

## 7. Découvrir les miracles cachés de la nature ouvre nos horizons



L'étude des modèles de la nature n'est pas une science très ancienne en Occident, ni très courante.

Par contre, en Chine, elle existe depuis des millénaires et est connue sous le nom de « Li ».

Li reflète l'ordre dynamique et le modèle de la nature.

Mais il ne s'agit pas d'un modèle considéré comme quelque chose de statique, de figé ou d'immuable. Il s'agit d'un modèle dynamique, présent dans toute chose vivante.

Les nervures des feuilles, les taches de la tortue et les veines des rochers expriment tout l'art et le langage secret de la nature.

Aujourd'hui, il est devenu plus facile d'admirer tous ces modèles qui nous entourent, grâce à de nouvelles techniques.

Nous sommes entourés par des choses que nous ne pouvons pas voir.

Mais la technologie, aujourd'hui, nous permet d'élargir nos horizons, de nous faire voyager à travers le temps et l'espace, de rendre l'invisible visible.

Cela change petit à petit nos perceptions et nous aide à mieux comprendre la nature.

Ainsi un nouveau dénominateur commun unit la technologie, la science et l'art : la curiosité qui, presque toujours, est suivie par la surprise et l'émerveillement.

Par exemple, il y a des changements qui sont **trop lents pour que nos yeux** les détectent, l'enregistrement en accéléré nous permet de découvrir, d'élargir notre point de vue sur l'existence.

A l'autre extrême, il y a certaines choses qui bougent **trop rapidement pour nos yeux** mais nous pouvons filmer des mouvements 1000 fois trop rapides pour nos yeux. Et ainsi, nous pouvons voir au ralenti comment fonctionnent les conceptions ingénieuses de la nature.

Nous ignorons ce qui est **trop petit à l'œil nu**. Grâce au microscope électronique qui crée des images agrandies avec un grossissement d'un million de fois, nous pouvons aussi voir des choses trop infimes pour nos yeux mais qui vivent avec nous.

Et à l'inverse, à grande échelle, nous ne voyons pas **ce qui est trop vaste pour nous**.

Toutes ces techniques permettent de changer en profondeur notre compréhension de notre planète.

Et en découvrant des mondes qui nous sont inconnus, nous pouvons comprendre que nous existons dans un univers extrêmement vivant et complexe.

Du plus petit au plus grand, tout est si bien agencé qu'il serait triste de ne pas en être conscient. Car cette capacité de pouvoir l'apprécier à sa juste valeur éclaire la vie d'une autre façon, elle donne un sens à tout ce qui nous entoure.

Qui sait ce qui attend encore d'être découvert et comment ces nouveaux phénomènes transformeront-elles notre vision de la vie ?

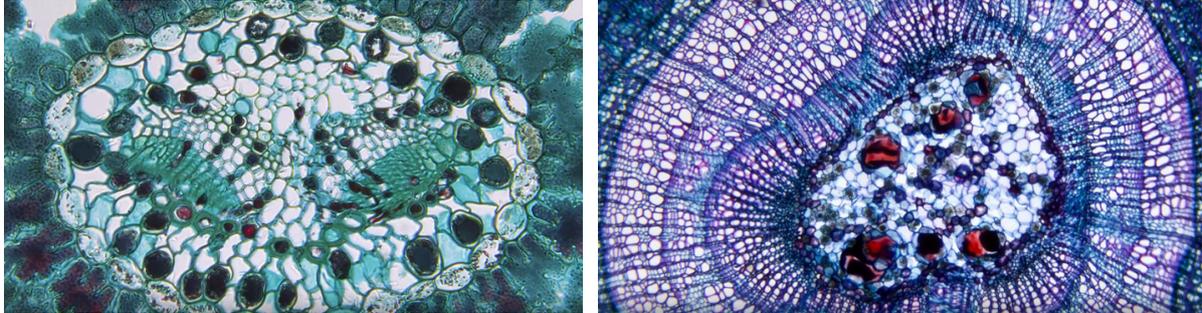
Un des nombreux **modèles de Li** est le **labyrinthe**.

On le trouve dans les structures coralliennes, les champignons comme les morilles, les choux, le cerveau.

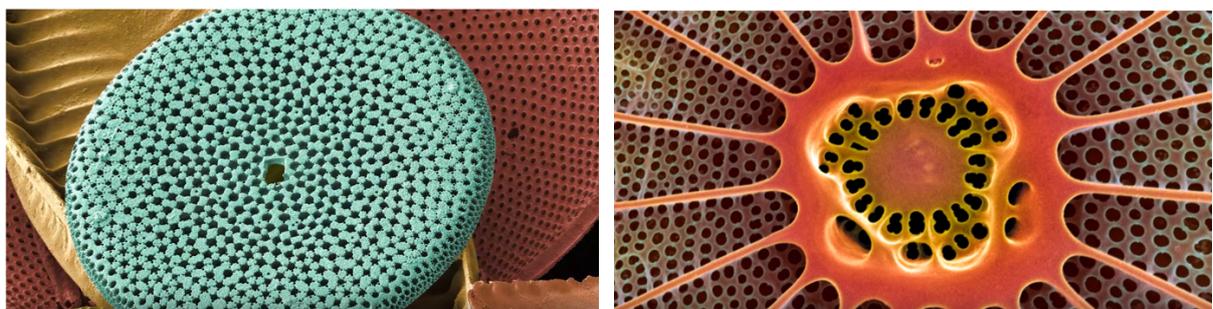
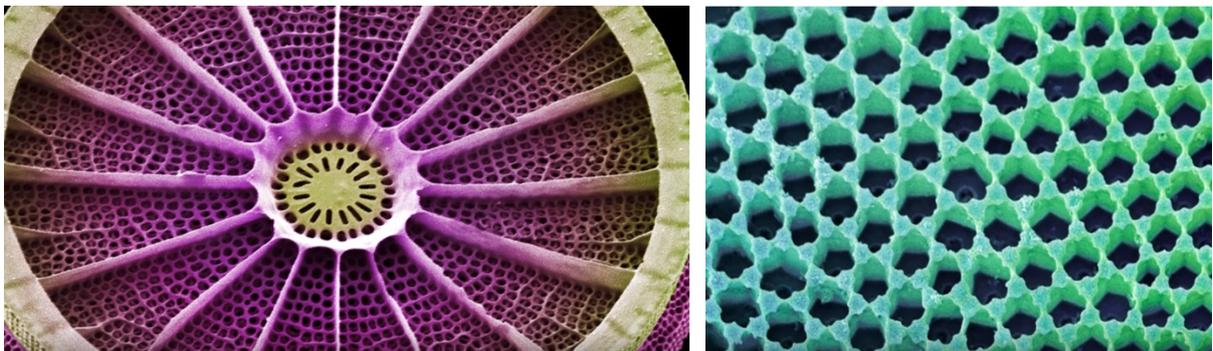
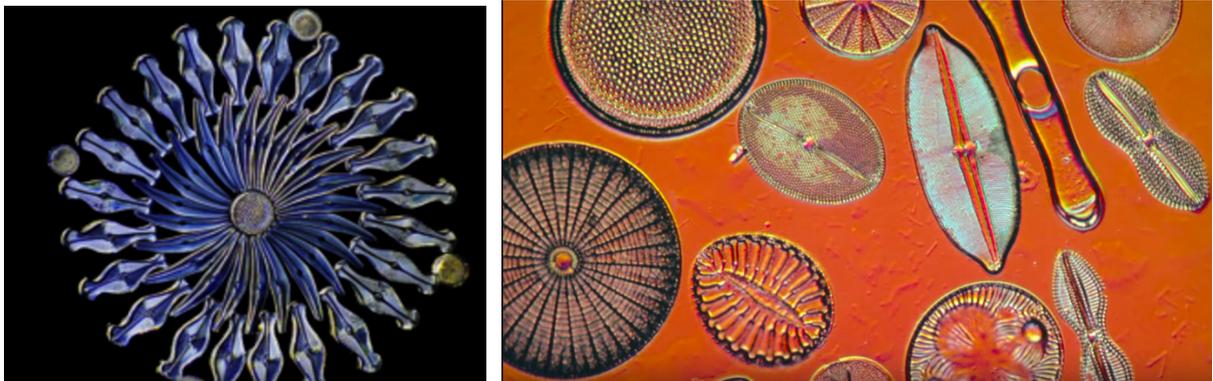


Un autre modèle courant de la nature est le **modèle cellulaire** qui est **trop petit à voir** pour nos yeux.

