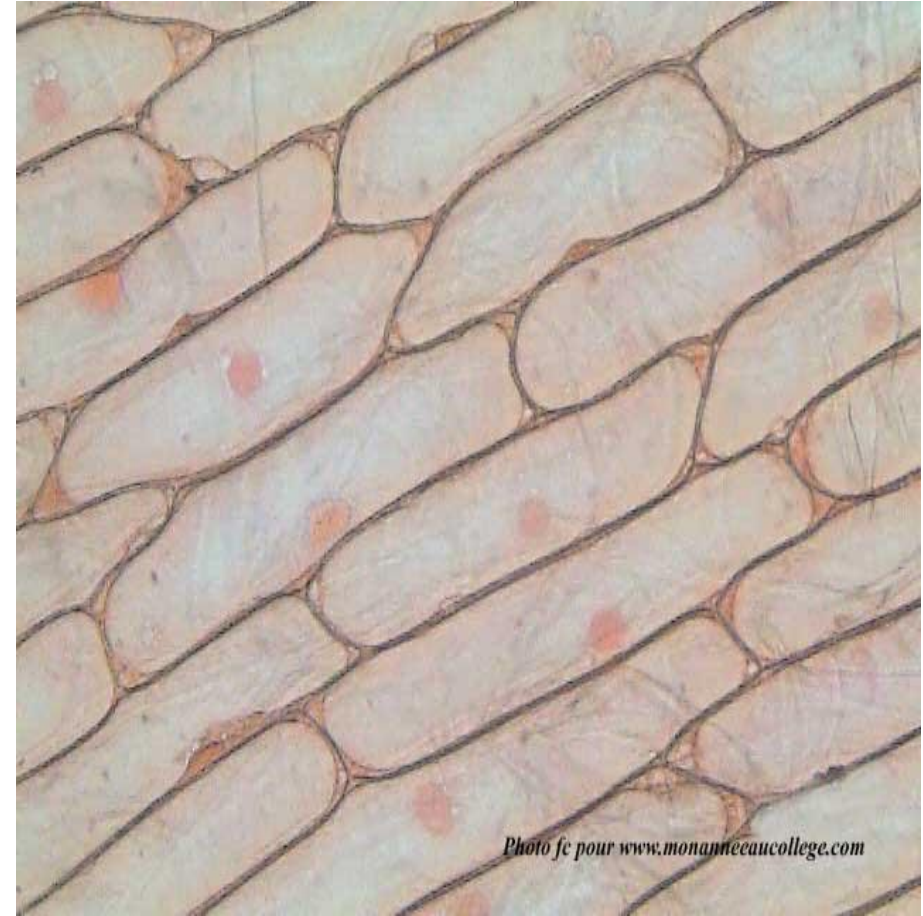
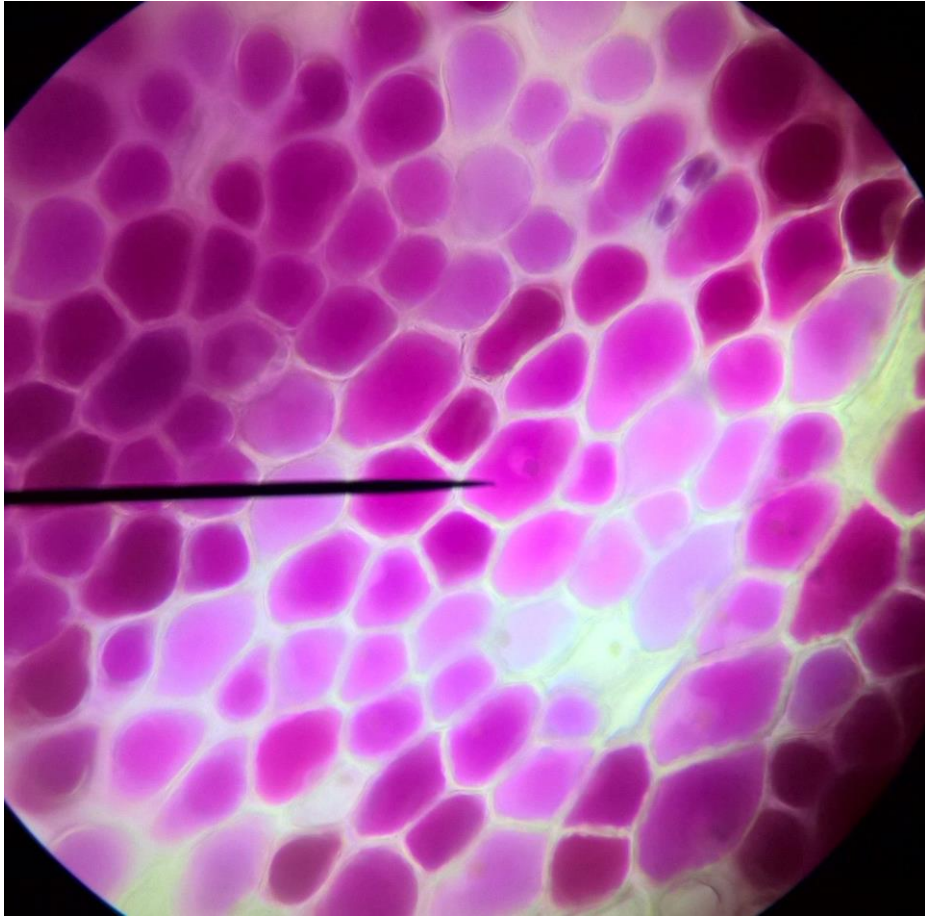




# La Théorie cellulaire

A la recherche de mots clés en relation avec la cellule ?

# Cellule – molécules - molécules organiques ...



Ci-dessous, un milieu de culture contenant des paramécies



G :200 fois



Les **eucaryotes unicellulaires** sont des êtres vivants formés d'une seule cellule. Leur diversité est très grande : ce peut être des **algues** unicellulaires (phytoplancton), des **levures** (champignons) ou bien des cellules animales comme les **paramécies** (protozoaires).

A gauche : détail d'une paramécie











Une structure complexe :

- La cellule vivante : dans le monde, la matière s'organise en structures d'ordre supérieur à l'échelle moléculaire. Un exemple : la structure cellulaire.

# Prérequis

- Situer les ordres de grandeur :

• atome	classe	organite	population
espèce	genre	cellule	famille
ordre	molécule	embranchement	
règne	organisme		

- Les ordres de grandeur : atome  
molécule organite cellule  
organisme population espèce  
genre famille ordre classe  
embranchement règne

# Exemples

- Les ordres de grandeur : atome **Fe** molécule **Hb**
- Organite pas dans organite mais directement dans **cytoplasme**
- cellule **globule rouge** organisme **Humain**
- population **Humaine** espèce **Humaine**
- genre **Homo** famille **Hominidés** ordre **Primates**
- classe **Mammifère** embranchement **Chordés**  
(**vertébrés**) règne **Animal**

- <https://learn.genetics.utah.edu/content/cells/scale/>

# LA THÉORIE CELLULAIRE

- Nous verrons que les liens entre disciplines ne sont pas toujours à bénéfice réciproque...
- Nous verrons que « vraies conclusions » scientifiques ne sont pas si faciles à établir et que parfois tabous, dogmes les empêchent de surgir, d'émerger...
- Nous verrons également que la société et les questions qui la traversent influencent aussi la science, ses résultats et surtout ses interprétations...

« d'après vous comment est-ce que cette théorie scientifique a été découverte ? »

un des premiers savants à utiliser un microscope

s'appelait **Robert HOOKE** et il a dessiné ça :



|

- Ce dessin date de 1665
- La théorie cellulaire date de 1859... soit 2 siècles plus tard !

