

professeur à l'Université de Bonn, s'est attaché à démontrer dans le mémoire inédit suivant, que nous nous empressons de communiquer aux lecteurs du *Cosmos*. F. H.

### Recherches sur la génération spontanée (1).

Par le D<sup>r</sup> H. SCHAFFHAUSEN (prof. à l'Université de Bonn).

(Correspondance particulière du *Cosmos*.)

Le *protococcus* est la forme primitive de la vie organique, se manifestant sous l'influence de l'eau, de l'air, de la lumière et de la chaleur, sans le concours d'aucune substance organique; en se développant dans différentes conditions, il produit des algues, des lichens, des mousses. La cellule du *protococcus* naît des grains les plus petits, qui ne sont visibles qu'en mesurant  $1/2000$  de ligne. Les premières cellules sont incolores; le chlorophylle est formé plus tard. Ce fait s'accorde avec les recherches sur la formation du chlorophylle dans les plantes en général. Le chlorophylle naît du *proto-plasma*, dans lequel paraissent des points verts, qui s'agrandissent par des additions de molécules homogènes. Les cellules du *protococcus* se trouvent quelquefois réunies par une substance muqueuse qui semble être un protoplasma.

La lumière est une condition indispensable à la formation du *protococcus*; la lumière diffuse est plus favorable que la lumière directe du soleil, qui blanchit le vert du *protococcus*. Cette végétation n'apparaît pas dans les infusions des substances azotées avant que la putréfaction soit achevée: elle succède à la formation des infusoires.

Un ballon de verre, rempli à moitié d'eau de puits limpide, fut fermé à la lampe, pendant que l'eau était bouillante. Environ deux mois après (au mois de juillet), apparut une tache verte au fond du ballon. Mais, faute d'aliment, le développement du *protococcus* ne faisait pas de progrès. Les cellules ne pouvaient pas avoir préexisté dans le liquide: elles auraient été détruites par l'eau bouillante. Un ballon de verre fut rempli à moitié d'eau, contenant des cellules de *protococcus*, et fut hermétiquement fermé à la lampe après que l'eau eut bouilli pendant quelques minutes. Des cellules mortes et blanches couvrirent le fond du ballon; au bout d'un an on n'y aperçut aucune trace de *protococcus* vivant.

(1) Ce mémoire fut adressé le 29 septembre 1863 à M. Milne-Edwards, membre de l'Institut. (D<sup>r</sup> Sch.)

Dans les vases ouverts, le *protococcus* ne naît pas plus tôt que dans des vases fermés ; mais son développement est plus rapide dans l'eau de pluie que dans l'eau de puits limpide. Les premières cellules apparaissent soit au fond du vase, soit à la surface du liquide tenant aux parois du vase, après la précipitation des substances minérales de l'eau. Elles naissent plus facilement à la surface d'une pierre que sur le verre poli. La dureté du verre, qui dépend de sa composition chimique, exerce à la longue de l'influence sur la formation du *protococcus* dans l'eau pure.

Un fait bien connu des pharmaciens, c'est la production de ces matières végétales dans les eaux aromatiques, conservées dans des vases bien fermés. Ces eaux perdent leur odeur, parce que l'huile essentielle se décompose et sert à alimenter les végétaux qui s'y développent. Les eaux distillées pures deviennent parfois aussi troubles et verdâtres par suite des mêmes végétations, qui paraissent naître spontanément. Agardt, Biasoletto et Kützing ont décrit ces petites végétations, qui sont des espèces du genre *microloa*, *hygrocrocis* et *leptomitus*. Il n'est pas difficile de reconnaître la corrélation de ces espèces, qui primitivement sont toutes incolores. Le *microloa* n'est d'abord qu'un *protococcus*; en multipliant ses cellules par des divisions répétées, il donne naissance à des algues. Dans d'autres conditions, on voit succéder aux algues des cryptogames d'un ordre supérieur. Comme Kützing, j'ai pu observer la transformation d'une algue en une mousse. A cet effet, je mis dans un vase de verre, rempli à moitié d'eau pure, un fragment de tuf calcaire, détaché du milieu d'une grande pierre ; et je fermai le vase avec un tampon de ouate. Au bout de quelques mois je vis s'y produire le *protococcus* et un tissu d'algues, qui entouraient plus tard entièrement le fragment de pierre. Par l'évaporation de l'eau la surface de ce fragment se trouvant au contact de l'air, une partie des algues devenait brunâtre et semblait se pourrir ; mais ensuite je vis s'y élever une cinquantaine de tigelles d'une mousse, qui fut reconnue par M. Schimper pour le *barbula fallax* ; une seconde génération de mousses plus vigoureuses succéda à la première : c'était le *barbula muralis*, suivant la détermination de M. Schimper. Enfin, dix-huit mois après le commencement de l'expérience, les mousses, venues les premières, fleurissaient et développaient des spores, qui germaient dans l'eau. L'examen microscopique fit constater que les algues provenaient des cellules du *protococcus*, et non pas comme on aurait pu le croire, des spores d'une mousse : les cellules de quelques algues deve-

naient plus courtes, jaunes et brunâtres, et leurs parois s'épaississaient; entre ces cellules il y en avait d'autres, qui étaient en pleine végétation et poussaient des boutons. Les cellules d'un bouton se partageaient verticalement et horizontalement de manière à donner naissance à un grand bourgeon d'où sortaient les feuilles et les racines d'une mousse.