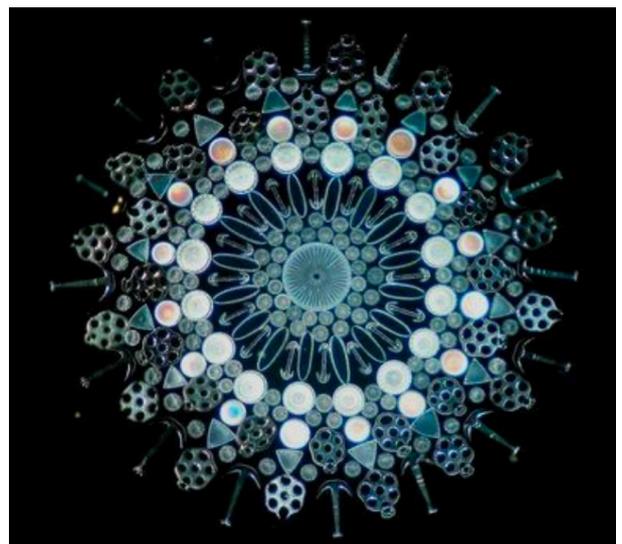
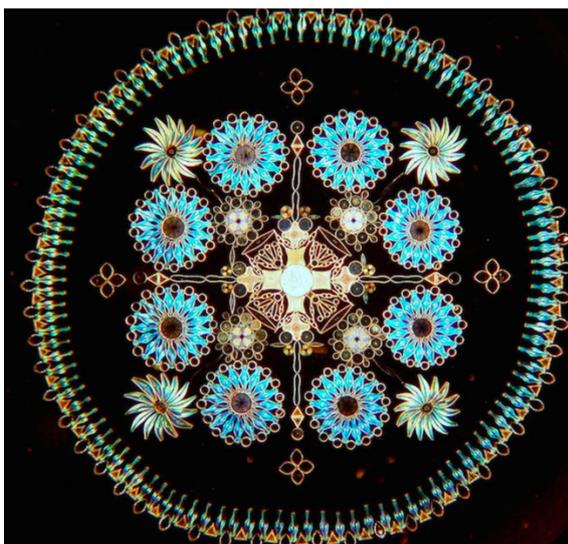
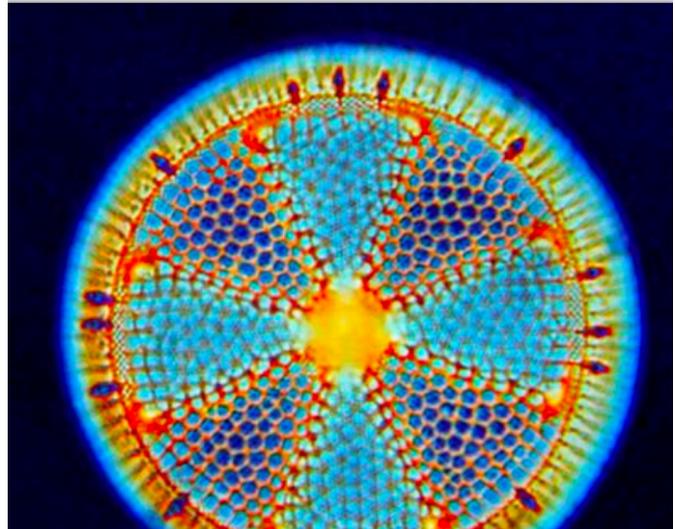
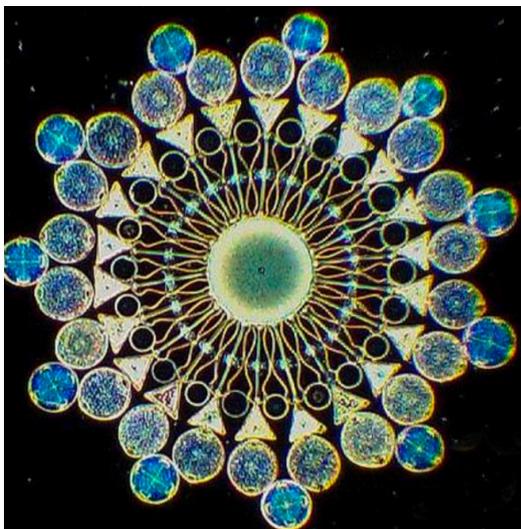
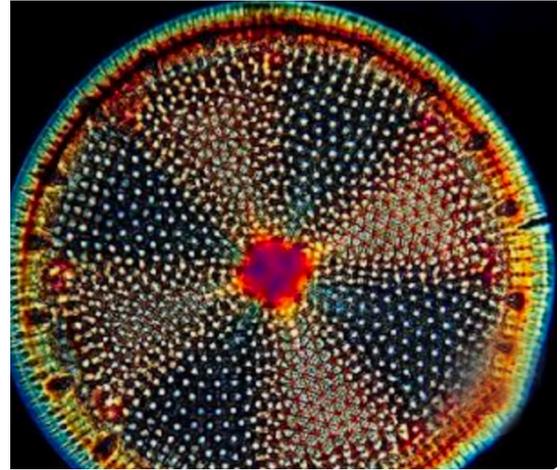
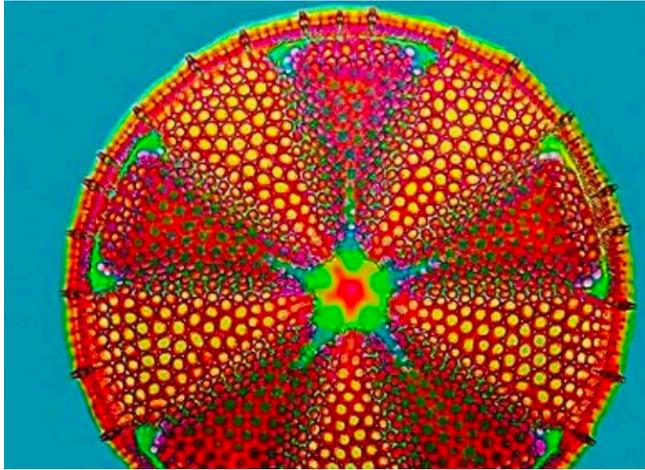
Mais avec les microscopes, on peut admirer une myriade de structures cellulaires différentes, elles sont toutes ordonnées selon leur raison d'être et leur fonction. On peut aisément se laisser hypnotiser par leurs formes.



Les micro-algues, les diatomées\*... de l'art sous microscope !

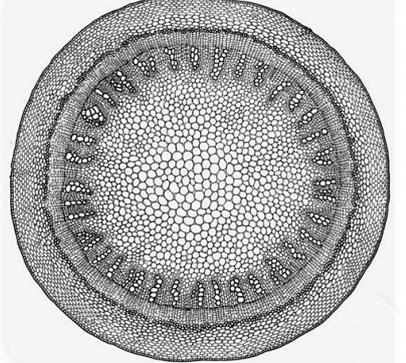
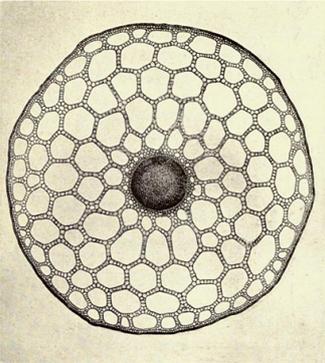
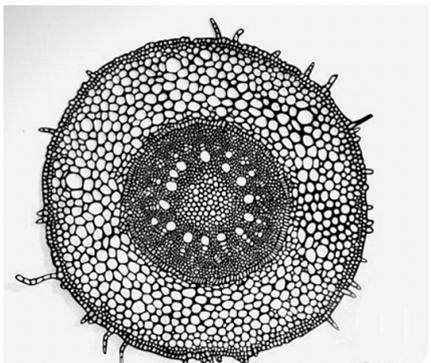
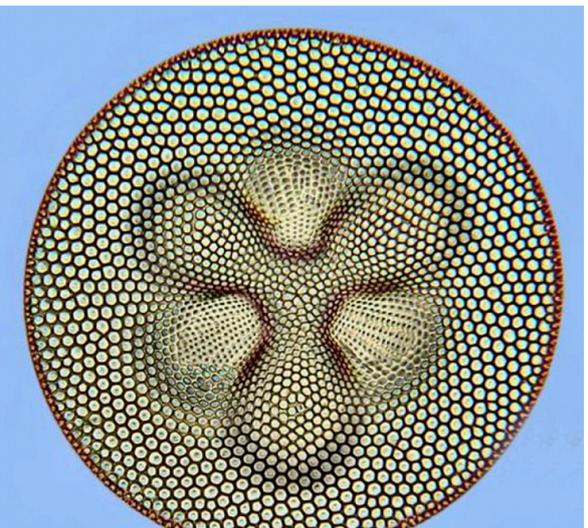
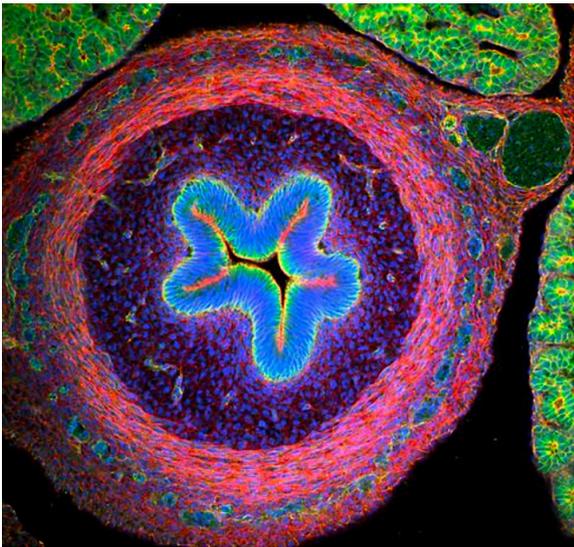


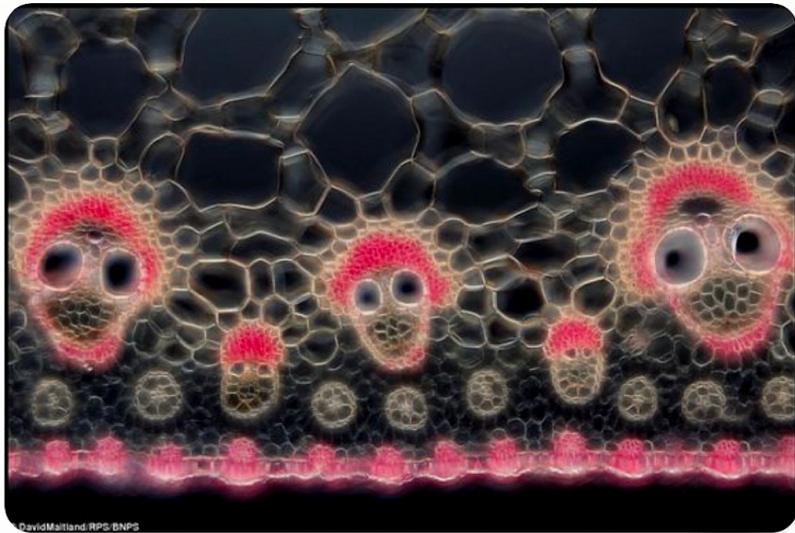
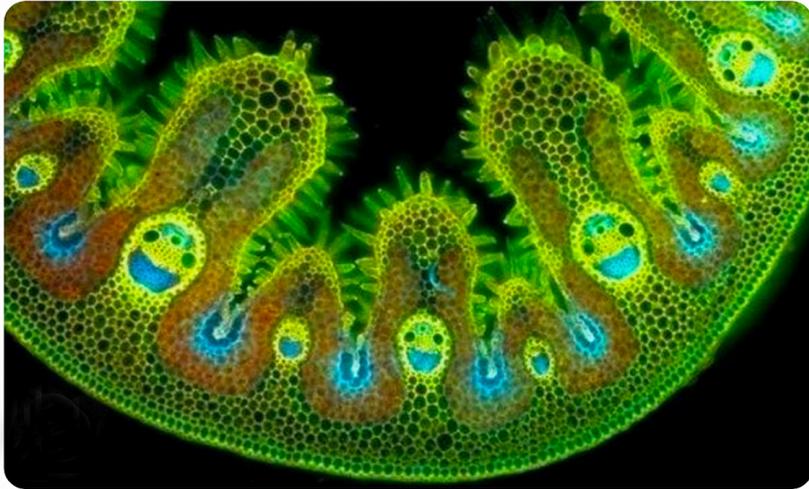
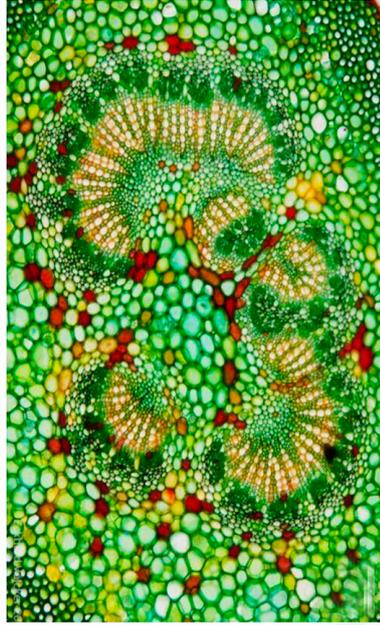
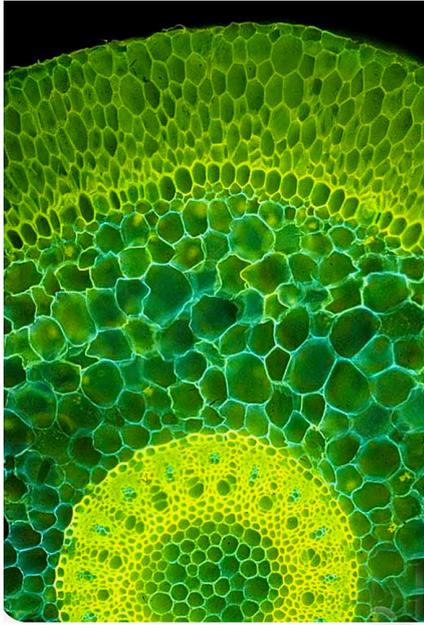
\* La diatomée est une division de **micro-algues unicellulaires** présentes dans tous les milieux aquatiques et enveloppées par un squelette externe siliceux. Elles peuvent vivre isolées ou en colonie, être libres ou fixées.