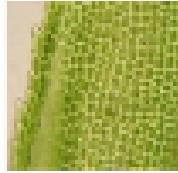


« comment se fait-il qu'il  
faille attendre 2 siècles pour  
découvrir un « truc » qu'on  
voit au microscope

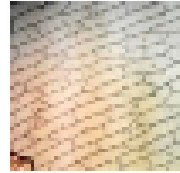
- Alors avec nos microscopes du 21<sup>ème</sup> siècle ça devrait être un jeu d'enfant !

Alors avec nos microscopes du 21<sup>ème</sup> siècle ça devrait être un jeu d'enfant. Chiche !

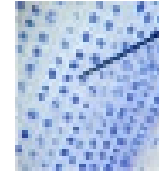
Cellules de feuilles



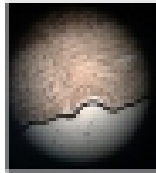
Cellules d'épiderme d'oignons



Cellules de racine de jacinthe



Fibres musculaires de bœuf



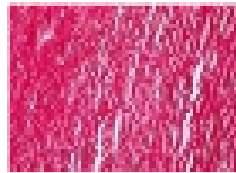
Fibres musculaires de grenouilles



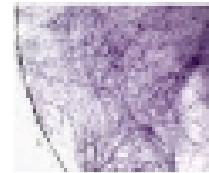
Fibre nerveuse



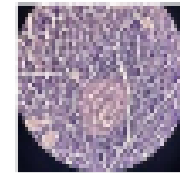
Tendon



Tissu conjonctif lâche

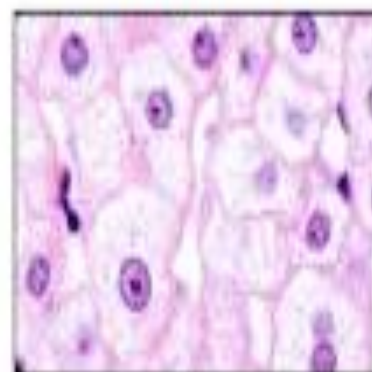


Pancréas



ANECDOTE : l'erreur du jeune professeur qui s'attendait à voir ça partout :

Cellules du foie



Si le microscope est une condition nécessaire pour l'élaboration de la théorie cellulaire, ce n'est absolument pas une condition suffisante. On n'a pas découvert la théorie cellulaire parce qu'on a vu des cellules au microscope : une théorie ça se pense, ça ne se voit pas.

- En Science on découvre des faits (ex. cellule), mais une théorie ce n'est jamais un fait, c'est toujours l'articulation logique de nombreux faits. Le microscope est plutôt le prolongement de l'intelligence que le prolongement de la vue (...)  
La théorie cellulaire ce n'est pas l'affirmation que l'être se compose de cellules, mais d'abord que la cellule est le seul composant de tous les êtres vivants, et ensuite que toute cellule provient d'une cellule préexistante.

- Or cela ce n'est pas le microscope qui autorise à le dire. Le microscope est tout au plus un moyen de le vérifier quand on l'a dit. Mais d'où est venue l'idée de le dire avant de le vérifier ?

- À quoi pensait HOOKE ?



À rien, il s'amusait à découvrir le monde microscopique.

Puce



Et quand il a vu des cellules il n'a pas vu ce que nous voyons aujourd'hui, c'est-à-dire un élément vivant, contenant un noyau et entouré d'un cytoplasme. Non, il a vu des petits trous, comme les rayons de cire d'abeille (origine du mot « cellule »).



Donc, je peux voir quelque chose et n'y rien comprendre !

Pour qu'un objet soit accessible à l'analyse scientifique, il ne suffit pas de l'apercevoir. Il faut encore qu'une théorie soit prête à l'accueillir.

François JACOB, *La logique du vivant*

- Ou pire je peux le comprendre de travers !

Ou pire je peux le comprendre de travers !

C'est le cas de **Von HALLER** (1757) qui en observant les **tissus animaux** aux microscopes (muscles, nerf, tendon, ...) en déduit que les animaux sont faits de... fibres !

Une chouette théorie puisque les fibres avaient des propriétés du vivant (contractibilité, excitabilité, sensibilité)

Mais, une théorie qui va garder des partisans jusqu'en 1860 et donc constituer un obstacle à l'avènement de la théorie cellulaire.

Cela permet de souligner qu'une nouvelle théorie entre toujours en concurrence avec des théories préexistantes, autrement dit qu'en Science il y a plusieurs théories et que si on fait des recherches c'est justement pour décider laquelle est la meilleure.

On n'est pas des LEGO ©



La théorie cellulaire ne dit pas que les êtres vivants sont faits de petites pièces genre LEGO qui s'appelleraient des cellules.

- Pour deux raisons : un assemblage de LEGO c'est pas vivant
- problème du vivant : qu'est ce ?
- un LEGO ne s'assemble pas tout seul  
problème de la génération ?

- La théorie cellulaire c'est d'abord cette idée que nous sommes faits de cellules vivantes !

Mais, d'où est venue une idée  
pareille ?



