

stipule que les conditions du « juste milieu » sont préférables. En astrobiologie, cela se traduit par un environnement cosmique tempéré pour une planète tournant autour d'une étoile. Mais de telles conditions ne correspondent qu'à une plage étroite de paramètres. En outre, la zone hospitalière ne serait pas statique. Elle évoluerait dans le temps et l'espace au gré de la combinaison et des variations de plusieurs paramètres.

Une carte des zones fertiles

Si l'équilibre des conditions est une règle universelle pour l'apparition de la vie, cela soulève de curieuses possibilités en ce qui concerne notre importance cosmique. Contrairement aux idées coperniciennes strictes, qui soulignent notre banalité et suggèrent donc une abondance de situations similaires dans le cosmos, le fait que la vie nécessite une combinaison subtile et dynamique de paramètres réduit les possibilités. Les chances de voir apparaître la

vie dans le cadre de cette nouvelle vision se différencient aussi des idées anthropiques qui, dans leur version la plus extrême, ne prédisent qu'une seule occurrence de la vie dans tout l'espace et le temps.

Cette nouvelle règle identifie les endroits où la vie devrait se développer et la fréquence à laquelle cela devrait se produire. Elle spécifie les caractéristiques fondamentales nécessaires pour la vie en fonction des nombreux paramètres variables : elle dessine la carte des zones fertiles.

Une telle règle ne confère pas aux organismes vivants un statut à part. Certes, la biologie est sans doute le phénomène physique le plus complexe de cet univers-ci, mais cela ne va peut-être pas plus loin qu'une structure naturelle particulièrement complexe qui apparaît dans les bonnes circonstances, quelque part entre l'ordre et le chaos. Et cette conceptualisation de la place de la vie dans la nature résout le paradoxe apparent entre les arguments convaincants selon lesquels la vie doit être abondante et ceux qui la supposent extrêmement rare. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

C. Scharf, **Les bienfaits des trous noirs**, *Pour la Science*, n° 420, octobre 2012.

L. Krauss et G. Starkman, **Le destin ultime de la vie**, *Pour la Science*, n° 269, mars 2000.



Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises

cnrs formation entreprises

16 axes de formation

Statistiques, informatique et big data
Modélisation et SIG
Génie logiciel
Electronique, optique, métrologie
Matériaux et molécules : mise en oeuvre
Matériaux et molécules : caractérisation
Microscopies
Chromatographies
Spectroscopie en analyse
Spectrométrie de masse
Résonance magnétique nucléaire
Biologie
Bioinformatique
Expérimentation animale
Qualité, environnement
Sécurité, radioprotection

Des formations aux technologies de pointe pour les ingénieurs et les techniciens

Des stages de courte durée (3 à 5 jours), se déroulant dans les laboratoires du cnrs, en effectifs réduits (env. 10 stagiaires)

Une pédagogie basée sur l'expérimentation

La possibilité de stages organisés en intra-entreprise

cnrsformation.cnrs.fr

cfe.contact@cnrs.fr 01.69.82.44.55

L'animal une colonie d'organismes ?

Stéphane Schmitt

Au XIX^e siècle, des naturalistes proposèrent qu'à l'image des coraux ou des salpes, la plupart des animaux soient constitués d'organismes plus petits. Cette théorie coloniale s'est perpétuée jusqu'à aujourd'hui.

Coraux, éponges, ascidies... De nombreux organismes animaux, appartenant à des groupes aquatiques divers, présentent une organisation singulière : ils vivent en colonies. Le principe est toujours le même : un individu initial se multiplie de manière asexuée et les individus résultants restent associés les uns aux autres, constituant une sorte de super-organisme, parfois de taille considérable.

Chez certaines espèces, tous les individus sont identiques et bien discernables. C'est le cas des polypes du corail, par exemple. Chez d'autres, tels les siphonophores du zooplancton (voir les figures pages 69, 71 et 72), il se produit une spécialisation des individus : certains assurent la reproduction sexuée, d'autres la nutrition, etc. Ce processus va parfois si loin que la colonie prend l'aspect d'un organisme unique, dont les différents individus, très difficiles à discerner, représentent en quelque sorte des « organes ».