N'est-ce pas phénoménal ! Toutes ces magnifiques formes sont des cellules.

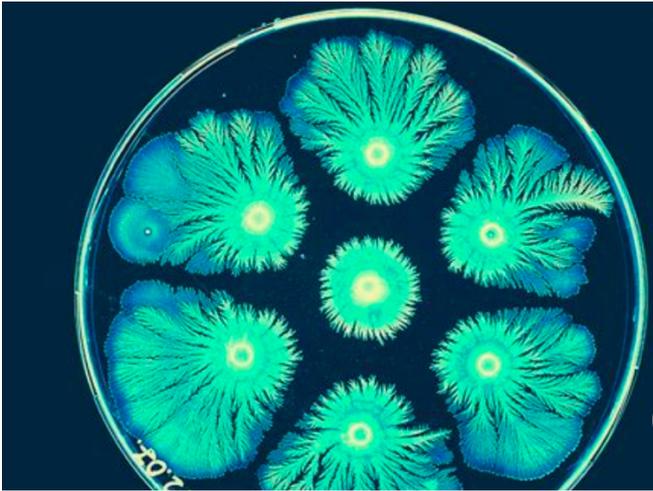
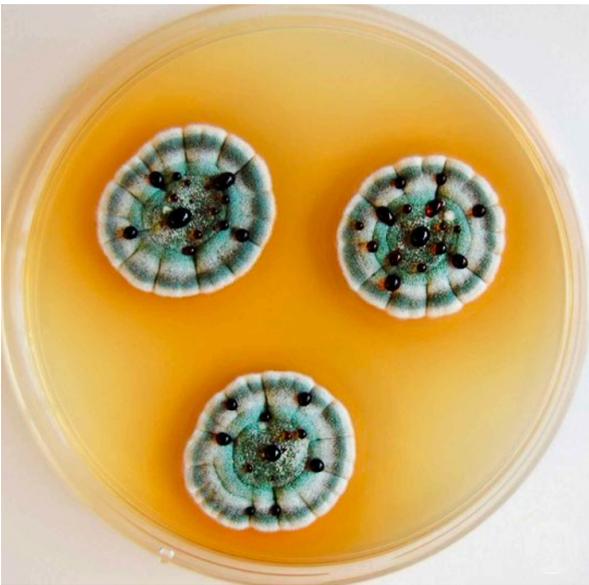
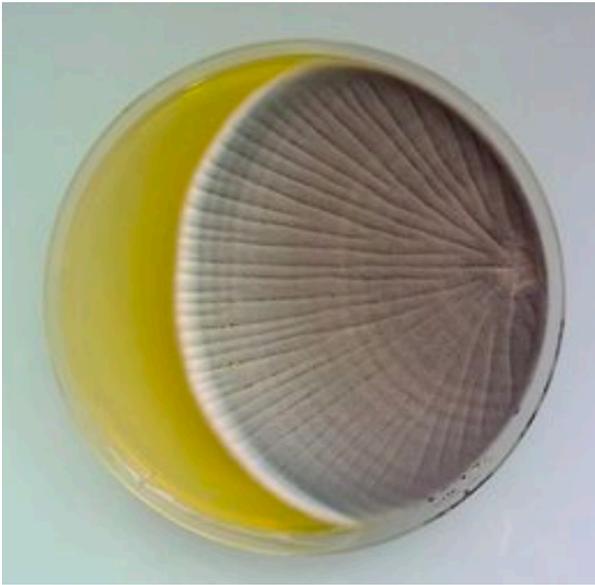
Végétaux au microscope :





David Maitland RPS BNPS

En laboratoire, quelques boîtes de Pétri où se développent des bactéries !



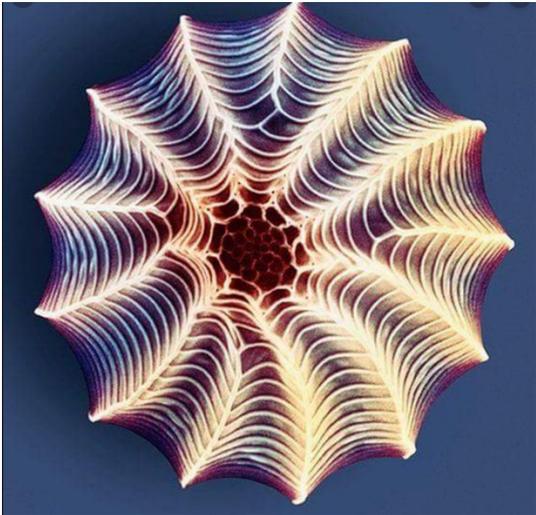
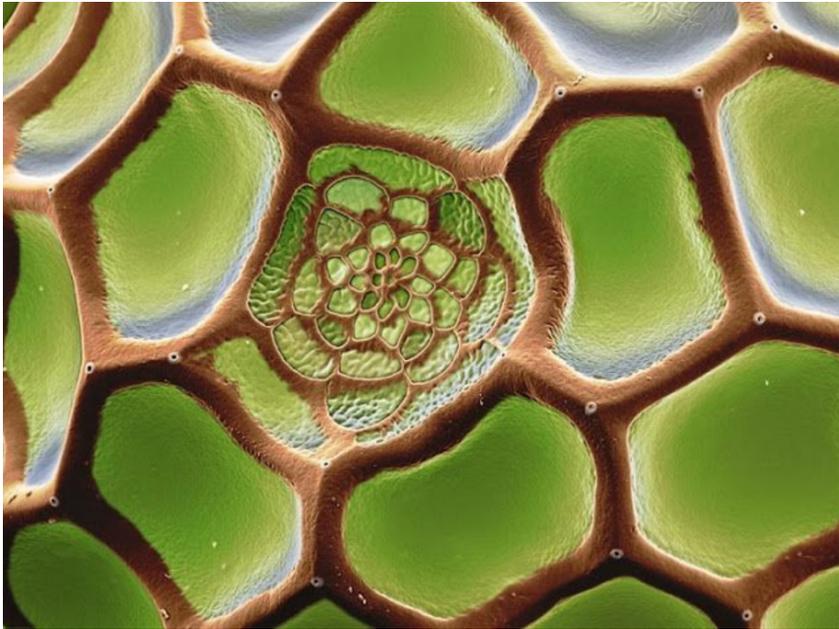
Dans le nature, en y regardant de très très près, on peut découvrir des œufs de papillons.



Un vrai travail d'orfèvre !

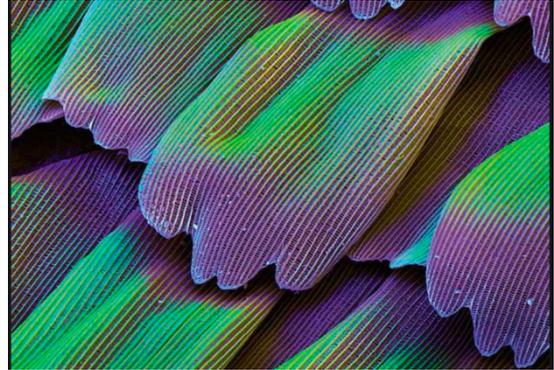
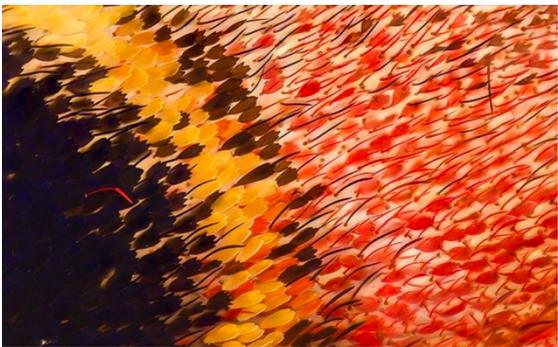


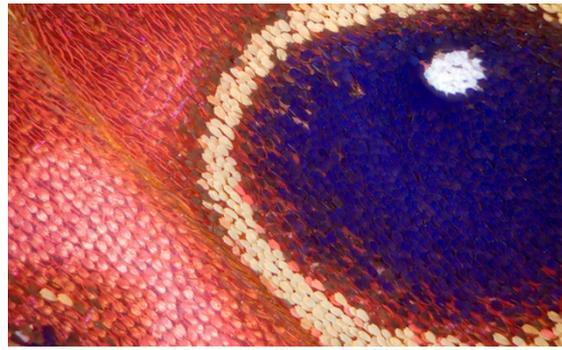
Et au microscope, les œufs de papillons deviennent des œuvres d'art.