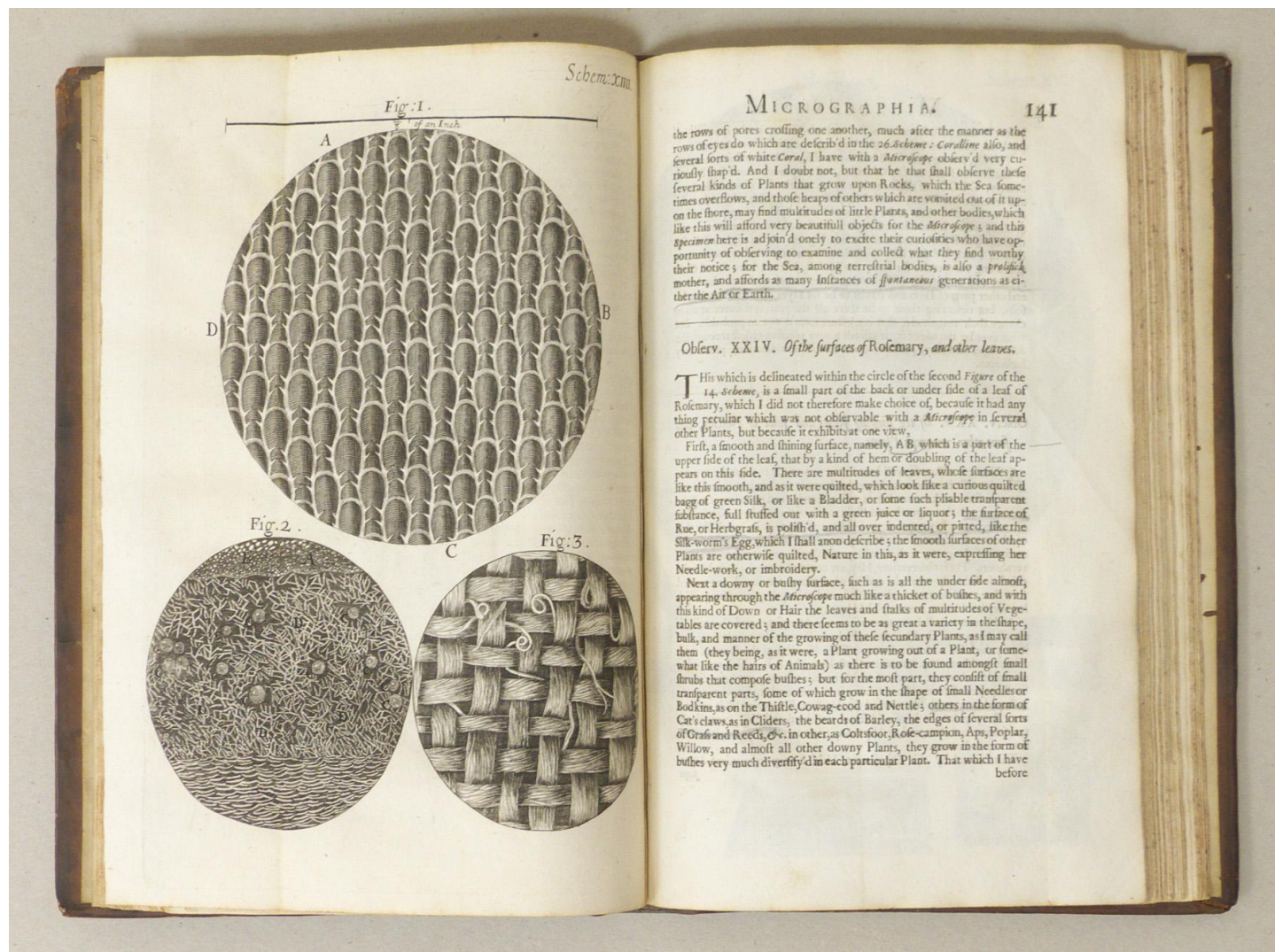
# LA THÉORIE CELLULAIRE

- on cite souvent deux scientifiques allemands, Schleiden et Schwann mais en réalité cette théorie a commencé à se constituer avant eux et implique un très grand nombre d'auteurs de diverses nationalités
- tout part de l'observation de petites structures répétées dans les plantes           MAIS

## La théorie cellulaire est-elle née d'observations microscopiques ?

- Concernant la **cellule**, on fait généralement grand honneur à Hooke. C'est bien lui qui découvre la chose, un peu par hasard et par le jeu d'une curiosité amusée des premières révélations du microscope. Ayant pratiqué une coupe fine dans un morceau de liège, Hooke en observe la structure cloisonnée.

*Micrographia or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glass, with observations and inquires thereupon, London, 1667.*



the rows of pores crossing one another, much after the manner as the rows of eyes do which are describ'd in the 26. *Scheme*: *Coralline* also, and several sorts of white *Coral*, I have with a *Microscope* observ'd very curiously shap'd. And I doubt not, but that he that shall observe these several kinds of Plants that grow upon Rocks, which the Sea sometimes overflows, and those heaps of others which are vomited out of it upon the shore, may find multitudes of little Plants, and other bodies, which like this will afford very beautifull objects for the *Microscope*; and this *specimen* here is adjoin'd onely to excite their curiosities who have opportunity of observing to examine and collect what they find worthy their notice; for the Sea, among terrestrial bodies, is also a *prolific* mother, and affords as many Instances of *spontaneous* generations as either the Air or Earth.

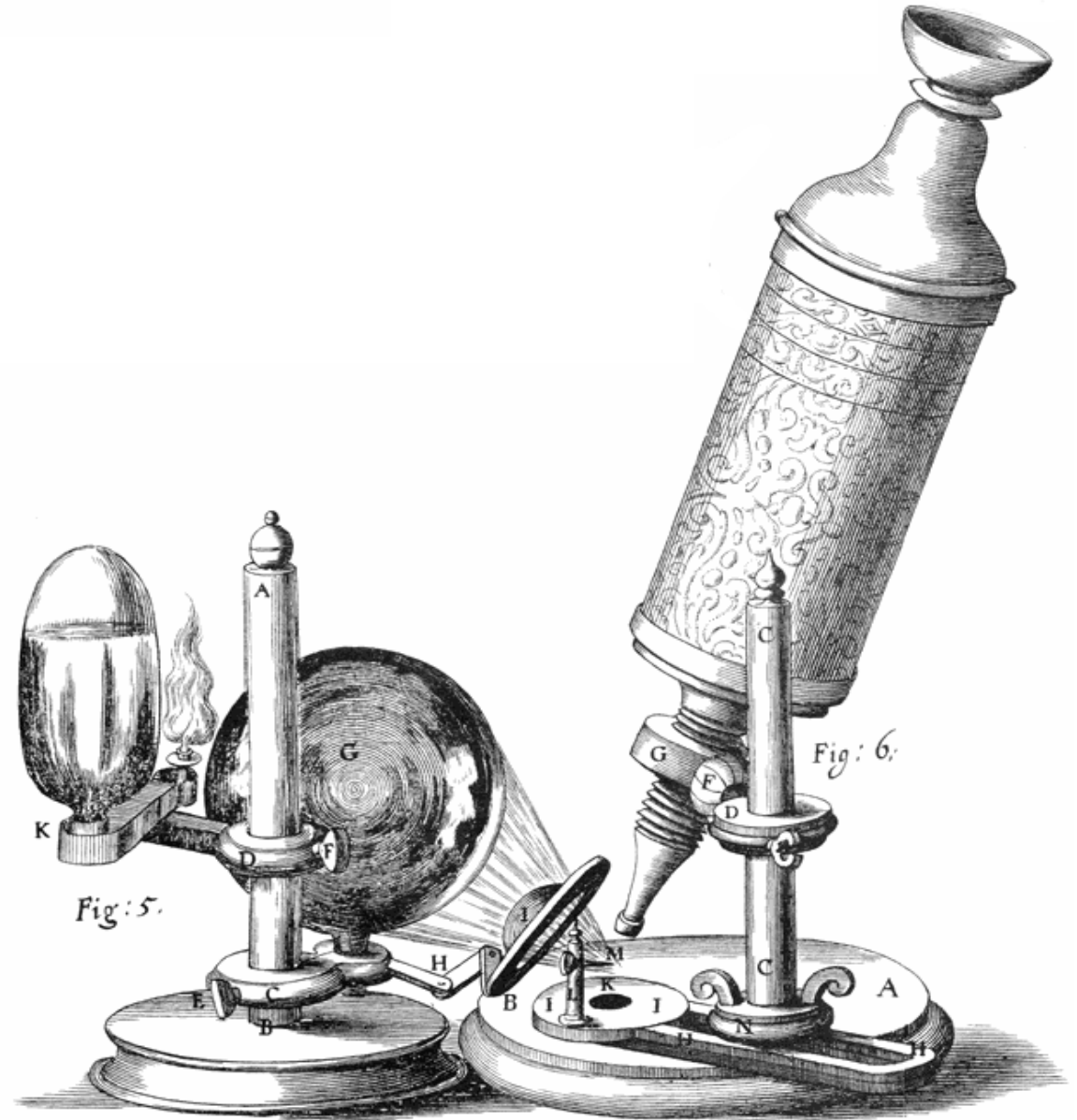
Observ. XXIV. Of the surfaces of Rosemary, and other leaves.

This which is delineated within the circle of the second *Figure* of the 14. *scheme*, is a small part of the back or under side of a leaf of Rosemary, which I did not therefore make choice of, because it had any thing regular which was not observable with a *Microscope* in several other Plants, but because it exhibits at one view.

First, a smooth and shining surface, namely, A B, which is a part of the upper side of the leaf, that by a kind of hem or doubling of the leaf appears on this side. There are multitudes of leaves, whose surfaces are like this smooth, and as it were quilted, which look like a curious quilted bag of green Silk, or like a Bladder, or some such pliable transparent substance, full stuffed out with a green juice or liquor; the surface of Rue, or Herbgrafs, is polish'd, and all over indented, or pitted, like the Silk-worm's Egg, which I shall anon describe; the smooth surfaces of other Plants are otherwise quilted, Nature in this, as it were, expressing her Needle-work, or imbroidery.