Les naturalistes ont mis en évidence cette particularité dans les premières décennies du

L'ESSENTIEL

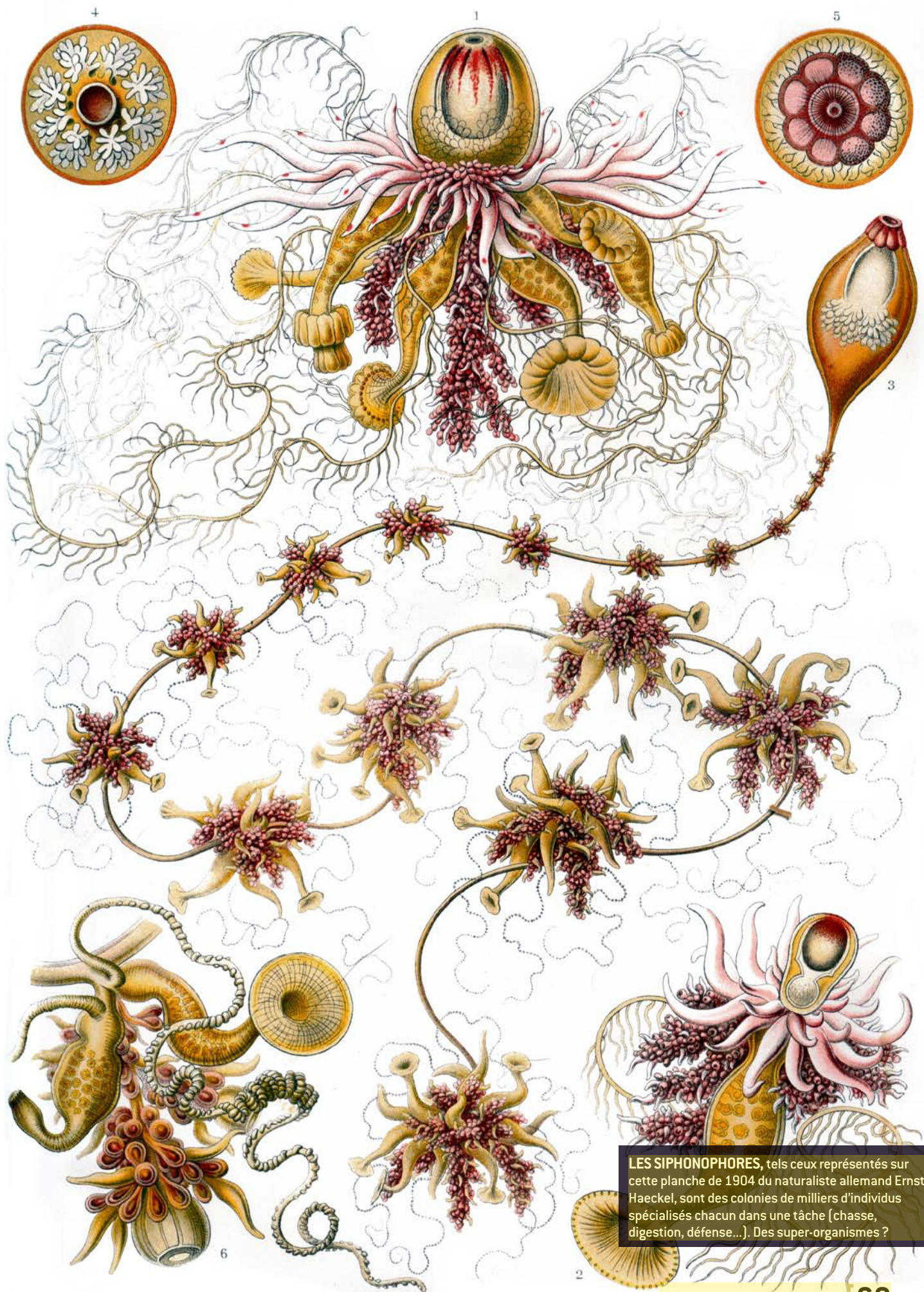
- Certains organismes marins vivent en colonies, où ils n'ont parfois pas tous la même fonction.
- Au début du XIX^e siècle, partant de ce constat, des naturalistes ont imaginé que tout animal était une colonie d'animaux élémentaires.
- Loin d'anéantir cette idée, la théorie de l'évolution de Darwin l'a renforcée.
- Encore aujourd'hui, la théorie coloniale nourrit les réflexions de biologistes.

