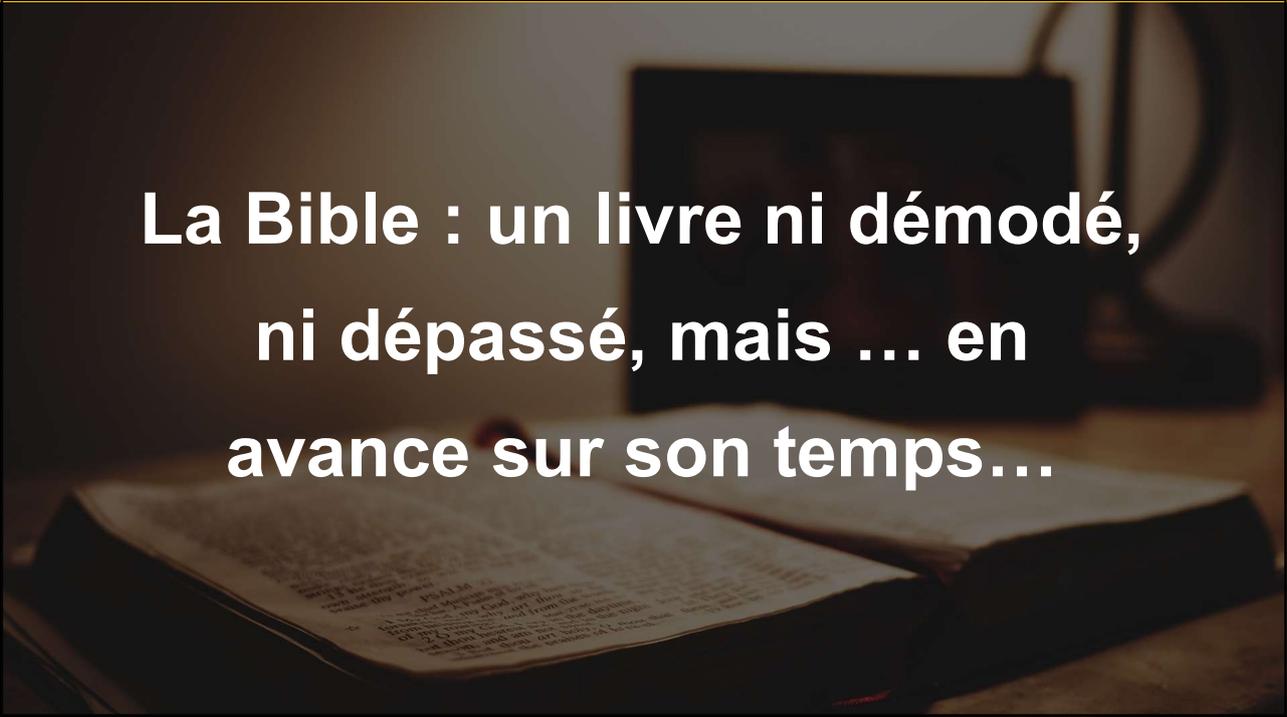
Blaise Pascal (1623-1662)

Carl von Linné (1707-1778)

Isaac Newton (1643-1727)

Et encore aujourd'hui ...





**La Bible : un livre ni démodé,
ni dépassé, mais ... en
avance sur son temps...**



**La nature
parle ...**