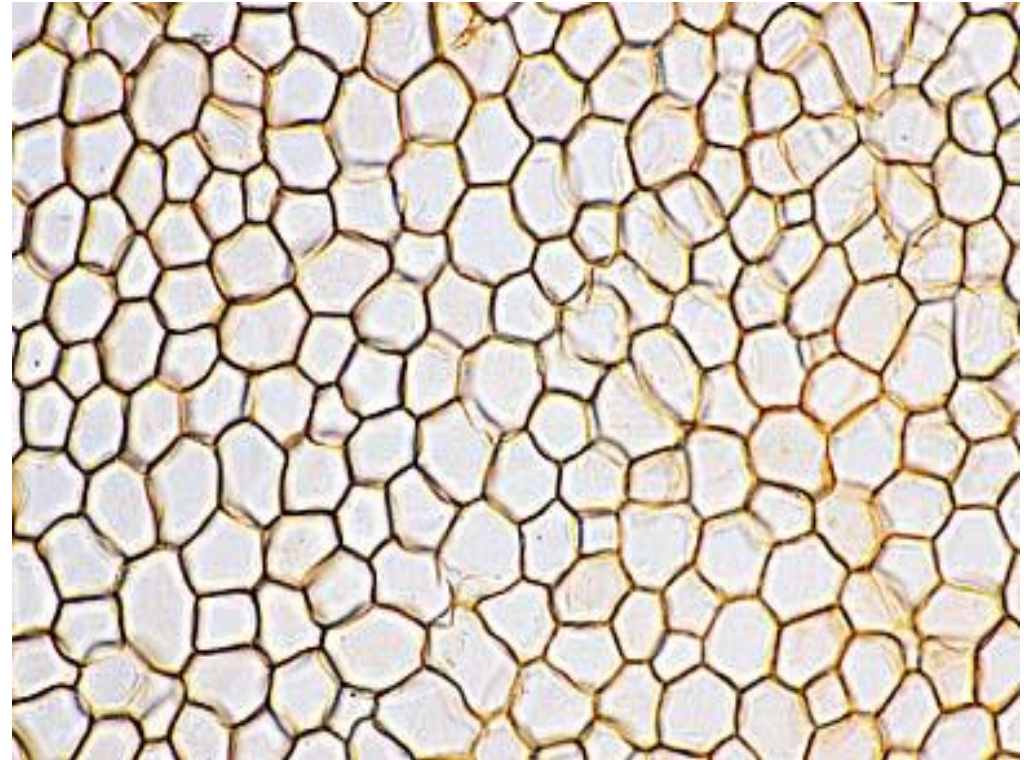
Next a downy or bushy surface, such as is all the under side almost, appearing through the *Microscope* much like a thicket of bushes, and with this kind of Down or Hair the leaves and stalks of multitudes of Vegetables are covered; and there seems to be as great a variety in the shape, bulk, and manner of the growing of these secondary Plants, as I may call them (they being, as it were, a Plant growing out of a Plant, or somewhat like the hairs of Animals) as there is to be found amongst small shrubs that compose bushes; but for the most part, they consist of small transparent parts, some of which grow in the shape of small Needles or Bodkins, as on the Thistle, Cowageood and Nettle; others in the form of Cat's claws, as in Cliders, the beards of Barley, the edges of several sorts of Grasses and Reeds, &c. in other, as Coltsfoot, Rose-campion, Ape, Poplar, Willow, and almost all other downy Plants, they grow in the form of bushes very much diversify'd in each particular Plant. That which I have before

# Microscope Hooke 1665



# Cellules de liège actuelles

Cela évoque quoi  
pour vous ?





Download from  
**Dreamstime.com**

This watermarked image is for previewing purposes only.



45500906



Juanmapac | Dreamstime.com



- C'est bien Hooke qui invente le mot, sous l'empire d'une image, par assimilation de l'objet végétal à un rayon de miel, œuvre d'animal, elle-même assimilée à une œuvre humaine, car une cellule c'est une *petite chambre*. Mais la découverte de Hooke n'amorce rien, n'est pas un point de départ.





- Qu'évoque la ruche pour vous ?

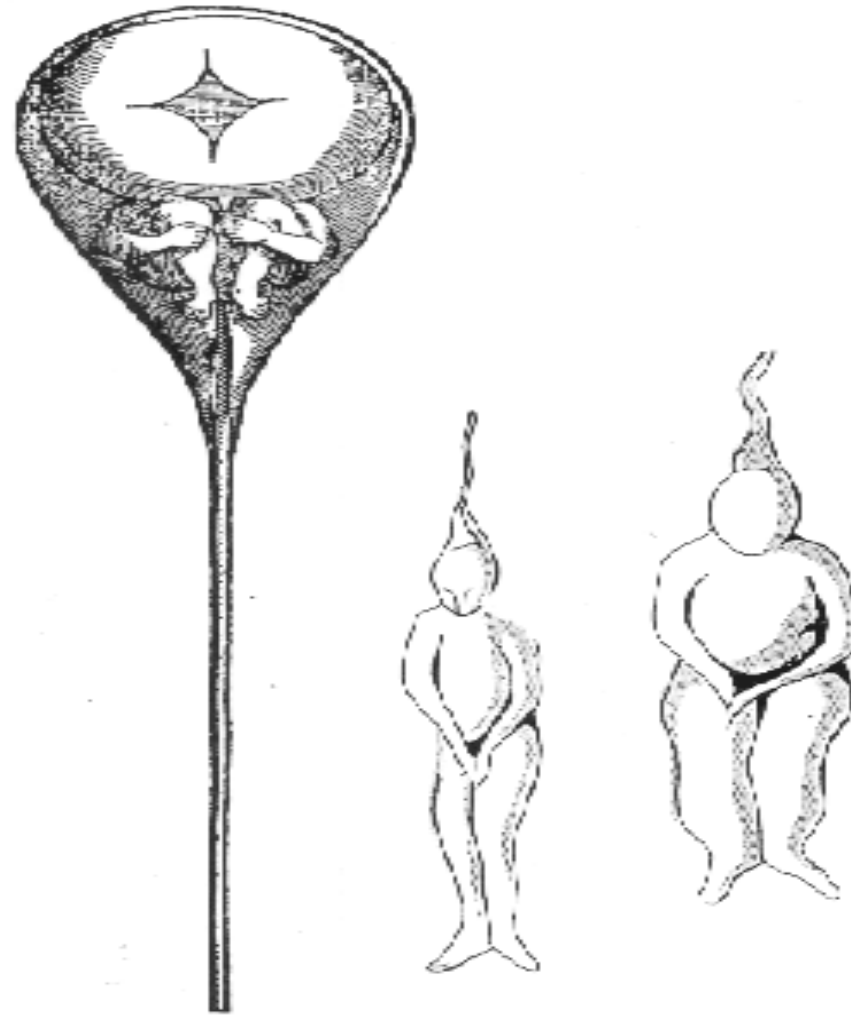
- Les valeurs affectives et sociales de coopération et d'association qui planent de près ou de loin autour de ce mot de cellule, vont influencer sur le développement de la théorie cellulaire.

- La théorie cellulaire ne semble pas née d'observations microscopiques ! Dont il ne faut pas nier pour autant l'apport !

- Mais si la « découverte » de la cellule ne semble ni poser de problème, ni être une « révolution » scientifique, quel problème précoccupe les biologistes de l'époque ?