XIX^e siècle chez plusieurs espèces animales qu'on jugeait alors « inférieures », telles les salpes ou les ascidies (des animaux marins). Mais très vite, certains se sont demandé si ce type d'organisation n'était pas universel et si les organismes « supérieurs » n'étaient pas eux aussi des colonies d'organismes élémentaires plus petits, spécialisés au point d'être méconnaissables.

Des animaux composés d'animaux

Cette théorie coloniale n'est qu'une des nombreuses propositions qui ont fleuri à l'époque pour expliquer l'origine des formes animales. Toutefois, contrairement à d'autres, elle a survécu aux bouleversements successifs des sciences du vivant, tel l'avènement de la théorie de l'évolution. Elle s'en est même trouvée renforcée et s'est perpétuée jusqu'à nos jours.

L'année 1830 est célèbre dans l'histoire des sciences de la vie en raison de la vive



LES SIPHONOPHORES, tels ceux représentés sur cette planche de 1904 du naturaliste allemand Ernst Haeckel, sont des colonies de milliers d'individus spécialisés chacun dans une tâche (chasse, digestion, défense...). Des super-organismes ?

controverse qui opposa alors deux des plus éminents savants français de l'époque, Georges Cuvier et Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. Les historiens, notamment l'Américaine Toby Appel dans les années 1980, ont montré que de profondes fractures politiques et sociales sous-tendaient cette querelle, dont la médiatisation avait été bien au-delà de la communauté scientifique. Mais si l'on s'en tient au domaine scientifique, l'enjeu fondamental de ce débat était le sens à donner à la diversité des plans d'organisation – la disposition relative des différents éléments constitutifs de l'organisme – dans le règne animal.

Pour Geoffroy, en dépit de leurs différences, tous les groupes d'animaux se rattachaient à un même type général, commun, valable aussi bien pour les insectes et les mollusques que pour les vertébrés. Cuvier, au contraire, considérait qu'il existait des plans d'organisation bien distincts, irréductibles les uns aux autres, et que l'anatomie d'un vertébré, par exemple, était radicalement différente de celle d'un arthropode. La querelle s'éteignit sans véritable vainqueur en raison de la Révolution de 1830, puis de la mort de Cuvier deux ans plus tard ; mais la question qu'elle avait soulevée demeura au devant de la scène et suscita toutes sortes de réflexions sur la morphologie des êtres vivants.

Par ailleurs, vers la même époque, on mit en évidence l'organisation coloniale de divers organismes, tels les siphonophores, étudiés par le voyageur et naturaliste français Charles-Alexandre Lesueur, ou les salpes, par le romancier allemand Adelbert von Chamisso. Les découvertes se multiplièrent dans les années 1820 et 1830, nourrissant la réflexion sur la notion d'individualité dans le monde animal.

C'est dans ce contexte qu'un médecin et naturaliste montpelliérain, Alfred Moquin-Tandon, publie en 1827 une *Monographie de la famille des Hirudinées* où, frappé par le caractère répété de l'organisation de la sangsue, non seulement dans sa morphologie externe segmentée, mais aussi dans son anatomie interne, il propose d'y voir non pas un être simple mais « un animal composé d'un certain nombre d'animaux »