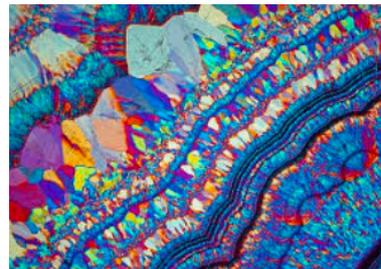
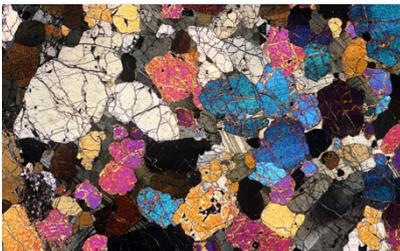
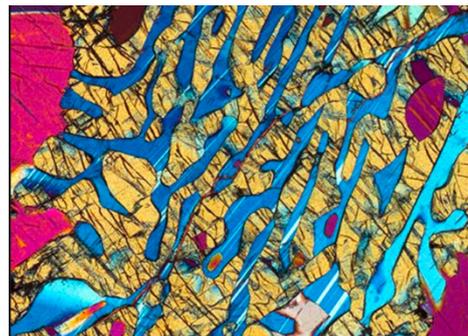
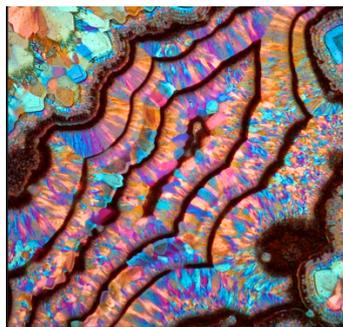
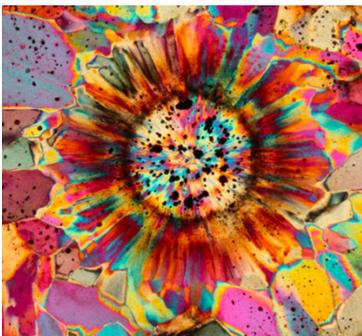


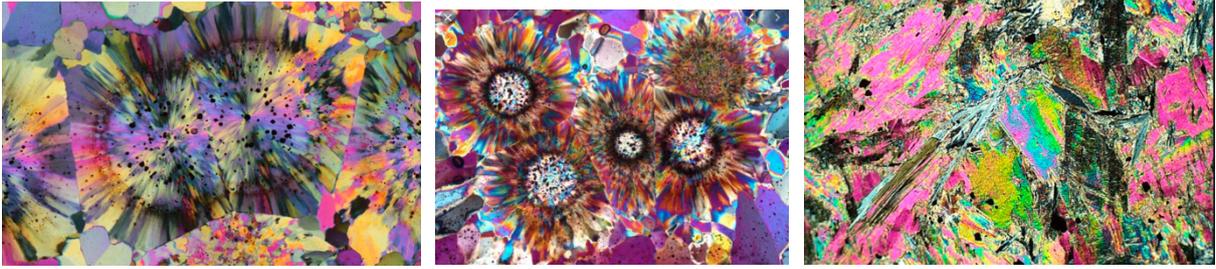
Ailes de papillons au microscope





Petits fragments de roche au microscope, véritables tableaux « abstraits »





Découvrons, aussi au microscope, ce qui nous semble connu : notre corps.  
Nous accueillons, sans le savoir, beaucoup de créatures invisibles, nous sommes une véritable planète pour eux !  
Ici ce petit acarien vit sa vie entière entre nos cils.



Et cette charmante puce a élu domicile sur une autre planète : notre chat !



Nous croyons connaître le royaume des animaux, des insectes mais il doit y avoir des millions d'espèces minuscules qui attendent encore d'être découvertes.

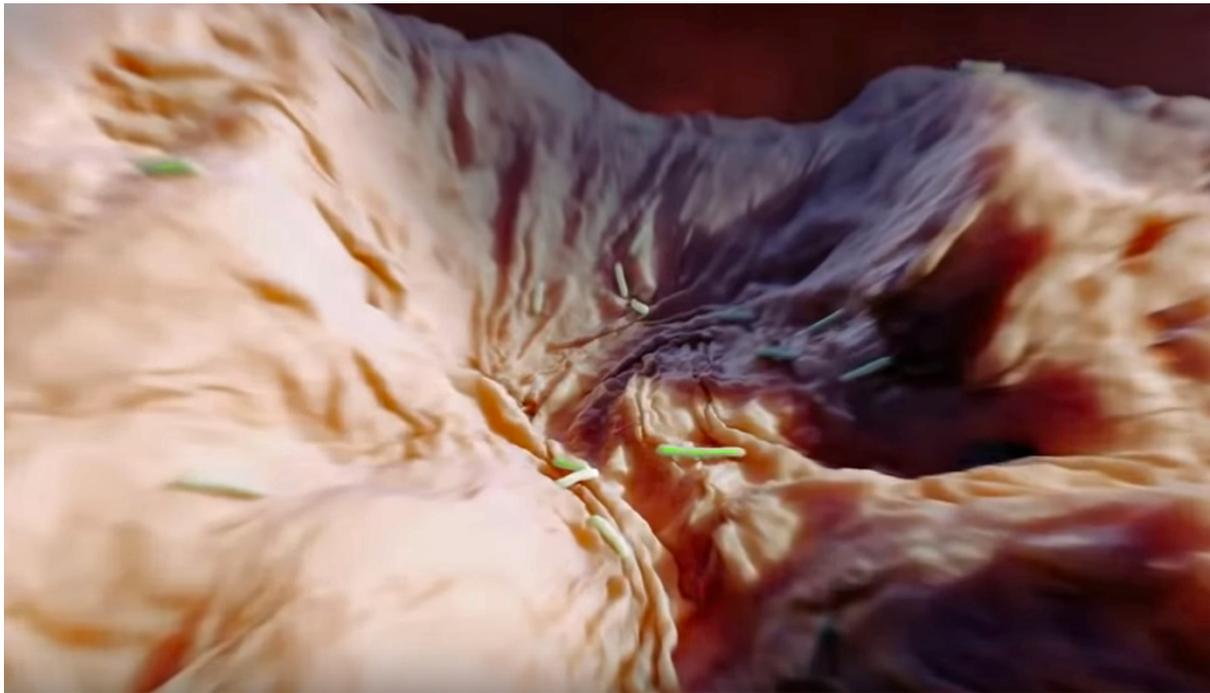
Par exemple, en étudiant l'araignée, on a découvert qu'elle a de grands secrets.



Ces horribles bêtes qu'il faut à tout prix écraser dès qu'elles se montrent, fabriquent notamment un fil de soie d'une extrême solidité et complètement élastique, cette soie est d'une résistance supérieure à l'acier et 100 fois plus fine qu'un cheveu humain.



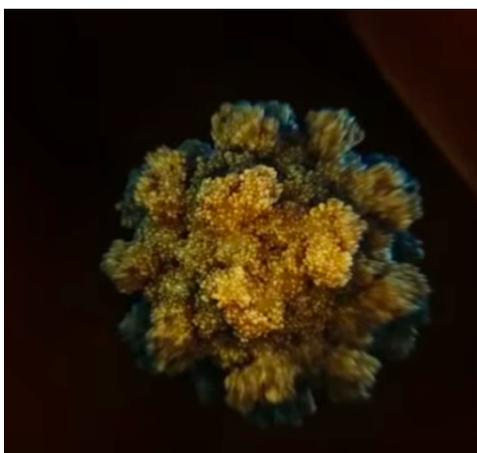
Et en y regardant de très près, ses fins fils de soie abritent des bactéries (en vert) !



Et à côté des bactéries, il y a même un virus (en jaune) 10 fois plus petit !



Et à l'intérieur de ce virus, trois brins d'ADN !



Et 10 fois plus petit encore, à la limite de nos microscopes les plus puissants, sur ces brins se trouvent des atomes de carbone à liaison simple !

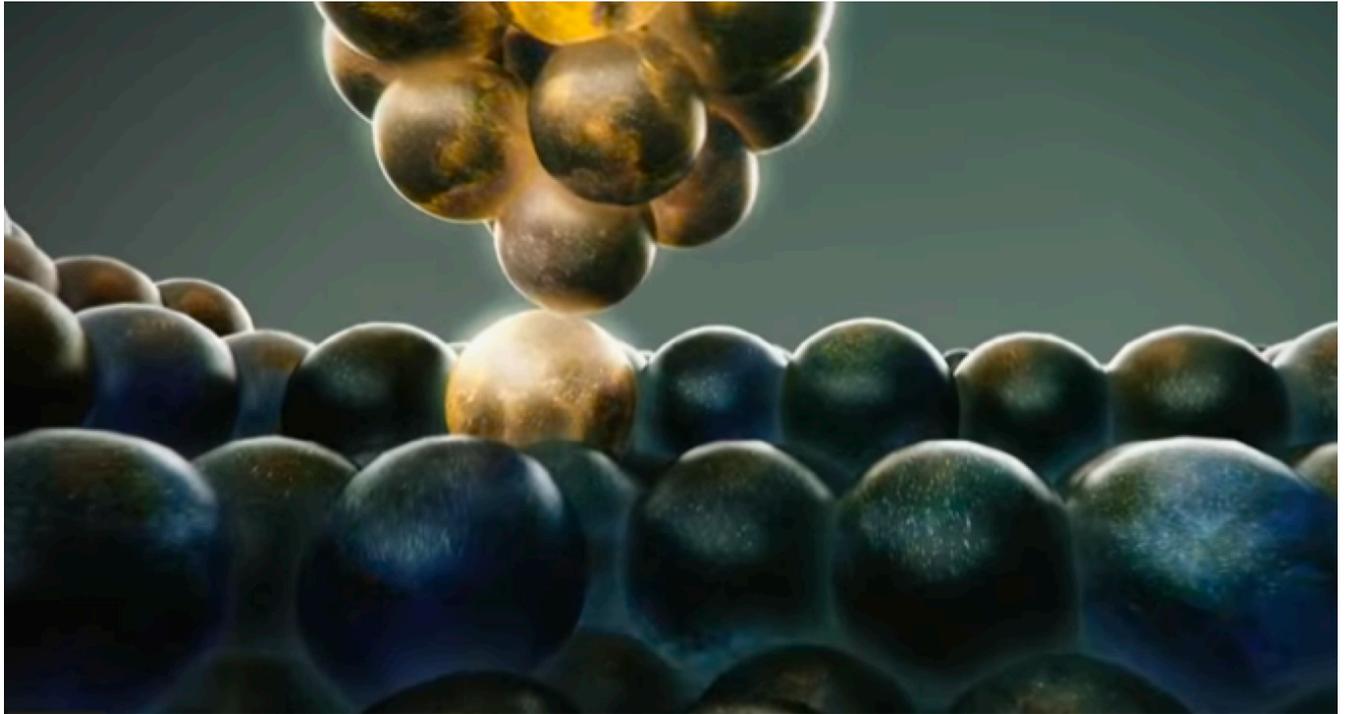


Un atome de carbone !



Avec la pointe d'un microscope puissant, nous pouvons déplacer ces atomes !





Et ce n'est que le début d'étonnants dispositifs nano-technologiques, que l'on utilise déjà en médecine.