- En fait, à cette époque, pour expliquer le vivant, on s'intéresse à la reproduction (génération). En fait, on définit le vivant comme ce qui se reproduit.
- Il y a 2 théories : l'ovisme et l'animaculisme.
- L'une et l'autre s'accordent à admettre une hérédité unilatérale mais s'opposent en ce que la première admet, à la suite de De Graaf, une hérédité maternelle, alors que la seconde admet, à la suite de Leeuwenhoeck, une hérédité paternelle.

# Ovistes contre Spermatisistes !



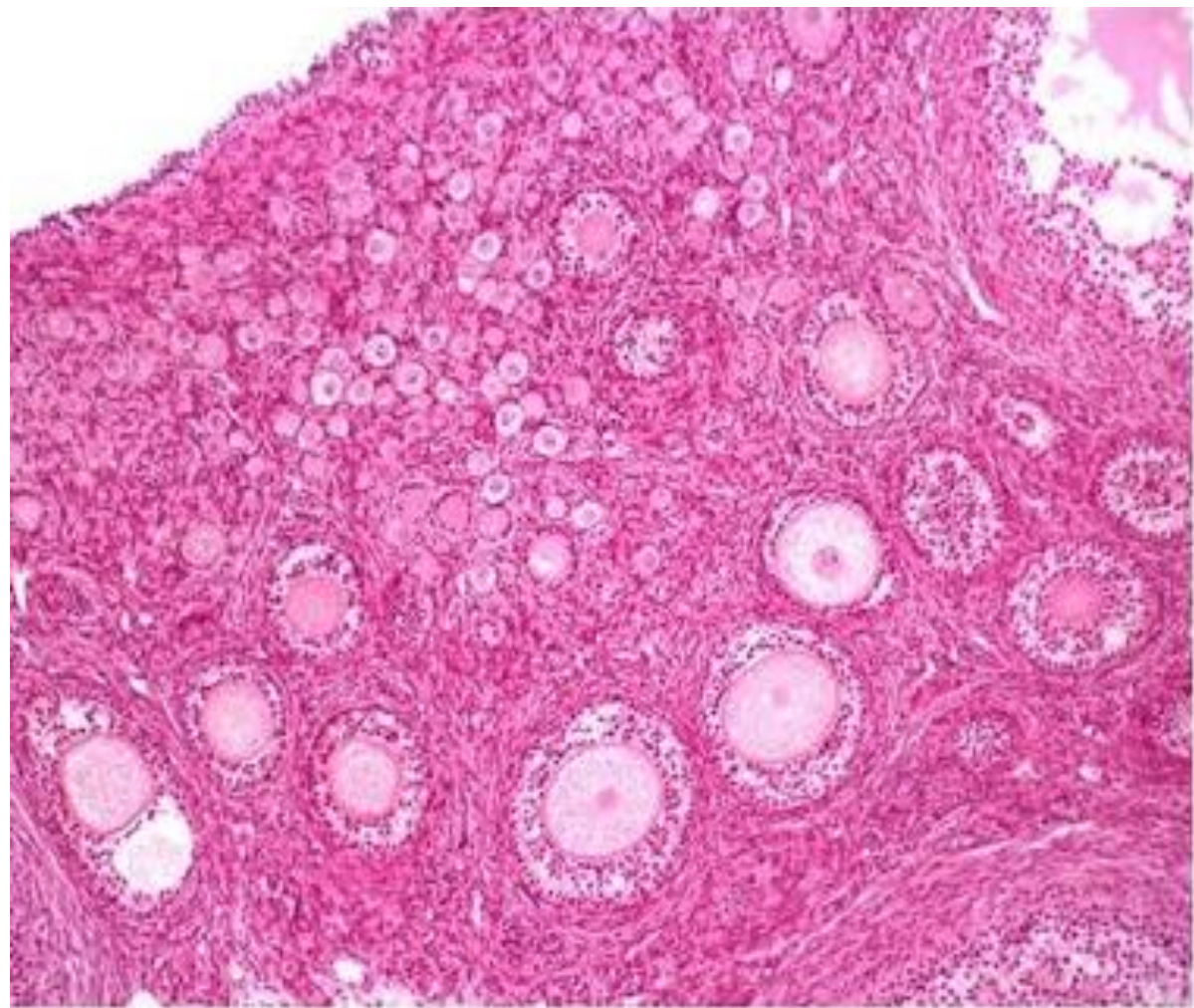
- La « faute au microscope »
- 
- Il est investi d'un pouvoir de découverte immense



Entre 1670 – 80

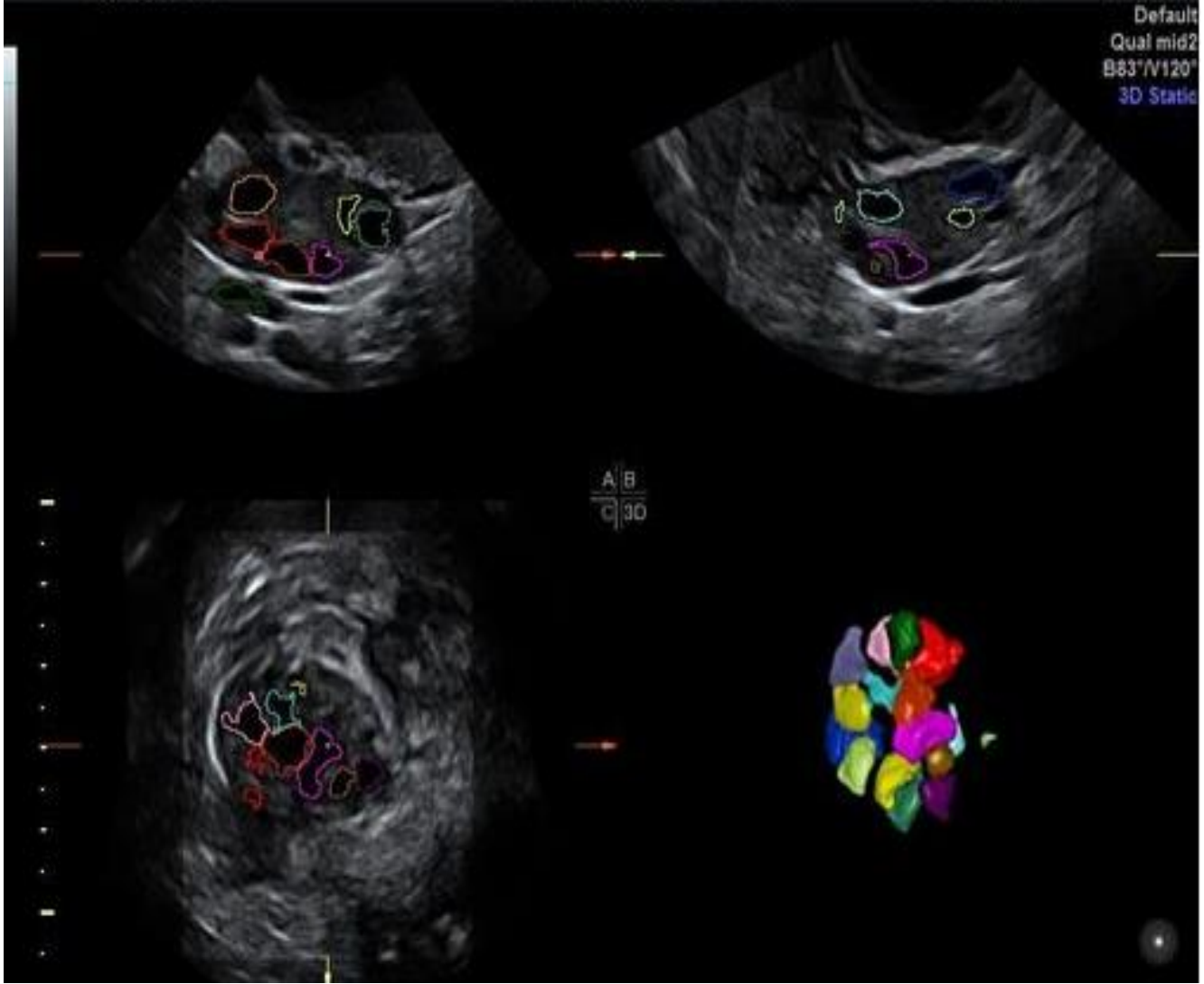
1<sup>ère</sup> découverte de R De Graaf

- Il montre que, chez la lapine, après le coït, les vésicules ovariennes (follicules) se transforment en corps jaune !
- 
- Surtout il découvre dans leurs ovaires des « œufs » !