■ L'AUTEUR



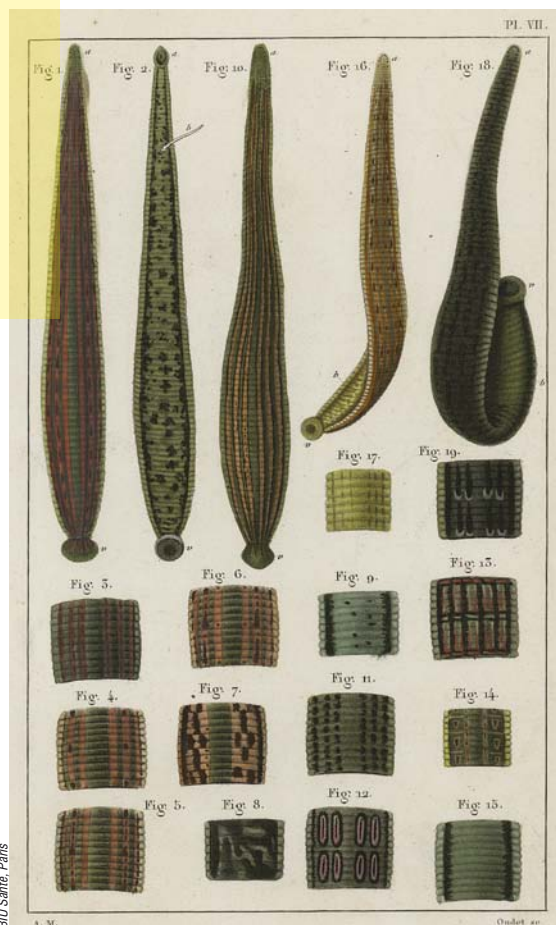
Stéphane SCHMITT est directeur de recherche au laboratoire SPHERE (UMR 7219, CNRS), à l'Université Paris-Diderot.

(voir la figure ci-dessous). Pour désigner ces animaux élémentaires correspondant aux segments de la sangsue, il introduit un nouveau concept, celui de « zoonite ». Selon lui, il existe donc dans les animaux segmentés « deux espèces de vie », les « vies particulières » des différents zoonites et la « vie générale » de l'ensemble.

Ces notions vont faire l'objet d'une réflexion plus poussée de la part d'un ami de Moquin-Tandon, Antoine-Louis Dugès, également médecin à Montpellier. Dugès emprunte à son collègue la notion de zoonite, mais en fait la clef de voûte d'une théorie plus générale sur l'organisation des animaux, publiée en 1832 dans son *Mémoire sur la conformité organique dans l'échelle animale*.

Selon lui, tout animal est composé d'organismes plus petits, les zoonites, pourvus chacun des principaux organes vitaux. Les espèces les plus simples, telles les ascidies non coloniales, ne comportent qu'un zoonite. Les animaux plus complexes, tels les arthropodes ou les vertébrés, en comprennent un nombre plus ou moins grand, accolés les uns aux autres et éventuellement spécialisés dans la réalisation de certaines fonctions. Chez les arthropodes, les annélides et d'autres espèces, on reconnaît assez bien cette organisation plurielle ; en revanche, dans les groupes les plus élaborés (notamment les vertébrés), elle est à peine décelable et l'association est si parfaite que seuls quelques indices, telle la répétition des côtes et des vertèbres, révèlent l'existence primordiale des zoonites.

Dans l'esprit de Dugès, cette théorie de la conformité organique réconcilie les vues de Geoffroy Saint-Hilaire et de Cuvier. Au premier, il emprunte l'idée qu'il y a bien une constante dans l'organisation de tous les animaux. Du second, il retient l'impossibilité de comparer les anatomies entières d'un mollusque, d'un insecte et d'un vertébré, par exemple : l'unité morphologique des animaux se manifeste uniquement à l'échelle des zoonites dont ils sont constitués. Dans certains groupes tels les vertébrés, ces zoonites sont disposés en file ; dans d'autres, ils sont en cercle (anémones de mer) ou en



CHACQUE SEGMENT D'UNE SANGSUE serait un petit animal, propose en 1827 le médecin Alfred Moquin-Tandon dans sa *Monographie de la famille des Hirudinées* (ici, une planche de l'édition de 1846).