<https://www.youtube.com/watch?v=pwymX2LxnQs>

Travel Deep Inside a Leaf - Annotated Version | California Academy of Sciences  
(3 minutes)

<https://www.youtube.com/watch?v=yqLlgIaz1L0>

Have you ever seen an atom? (2.30 minutes)

La nature nous cache aussi ses secrets par **ses changements trop lents** pour que nos yeux les détectent.

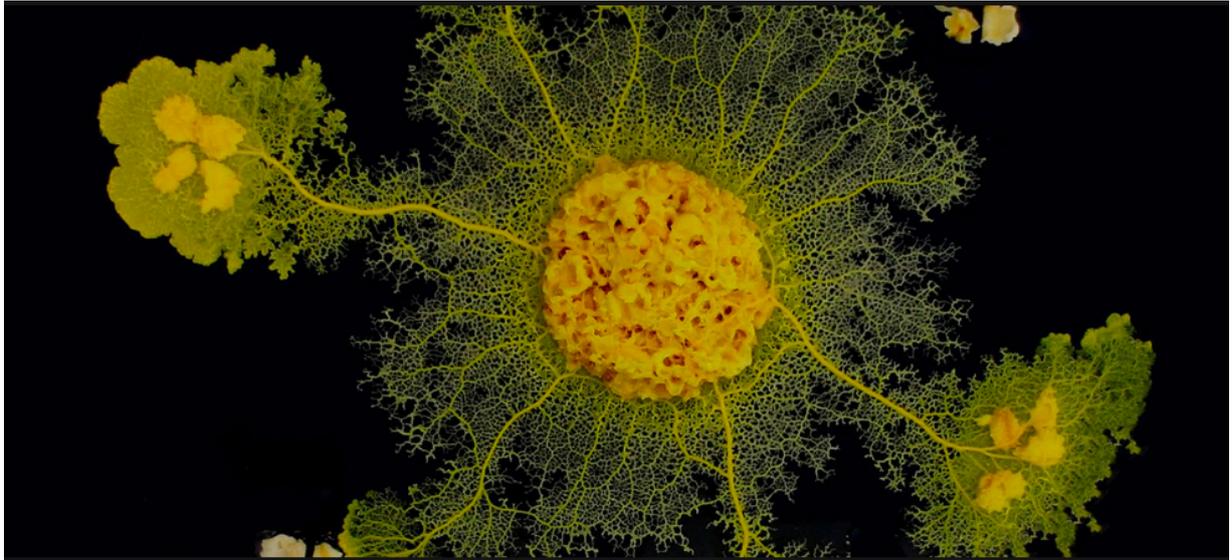
Une autre technologie, l'enregistrement puis la vision en accéléré, nous permet de découvrir et d'élargir notre connaissance sur cette vie.

En voici un exemple, le blob, un génie sans cerveau !

Cet organisme unicellulaire n'est ni une plante, ni un champignon, ni un animal.

Mais un peu des trois à la fois.

Son nom véritable est *physarum polycephalum* mais cette créature rampante et visqueuse a été surnommée blob, en référence au film d'horreur du même nom de 1958. Il a tout d'un OVNI scientifique !



Composé d'une seule cellule géante, il existe depuis plus d'un milliard d'années. Apparu sur Terre, bien avant les plantes et les humains, il est l'une des formes de vie la plus primitive visible à l'œil nu. Pourtant derrière son apparente simplicité, se cachent des capacités incroyables. Le blob qui n'a pas de forme fixe peut mesurer jusqu'à 10 mètres carrés. Certains ressemblent à de grosses éponges, d'autres à des lichens ou à des coraux. Selon les espèces, cet organisme unicellulaire peut être jaune, mais aussi blanc, noir, gris, marron, bleu, rose ou rouge. Présent principalement dans les sous-bois des zones tempérées, le blob prospère à l'abri de la lumière dans un environnement humide. Bien que dépourvu d'yeux, de nez, de bouche, d'estomac et de pattes, pourtant il voit, il sent, il mange avec un bel appétit, il digère et se déplace. Sans cerveau ni système nerveux, il est toutefois capable d'élaborer des stratégies complexes pour assurer sa survie.

Dans leurs laboratoires de Toulouse, de Florence, de Hokkaido, de Brême et de Boston, des scientifiques spécialisés dans des disciplines aussi variées que la neurobiologie, la biophysique, la biologie, l'informatique et la robotique multiplient les expériences pour en percer les secrets.

Ils nous font découvrir un nouveau champ scientifique dans lequel le mot intelligence ne rime pas forcément avec cerveau.

Peut-être que, grâce à lui, nous ouvrirons la voie à de nouvelles avancées en médecine et en intelligence artificielle !

Le blob a longtemps été rangé parmi les champignons.

Il fait partie de la classe des champignons gluants mais si le blob partage, avec les champignons, le goût pour les milieux sombres et humides, il possède une aptitude qui désarçonne les mycologues, il se déplace. Il n'a pas de pattes, pas de système de propulsion, le blob se déplace grâce à un réseau de veines, à la vitesse d'un centimètre par heure. Mais lorsqu'il est affamé, il peut faire des pointes de quatre centimètres à l'heure. C'est un véritable glouton, il se nourrit de bactéries, de levures et de champignons. Mais le plus impressionnant, c'est que le blob est une seule cellule géante qui double de volume tous les jours et peut atteindre jusqu'à plusieurs mètres de diamètre. Cela fait du blob l'un des très rares organismes unicellulaires visible à l'œil nu.

Il est un génie de la nutrition.

Après avoir créé des recettes différentes pour blob et grâce à une technique adaptée à la lenteur du sujet, le time-lapse, les chercheurs ont filmé, image par image durant 24 h, la réaction du blob devant ces flans variés, chacun avec un ratio de protéine/sucre différent et un seul correspondant à sa préférence, celui avec plus de sucre.

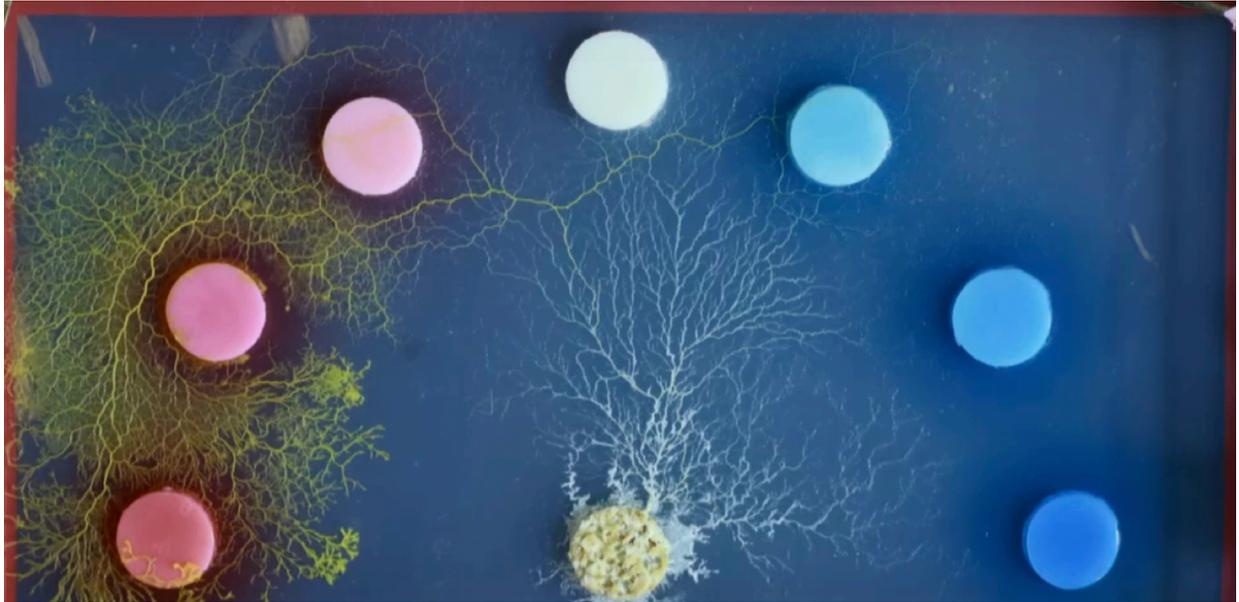
Après quelques tâtonnements, il délaisse les flans les moins adaptés pour privilégier le flan optimal.



C'est déjà un petit génie de la nutrition pour arriver à maximiser sa croissance en choisissant le bon flan.

Et si aucun flan n'est parfaitement dosé, il parvient à recomposer le régime idéal pour sa croissance en combinant deux préparations imparfaites.

Mais il ne fait pas d'excès !



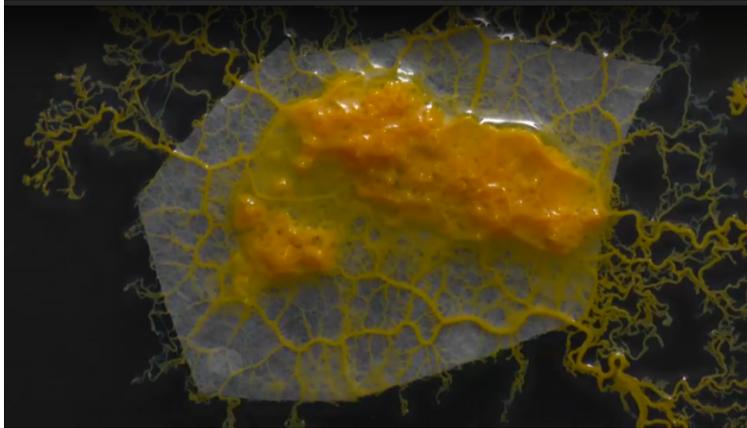
Chez l'homme et l'animal, la gestion des besoins nutritionnels se fait grâce au cerveau, en lien permanent avec l'estomac.

Le blob, lui, n'a ni cerveau, ni estomac. Pourtant il est capable d'optimiser l'apport en nutriments essentiels à sa croissance.

Autre phénomène remarquable, quand les conditions se dégradent et qu'il n'y a plus de nourriture, le blob forme un sclérote. Il s'assèche et rentre en dormance. Il peut rester ainsi pendant deux ans.



Pour le raviver, il suffit simplement de l'arroser d'eau. A son réveil, le blob retrouve une vigueur juvénile, prêt à se livrer à de nouvelles aventures.