ATLAN, Hélène 30.08.1990 RIC5-9-D/GYN MI 1.2 BRETTE & SEGONNE  
18.206.1495 3.8cm / 1.0 / 46Hz Tls 0.4 22.12.2014 12:10:18

Default  
Qual mid2  
B83\*/V120\*  
3D Static



En réalité des follicules appelés aujourd'hui  
Follicules de De Graaf !

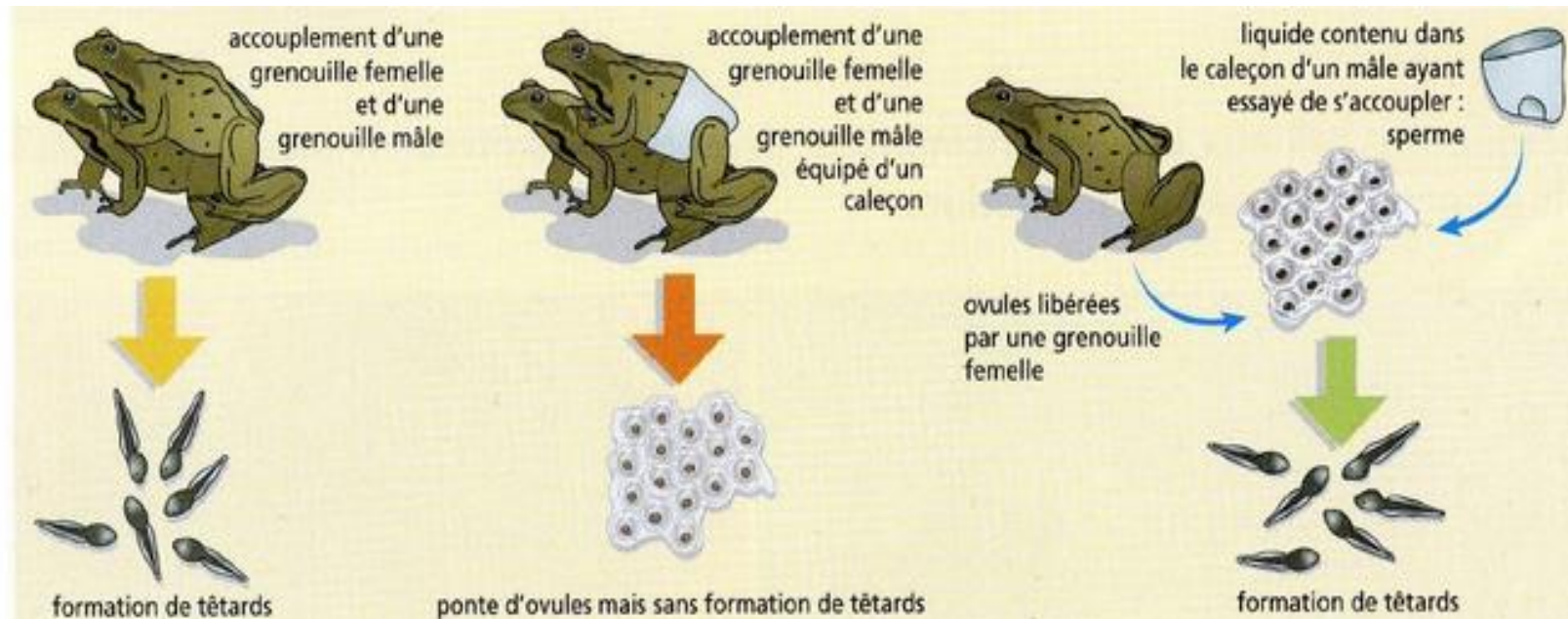
- Il conclut : « L'usage des testicules de femelles est donc d'engendrer des œufs, de les nourrir et de les amener à maturité, en un mot ils ont la même fonction que les ovaires des oiseaux et ils seraient bien mieux appelés ovaires que testicules ».

- P 129 Histoire des SV Gohau Nathan Univ.

- 5 ans après la découverte des « œufs » par De Graaf, Antoni Van Leeuwenhoek montre qu'il existe dans le sperme de l'homme des « animalcules spermaticques »...

- Film Xenius
- Xenius - Sperme la fertilité en déclin\_Arte\_2019\_06\_24\_17\_08

- Ce fut l'abbé [Lazzaro Spallanzani](#) (1729-1799) qui démontra expérimentalement le rôle du sperme dans la fécondation en mettant des pantalons à des grenouilles mâles
- lors des accouplements, les œufs ne se développent pas ;
- En prélevant le liquide contenu dans les pantalons, il put féconder les œufs.



Malgré cela, comme il était ovuliste, il pensa que les spermatozoïdes n'étaient pas indispensables à la fécondation, mais apportait une " force spermatique " qui permettait le développement de l'embryon.

- Il réfutera aussi la théorie de la génération spontanée mais elle resurgira plus tard



- L'ovisme reste tenace, cela est dû en particulier à :
- Tous les insectes naissent d'un œuf (Redi)
- On découvre la parthénogenèse chez le puceron (Bonnet 1740)
- Les préformationnistes ovistes pensent que l'ovaire de la 1<sup>ère</sup> femme Eve, contenait en miniature tous les enfants faits et à venir !!
- Remarque : <https://youtu.be/0sEwKvTDPdY>

- Mais comment sortir de cette impasse : ovisme ou spermatisme ?

- BUFFON, attentif aux phénomènes d'hybridation, ne peut concevoir qu'une hérédité bilatérale.



- Cette supposition est, selon Buffon, la seule qui permette d'éviter les difficultés auxquelles se heurtent les théories rivales proposées avant lui pour expliquer les phénomènes de reproduction :

- Ce sont les faits qui imposent cette conception : un enfant peut ressembler à la fois à son père et à sa mère, « La formation du fœtus se fait par la réunion des molécules organiques contenues dans le mélange qui vient de se faire des liqueurs séminales des deux individus »

# Buffon (Le Newton de la biologie !)

- Des Progrès en PC !
- On remarque que Buffon utilise la notion de molécule.
- En effet, Buffon connaît les théories en physique et en chimie qui expliquent la matière inerte et cherche le même type d'explication pour la matière vivante.
- En physique, la matière s'explique par son attractivité ; pour Buffon, la matière vivante s'explique par son attractivité et par la chaleur.
- On arrive ainsi à la notion de matière vivante, c'est-à-dire de **matière organique**.

- « Une conception corpusculaire de la matière et de la lumière ne peut pas ne pas entraîner une conception corpusculaire de la matière vivante pour qui pense qu'elle est seulement matière et chaleur.