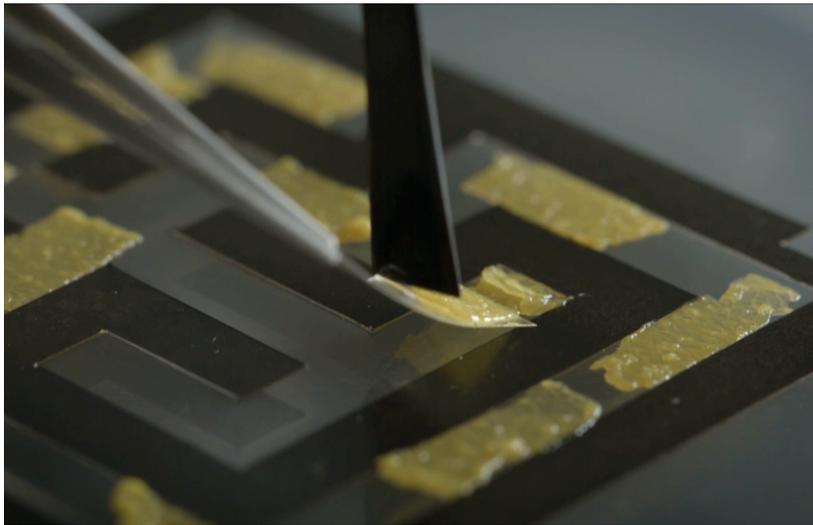
La **cellule** est la plus petite unité d'un organisme vivant. C'est l'essence même de la vie. Grâce à la grande taille de la cellule du blob, d'autres expérimentations inédites sont possibles. Notamment le test du labyrinthe : il est placé dans un labyrinthe en présence de nourriture. Va-t-il trouver son chemin ?



Il déploie son réseau de veines à la recherche de la nourriture, il ne se perd pas dans ce dédale, il atteint son but (en brun).



Dans une seconde expérience, un blob est positionné sur toute la surface du labyrinthe.



A l'entrée et la sortie du labyrinthe, des flocons d'avoine sont placés afin de tester la capacité du blob à relier les deux sources de nourriture.



La réponse du blob est saisissante car il élimine progressivement tous les chemins inefficients, il ne reste plus qu'une seule veine qui relie les deux sources de nourriture en empruntant le chemin le plus court !



Le blob a réussi le test du labyrinthe, trouvant la nourriture et en choisissant, en plus, le chemin le plus court pour optimiser le transfert des nutriments au sein de son organisme. Résultat incroyable pour une cellule qui n'a ni cerveau, ni estomac.

Après encore d'autres expériences, les chercheurs se sont rendus compte que cet organisme ne cesse de repousser le champ des possibles.

Quand on voit les capacités de physarum, il peut sortir d'un labyrinthe, créer des réseaux optimisés, sortir d'un piège, équilibrer son régime alimentaire, on peut se poser la question : cet organisme est-il intelligent ?

Pendant des siècles, la notion d'intelligence a été réservée à l'être humain, homo sapiens, être de raison et de réflexion.

C'est seulement au 20ème siècle, que des chercheurs ont commencé à parler d'intelligence chez les animaux, en découvrant leurs capacités cognitives : la communication, la mémorisation, la prise de décision.

Aujourd'hui encore la communauté scientifique a tendance à restreindre la notion d'intelligence aux êtres vivants complexes, dotés d'un système nerveux et d'un cerveau.

Mais, depuis quelques années, l'étude des processus cognitifs chez les organismes plus simples est en train de faire tomber des barrières.

L'idée d'une forme d'intelligence, sans cerveau, est défendue par de véritables pionniers dans leur domaine. Cela repousse encore les limites de la connaissance scientifique.

A Florence, existe, maintenant dans ce but, un laboratoire international de neurobiologie des plantes.

Peut-on encore aller plus loin : les performances des plantes seraient-elles envisageables aussi chez un être vivant composé d'une seule cellule ?

Est-ce que le blob est capable d'apprendre, est-il capable de mémoire ?

On a fait une expérience d'habituation avec lui... et il modifie ses goûts, si on l'y habitue.

L'apprentissage n'est donc plus réservé à un organisme avec un cerveau.

Après les êtres humains, les animaux, les insectes, les végétaux, ces expériences démontrent que même un être unicellulaire est capable de mémoriser un apprentissage !

Mais jusqu'où le blob peut-il aller ?

Est-ce qu'un blob qui a appris quelque chose, peut transférer cet apprentissage à un autre blob ?

Si l'on prend deux blobs et qu'on les met côte à côte, ils vont fusionner  $1+1=1$ .

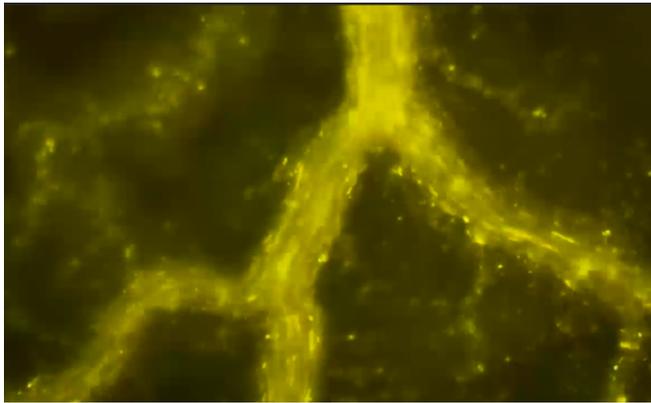


Les membranes se collent, s'ouvrent et vont avoir une connexion des réseaux veineux qui deviendra un bloc unique autonome.

En mettant en contact un blob qui a été habitué à aimer du sel, avec un blob « naïf », l'information passe d'un blob à l'autre.

Donc le blob est capable, non seulement d'apprendre mais aussi de développer une forme de communication et de partager un apprentissage. On s'est donc posé la question : quel est le support de cette mémoire ?

Il semble que la mémoire circule au sein du réseau veineux.



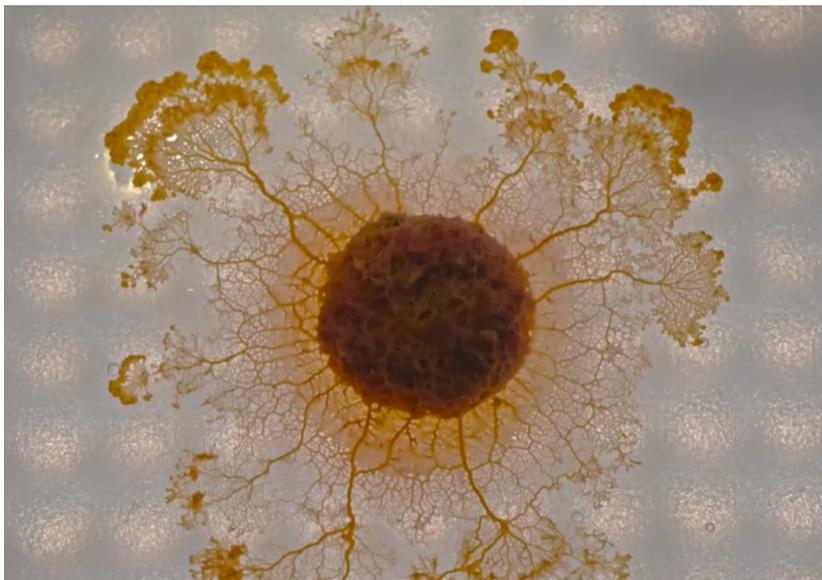
Le fait de stocker une substance au sein de sa structure sert de mémoire au blob.

On a aussi constaté qu'en fonction de leur origine géographique, les blobs ne possèdent pas tout à fait les mêmes aptitudes.

Le blob japonais est le plus rapide, l'australien le plus lent mais le plus précis et l'américain est le plus vorace !

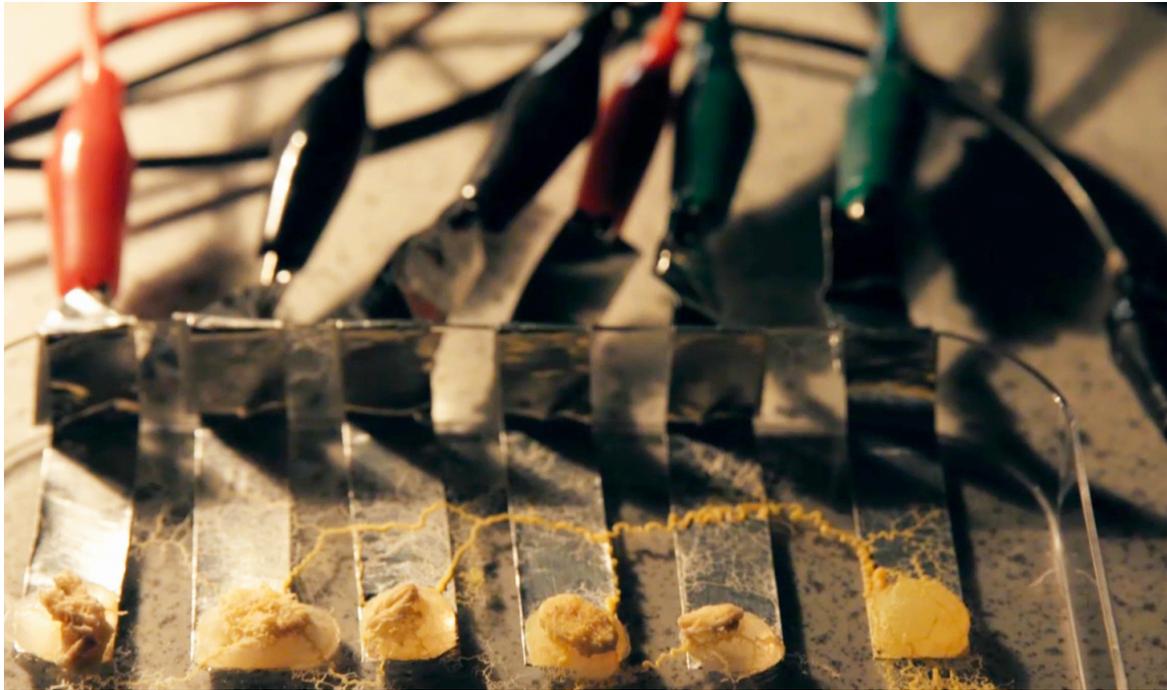
Le blob est un organisme modèle incomparable pour l'étude, dans des domaines aussi variés que la biophysique, l'écologie ou la médecine.

Qu'est-ce qui détermine la fonction d'une cellule ? Comment une information est encodée ? Comment cela se traduit-il à l'intérieur de la cellule ?



L'étude de l'intelligence cellulaire est aussi pleine de promesses pour développer de nouvelles conceptions de l'informatique.

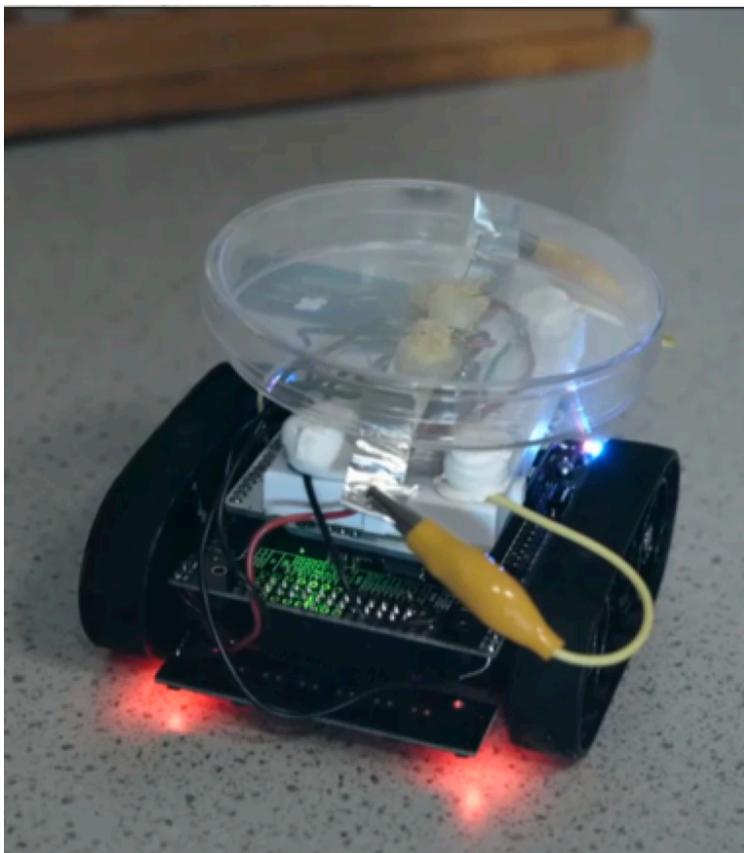
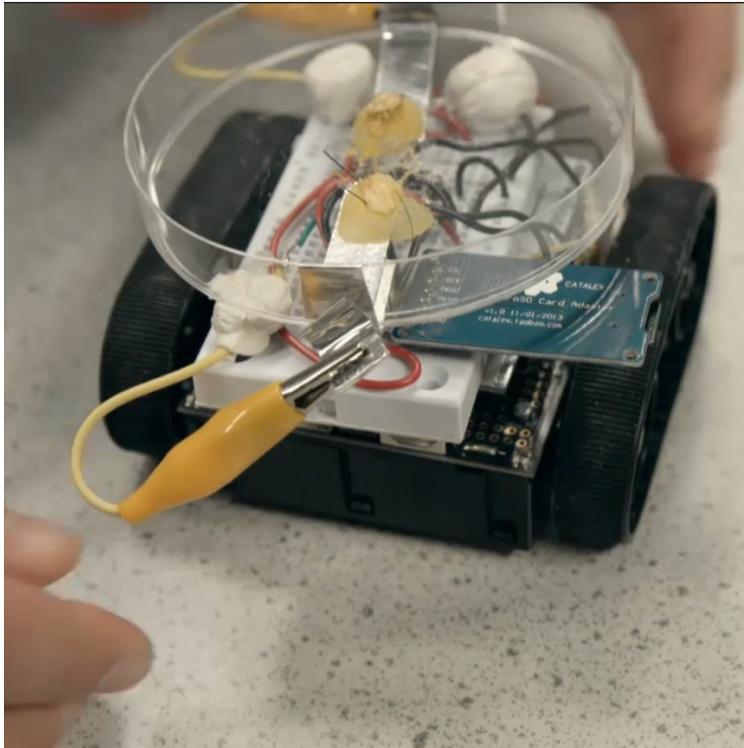
Dans un laboratoire de biologie informatique, à Bristol, ils ont fait pousser un blob sur une série d'électrodes et ils ont enregistré la tension électrique qui circule entre ces électrodes.



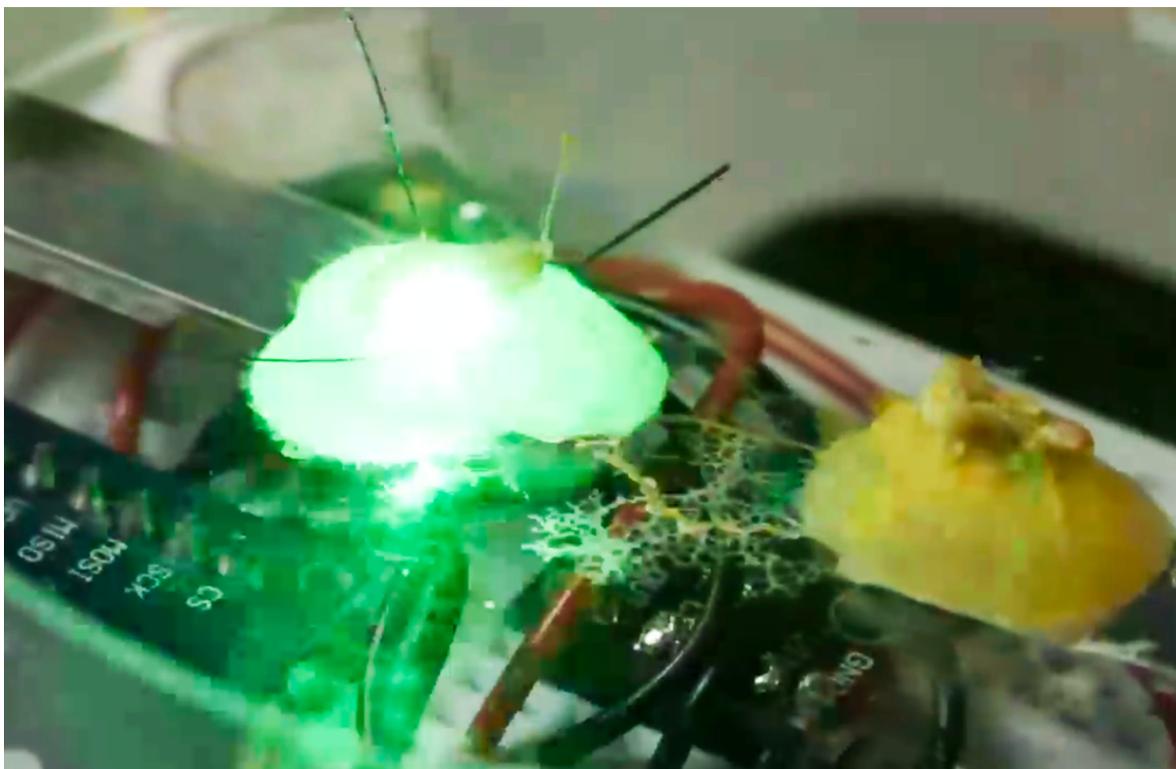
En encodant ensuite cette activité électrique et en la transformant en sons, ils ont réduit 9 jours d'activités, en 5 minutes de sons.

Ils ont poussé plus loin les expériences, en utilisant les mécanismes du blob : l'adaptation par exemple.

Grâce à eux, on peut développer de nouveaux systèmes, de nouveaux protocoles pour les robots. Ils greffent des blobs sur des robots qui bougent aux rythmes des impulsions électriques des blobs.

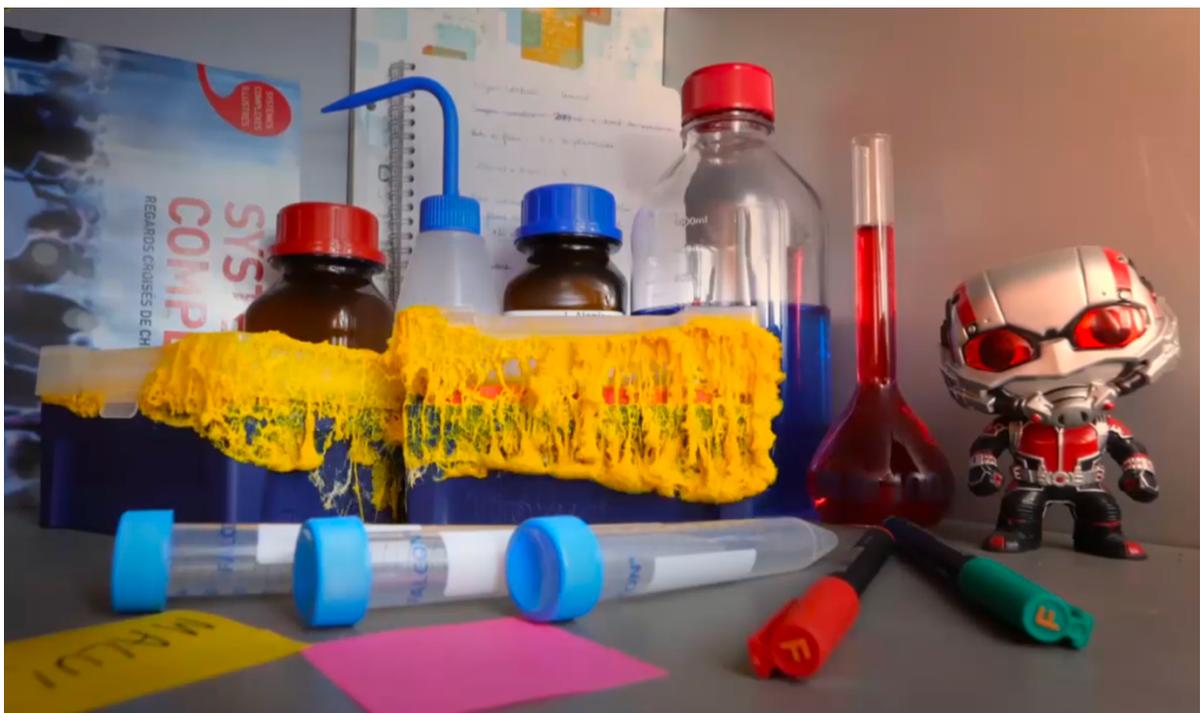


Ils peuvent même les faire changer de direction, en éclairant le blob à l'aide d'un rayon laser car la lumière est un répulsif puissant pour le blob.



Leur objectif est de s'inspirer des capacités du blob pour inventer la robotique de demain. A terme, il s'agit de fabriquer des robots aussi intelligents que le blob, capables de s'adapter constamment à l'environnement et de réagir en conséquence, comme le fait le blob depuis des millions d'années.

Le blob a délivré certains secrets de son incroyable longévité sur terre : nutrition, déplacement, fusion, apprentissage, mémorisation.  
Les scientifiques ne sont pas à cours d'idée avec le blob, les voyages dans l'espace pourrait être un nouveau champ d'investigation...  
Quelle nouvelle surprise nous réserve le blob ? Qu'a-t-il encore à nous apprendre sur les origines de cette aptitude incroyable qu'on appelle l'intelligence ?  
L'histoire du génie sans cerveau ne fait peut-être que commencer !