Buffon dit :

- « On peut rapporter à l'attraction seule tous les effets de la matière brute et à cette même force d'attraction jointe à celle de la chaleur, tous les phénomènes de la matière vive. J'entends par matière vive, non seulement tous les êtres qui vivent ou végètent, mais encore toutes les molécules organiques vivantes, dispersées et répandues dans les détriments ou résidus des corps organisés ; je comprends encore dans la matière vive, celle de la lumière, du feu et de la chaleur, en un mot toute matière qui nous paraît active par elle-même »

- Buffon ne s'intéresse donc pas à l'organisation de la matière vivante pour l'expliquer → il laisse encore de côté la théorie de la cellule
- La matière vivante ne semble pas posséder d'organisation DONC si elle est vivante c'est ce qu'elle contient qui est responsable de la vie → renvoie à l'idée d'une matière organique (pas de recherche d'explication de la vie par l'organisation de celle-ci)



- Buffon semble expliquer le vivant par les molécules organiques qui seraient dotées de propriétés spéciales... Mais d'où vient cette théorie dite « des molécules organiques » ?

# Théorie des molécules organiques

- D'où vient-elle ?
- [Nicolas Lémery](#) qui, dans son *Cours de chymie* (1690), distingue le premier la « chimie minérale », qui ne fait appel, au départ, qu'à la matière inerte, et la « chimie organique », qui puise ses sources dans le règne animal ou dans le règne végétal.

- Cette distinction était justifiée par le **dogme de la « force vitale »**, seule cause mystérieuse censée être alors capable d'édifier *in vivo* des composés comme l'« alcool vini » (l'éthanol) ou [l'acide acétique](#).

- Mais, en réalité, les chimistes des 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles qui savaient déjà transformer l'une en l'autre deux substances quelconques extraites du règne vivant, par exemple oxyder *in vitro* l'alcool en acide acétique, avaient également isolé et décrit des substances **que le monde vivant ne fournit pas**, telles le chlorure d'éthyle, résultant de l'action de l'acide muriatique (acide chlorhydrique) sur l'alcool, et l'éther dit sulfurique (oxyde d'éthyle), résultant de la déshydratation de l'alcool sous l'influence de l'huile de vitriol (acide sulfurique).

Ce qui contredisait la nécessité de l'existence d'une force vitale pour produire les molécules organiques.

- Ces produits de transformation devenaient de plus en plus nombreux, et les substances directement extraites du règne vivant ne constituaient, vers 1850, qu'une faible minorité du domaine de la « chimie organique », dont l'unité n'était sauvegardée que par le **respect du dogme de la force vitale.**

# La remise en cause de la fameuse « force vitale »

- C'est Berthelot qui, s'appuyant sur quelques « synthèses », à partir de matières extraites du monde inerte, de substances considérées jusqu'alors comme spécifiquement organiques : alcool, méthane, méthanol, benzène, etc., émit l'hypothèse que toute substance organique pouvait être synthétisée *in vitro* à partir d'éléments minéraux (donc non vivants) ; l'avenir devait parfaitement justifier cette hypothèse.
- (Chimie organique E. Universalis)

- La théorie des « molécules organiques » serait-elle en passe d'être abandonnée ?

- La théorie de Buffon est remise en cause puisqu'on arrive à créer des molécules organiques sans utiliser le vivant ; ainsi la matière organique n'est pas suffisante à définir le vivant.
- La doctrine qui dit que la matière organique (des cellules) serait responsable de la vie est réfutée par la chimie qui confond de plus en plus les deux matières, inerte et vivante, organique et inorganique !



- La théorie des molécules organiques est contestée et même réfutée par la chimie !

- D'une manière générale il faut garder à l'esprit qu'au 19<sup>ème</sup> siècle, le développement de la chimie suscite d'immenses espoirs → on s'imagine qu'elle finira par TOUT expliquer (origine du vivant, génération)
- La force vitale censée être contenue dans les molécules organiques (Buffon), est écartée de la théorie de la génération du vivant.
- Les biologistes piétinent pendant que les chimistes avancent à grands pas...

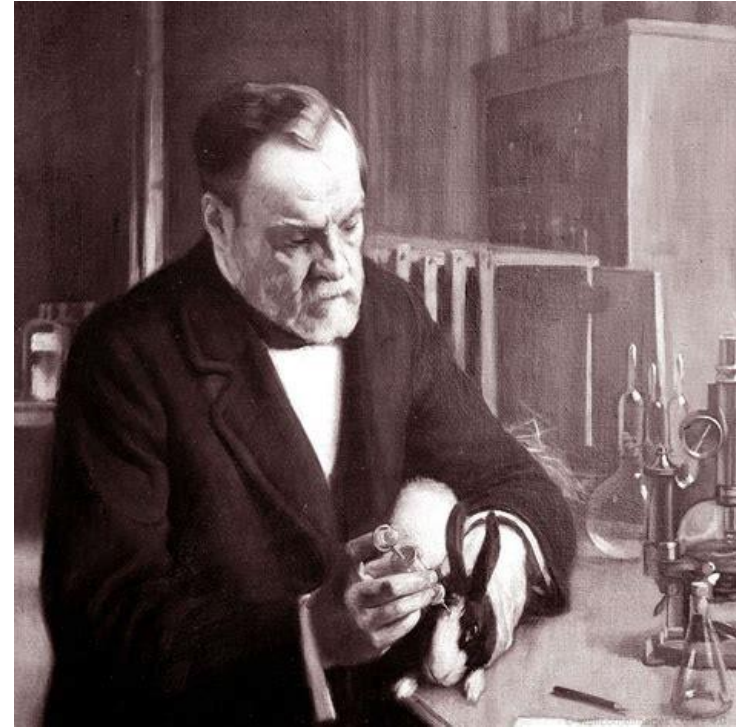
- Quelle idée va resurgir alors ?
- Y aura-t-il progrès ?

- Ainsi, parmi certains biologistes, la théorie de la génération spontanée surgit.
- Il s'agit de prétendre que la vie resurgit de la matière inerte. Par exemple, dans une cuve d'eau qu'on laisse quelques temps, des germes vivants apparaissent.
- Mais cette théorie redonne de la vigueur à la croyance en l'intervention de la providence divine.

- C'est fin 19<sup>e</sup>s, que le chimiste Pasteur va invalider cette explication ! Et c'est à travers un duel avec un biologiste, Pouchet.
- Et, ironie de l'histoire, c'est le biologiste Pouchet qui veut défendre cette théorie de la génération spontanée (en lui enlevant son caractère divin) alors que le très catholique pasteur, lui, conteste toute validité à cette théorie.

- Vous avez compris que c'est Pasteur qui a gagné.

- Voilà comment : ...



illustration



tournant de la Science :



- - Pouchet, défenseur de la génération spontanée, voulait expliquer l'apparition de la vie SANS providence divine
- - Pasteur, scientifique moderne (et fervent catholique) « s'en fiche »

# Pasteur et Pouchet: histoire des sciences

BRUNO LATOUR

---

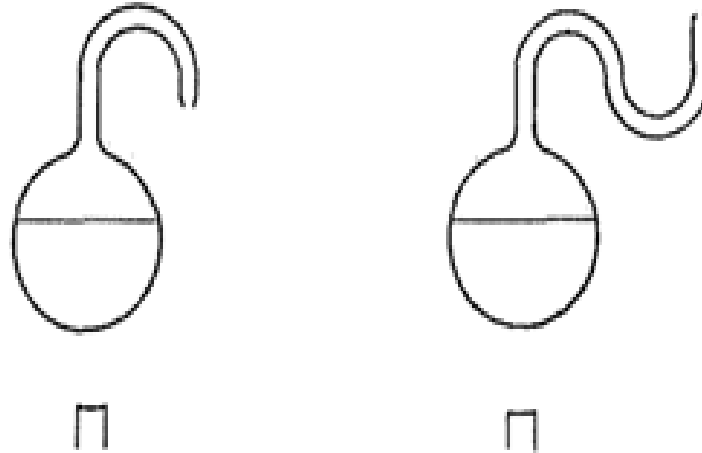
Où l'on verra qu'il n'est pas si facile  
de décider des vainqueurs et des vaincus de l'histoire des sciences.  
Félix Pouchet défendait  
la génération d'êtres vivant à partir de la matière inerte.  
Louis Pasteur la supposait impossible.  
Leur combat fut longtemps incertain.