Informatique et robotique, biophysique ou éthologie, quel que soit leur discipline, tous ces scientifiques font de la recherche fondamentale.

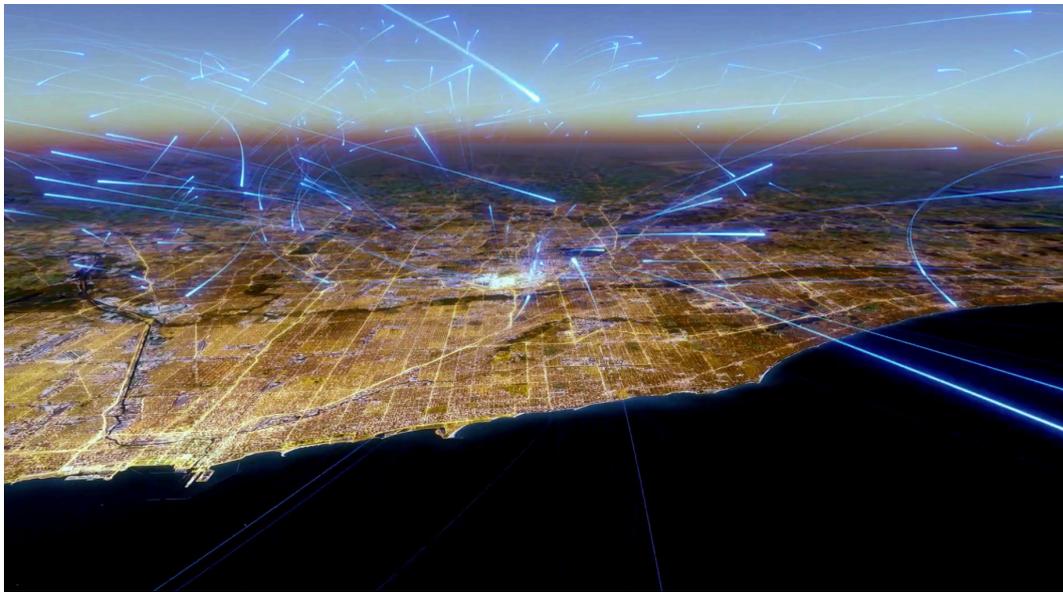
Contrairement à la recherche appliquée, il s'agit de s'aventurer sur des territoires inconnus, sans application immédiate. Mais leurs découvertes peuvent parfois changer le monde.

A l'autre extrême, à grande échelle, nous ne voyons pas **ce qui est trop vaste pour nous**. **La vidéo satellite, en accéléré**, nous permet de voir notre planète en activité.

Le mouvement perpétuel de l'humanité.

Nous pouvons découvrir quelque chose qui nous est invisible mais qui est en permanence au-dessus de nous.

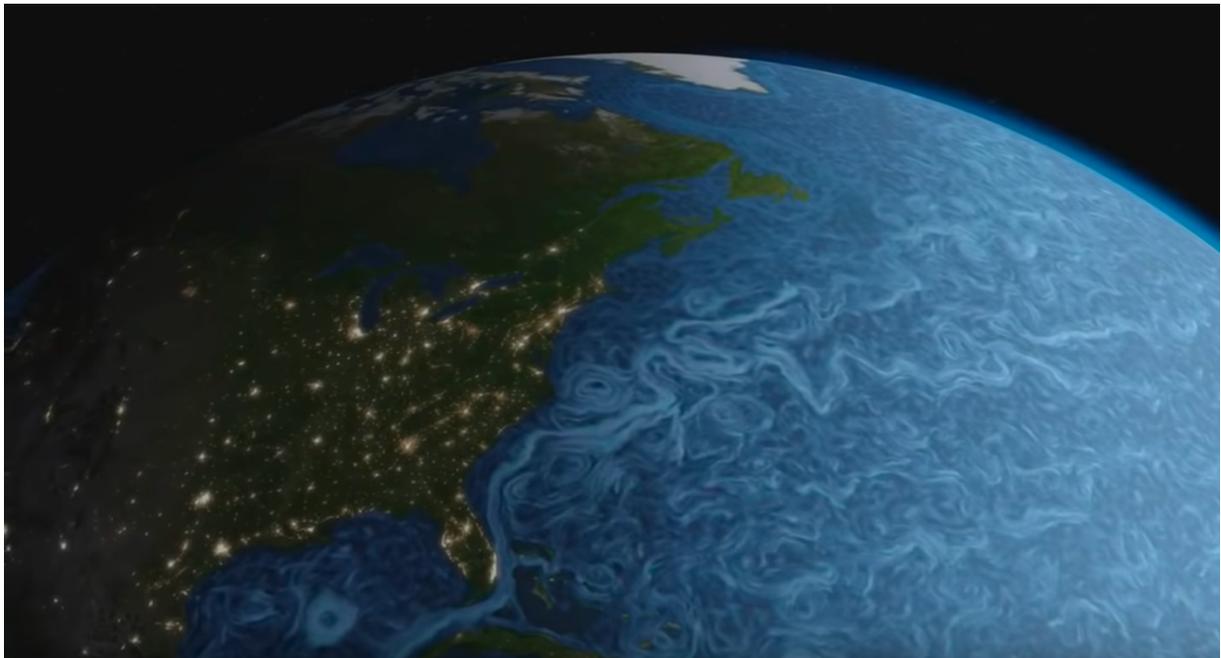
Le vaste réseau aérien.



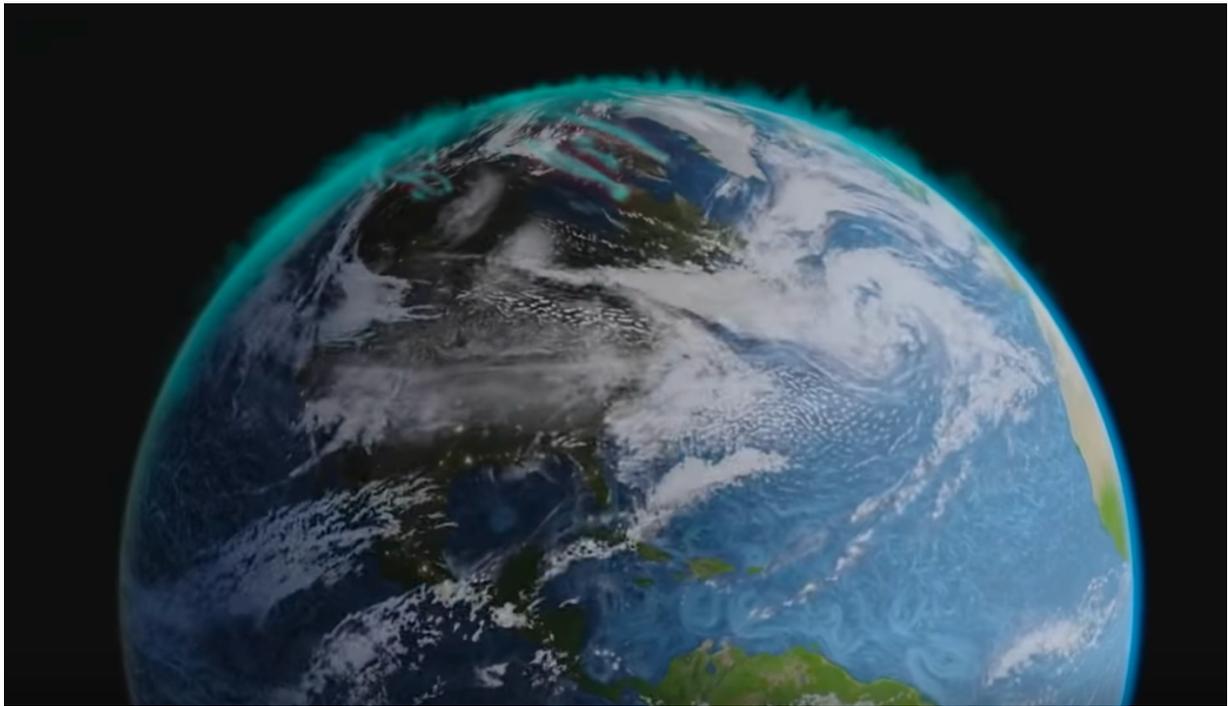
Les navires en mer.



Les données de plusieurs décennies nous permettent de voir l'ensemble de notre planète comme un seul organisme : soutenue par les courants circulant à travers les océans et par les nuages tourbillonnant dans l'atmosphère, on découvre l'anatomie de la terre.



## La planète couronnée par les aurores boréales



Nous sommes au seuil de progrès extraordinaires, nés de notre volonté de comprendre les mystères de la vie.

Tellement de richesses autour de nous peuvent désormais être observer.

Nous n'avons plus d'excuse, notre conscience doit s'éclaircir pour voir un peu plus loin que nous-même.

Plus nous nous intéressons au monde et cherchons le pourquoi et le comment des choses, plus l'esprit déborde de nouveaux questionnements.

Et en découvrant de nouveaux domaines inconnus, notre compréhension du monde ne peut que changer en profondeur.

Superbe film sur la nature de Louie Schwartzberg rendu possible grâce à ces nouvelles technologies :

[https://www.youtube.com/watch?v=MQiszdkOwuU&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=MQiszdkOwuU&feature=emb_logo)

The Beauty of Pollination - Moving Art

(4,20 minutes)

Louie Schwartzberg est un directeur de la photographie et réalisateur, il crée des courts métrages qu'il a compilé dans une bibliothèque en ligne, appelée Moving Art.

<https://movdingart.com/>

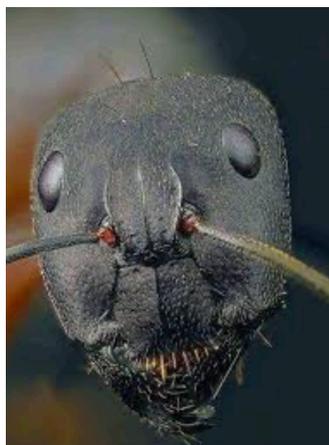
*Si la vue du ciel bleu vous emplit de joie, si un brin d'herbe a le pouvoir de vous émouvoir, si les choses simples de la nature ont un message que vous comprenez, votre âme est vivante car c'est par vos représentations que l'âme prend sa couleur...*



Grâce à la volonté et au labeur de l'araignée, une toile savamment tissée de fil dense et transparent.



Et cette araignée, ne dirait-on pas un petit animal tout mouillé qui a besoin de réconfort.



Qui penserait que chaque fourmi a un visage différent, et même expressif !