---



## PASTEUR ET POUCHET

*« Je place une portion de cette infusion de matière organique dans un vase à long col, tel que celui-ci (à gauche). [...] Maintenant, [...] j'étire à la lampe d'émailleur le col du ballon (à droite), de manière à l'effiler, en laissant toutefois son extrémité ouverte. »*



*Le 100 des micro-organismes tel qu'il a été créé puis gravé par Pasteur (avec des annotations de l'auteur) pour illustrer son mémoire sur la génération spontanée. On reconnaît l'appareil à filtrer l'air, les ballons à col de cygne et diverses préparations montrant les germes de l'air.*

*(Musée Pasteur, Paris.  
Pl. © Musée Pasteur.)*

« Maintenant, je suppose que je répète cette expérience, mais qu'avant de faire bouillir le liquide j'étire à la lampe d'émailleur le col du ballon, de manière à l'effiler, en laissant toutefois son extrémité ouverte. [...] »

« Cela fait, je porte le liquide du ballon à ébullition, puis je le laisse refroidir. Or le liquide de ce deuxième ballon restera complètement inaltéré, non deux jours, non pas trois, quatre, non pas un mois, une année, mais trois et quatre années. Quelle différence y a-t-il entre ces deux vases ? [...] »

Au 19<sup>ème</sup> siècle la Science se modernise :

- un scientifique n'est plus un savant généraliste, à la fois biologiste, chimiste, physicien, mathématicien, etc., mais un spécialiste dans un domaine précis (cette spécialisation n'a cessé de croître au point que l'on a désormais des chercheurs spécialisés dans l'étude d'une ou deux molécules)

Mais quelles influences la société et les idées qui y circulent peuvent avoir sur la conception d'une théorie, sa modification ?

- On voit resurgir certaines des idées émanant même du mot : cellule
- Rappelons que le mot lui-même de cellule, véhicule des idées qui vont de l'harmonie, à la coopération, à la construction par l'homme...

- Le cœur des débats concernait les rapports à entrevoir entre le tout et ses parties. Alors qu'avec Buffon, c'est d'abord un modèle atomistique qui domine, la réaction romantique en Allemagne, celle des philosophes de la nature, conduit à privilégier un modèle communautaire
- (Marc Klein, *Histoire des origines de la théorie cellulaire* (Paris : Hermann et Cie, 1936), 19).
- <https://www.cairn.info/revue-d-histoire-des-sciences-2011-1-page-27.htm#re3no3>

Selon Canguilhem, il faut attendre le milieu du siècle et Claude Bernard pour voir la situation véritablement évoluer.

- Claude Bernard impose un modèle économique et politique du vivant dans lequel la relation de la partie au tout est une relation d'intégration : « L'organisme est construit en vue de la vie élémentaire, c'est-à-dire de la vie cellulaire. La cellule est, en elle-même, un organisme, soit distinct, soit individu élémentaire dont l'animal ou la plante sont la société [...].

La division du travail est la loi de l'organisme comme de la société [...].

- C'est le modèle de la société qui influence la théorie cellulaire !
- L'être vivant ne serait qu'une colonie, les véritables êtres vivants étant en réalité les cellules.

- **« L'individu zoologique, l'animal, n'est qu'une fédération d'êtres élémentaires, évoluant chacun pour son propre compte » (Claude Bernard)**

*Bernard, C., Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux, Paris, Vrin, 1966 (1878), 386.*

# Virchow 1855

- Formule l'aphorisme *En Omnis cellula e celulla* : « toute cellule provient d'une cellule ».
- Virchow insiste sur l'autonomie fonctionnelle des cellules : quoiqu'il y ait dans l'organisme « une espèce d'organisation sociale », « chaque élément a son activité propre ». Lui qui a soutenu les idées de la révolution de 1848 estime que les cellules forment un « état démocratique d'individus de statut égal, bien que non également doués ».



C'est ce que défendent certains scientifiques, exagérant ainsi la comparaison avec la société humaine.

- DONC d'autres auteurs vont défendre que la cellule est une partie d'un être vivant (on parle là des pluricellulaires) pas un être vivant à part entière → réintroduit l'organisation (des cellules)
- Mais justement : comment expliquer l'organisation des cellules en tissus et organes ? Qu'est-ce qui pousse les cellules à s'assembler et à fonctionner ensemble ?

- → ce qui évidemment pose le problème de l'apparition de la première cellule ! ici (et ailleurs...)
- La théorie cellulaire présente **3 apports considérables** (pour la suite) :

- Elle donne un cadre à la chimie du vivant : les réactions se déroulent essentiellement dans les cellules
- On va imaginer que l'être vivant se construit (ontogenèse) par multiplication des cellules germinales
- Les cellules germinales assurent une continuité entre les générations (mais on ne sait pas comment ces cellules ont le « pouvoir » de générer un être vivant entier = problème de la génération)

En résumé :

- L'explication finalement retenue a donc été celle de la division cellulaire proposée par Remak et approfondie par Virchow. Il s'agit de la dérivation de la cellule à partir de la scission du noyau d'une cellule mère.

# Résumé : « Axiomes de la théorie cellulaire »

- La cellule est l'unité structurale et fonctionnelle des plantes et des animaux
- Tous les organismes sont faits de petites unités : les cellules.
- Les cellules végétales vont être rapprochées des êtres vivants les plus simples = microscopiques (infusoires, aujourd'hui appelés unicellulaires) et de certaines cellules animales (globules sanguins, spermatozoïdes, ovules)
- Toute cellule provient d'une autre cellule.

- Mais cette multiplication des cellules (par division) va mettre longtemps à être comprise
- Il s'agit bien d'une division et non d'une sorte de bourgeonnement similaire à la cristallisation
- [https://www.youtube.com/watch?v=uY3AuKglz\\_w](https://www.youtube.com/watch?v=uY3AuKglz_w)
- Vidéo cristallisation

- Deux compléments : aux axiomes précédents : (connaissance de la vie p 86)
- Les vivants non composés sont unicellulaires, il existe des unicellulaires (protozoaires) et des pluricellulaires (métazoaires).
- L'œuf d'où naissent les organismes vivants sexués est une cellule dont le développement s'explique uniquement par la division !
- Division cellulaire - Fécondation.... Éventuellement
- <https://www.ecosia.org/search?q=film+mitose>
- [https://www.sciencesetavenir.fr/sante/grossesse/video-la-fecondation-de-l-ovule-par-le-spermatozoide-filmee-pour-la-premiere-fois\\_105068](https://www.sciencesetavenir.fr/sante/grossesse/video-la-fecondation-de-l-ovule-par-le-spermatozoide-filmee-pour-la-premiere-fois_105068)

- C'est donc bien le raisonnement (hypothético-déductif) qui a permis de comprendre la cellule, la théorie cellulaire et l'articulation entre l'observation et la théorie...
- 
- Soumise à expérimentation !
- 
- Maintenant le microscope et ses progrès vont ouvrir de nouvelles perspectives et permettre l'acquisition de nouvelles connaissances



- Par exemple l'invention du microscope électronique a permis l'exploration de l'intérieur de la cellule et la compréhension du lien entre échelle moléculaire et cellulaire.