En agitant la question de la génération spontanée, on a négligé l'origine de la vie végétale. Cependant celle-ci est le commencement de tout ce qui vit à la surface de la terre : c'est dans les plantes que s'élaborent les substances organiques par les combinaisons variées de leurs éléments constitutifs. Les animaux sont privés de cette faculté et vivent aux dépens des substances ainsi préparées.

La monade est la forme primitive de la vie animale. Elle prend naissance sous forme de petits points à peine visibles, dont la grandeur varie de  $1/3000$  à  $1/2000$  de ligne. Ces points sont implantés dans une matière muqueuse. Les infusoires proviennent des monades qui sont l'origine de la vie animale, propre à chaque infusion de substances végétales ou animales.

Cette formation de monades et les organismes qui proviennent de leurs métamorphoses successives, expliquent la production des espèces vivantes, qui se trouvent dans les infusions, et qu'on a dérivée erronément d'œufs suspendus dans l'air. On chercherait en vain dans les vases ouverts ces œufs tombés du milieu atmosphérique.

Le grand nombre d'infusoires s'explique par la multitude des germes qui naissent spontanément les uns à côté des autres, et non par la rapide propagation de quelques infusoires tombés par hasard dans l'infusé. Ce dernier mode de propagation, défendu par Ehrenberg, est purement fictif. Quelle que soit la rapidité avec laquelle s'opèrent le développement et la division des monades, ainsi que la génération ovipare ou la scissiparité des *chilodon*, *paramœcium*, *vorticella* et d'autres, il est impossible d'expliquer par là l'apparition des millions de ces êtres dans l'espace d'un jour. Cette formation de monades a lieu partout où se décompose une substance organique au contact de l'eau. Ehrenberg a dit : « On ne peut pas faire des infusoires; il faut les prendre où on les trouve. » Soit, mais on peut voir les infusoires se produire aussi sûrement qu'on voit des cristaux se former dans une solution qui en contient les éléments.

Les expériences faites jusqu'ici sur la génération spontanée ne prouvent rien, parce qu'on n'a pas fait attention aux germes de la vie organique, visibles dans chaque infusion, avant l'apparition des infusoires et des mycodermes. Plusieurs observateurs, tels que M. Pouchet et d'autres, ont bien remarqué les granules de la membrane qui couvre la surface du liquide contenant une substance en dissolution ; mais aucun n'a reconnu que ce sont là les germes uniques des monades, des vibrions, des infusoires quelconques.

MM. Joly et Musset (1) ont vu naître dans un œuf de poule putréfié une membrane et dans celle-ci une multitude d'infusoires du genre *monas* et *bacterium*, se mouvant avec une vivacité extrême ; morts, au bout de quelques jours, ils formaient une membrane à corps arrondis, qui se changeaient en colpodes, infusoires d'un ordre supérieur, et qui en s'agitant se détachaient peu à peu de la membrane. Mais cette observation n'est pas tout à fait exacte. La première membrane est déjà composée de petits corpuscules, qui sont les germes des monades ou des vibrions ; les infusoires plus grands sont le résultat de l'accroissement des monades, qui commencent à se mouvoir plus tôt ou plus tard. C'est la formation incessante des mêmes germes de monades, qui ne diffèrent qu'en grandeur. Le *vibrio* que M. Pasteur (2) tient pour la cause de la fermentation butyrique, n'est autre chose que la monade qui accompagne constamment toute décomposition de matières azotées.

Les monades, d'après l'opinion de quelques naturalistes, sont des produits de décomposition des infusoires morts. Elles sont, au contraire, les germes des infusoires vivants. Cependant les cadavres des infusoires peuvent aussi donner lieu à la formation des monades.

On a toujours nié l'origine de la vie organique, quand les expériences n'indiquaient pas la présence d'infusoires et de mycodermes. Mais ne pourrait-il pas, dans bien des cas, exister de ces amas de points, germes de monades qui, faute de conditions nécessaires, sont arrêtés dans leur développement ? J'ai fait bouillir des infusions et j'ai fermé les vases avec des tampons de ouate, comme MM. Schröder, Hoffmann et Pasteur l'ont fait, et quoique il n'y eût pas de décomposition, les liqueurs offraient, à leur surface, des germes de monades ou de mycodermes, dont le déve-

(1) *Comptes rendus*, 12 mai 1862.

(2) *Comptes rendus*, 25 février 1861.

loppement était arrêté. Les substances organiques sont inaltérables dans ces cas, non pas faute de germes, propres à décomposer le liquide, mais parce que les conditions de la décomposition manquent. Les germes des monades montrent alors par leur présence que la décomposition avait commencé, mais qu'elle s'est ensuite arrêtée.

Des vases, fermés hermétiquement pendant que le liquide bout, ne contiendront qu'une très-petite quantité d'air; l'oxygène disparaît bientôt quand la décomposition commence. Celle-ci sera arrêtée aussitôt que l'air n'aura plus d'oxygène. C'est ainsi que M. Claude Bernard trouva dans deux vases, qui avaient servi à ce genre d'expériences, l'air privé d'oxygène, mais riche en acide carbonique. Si les vases sont fermés par des tampons de ouate pendant que le liquide bout, ils contiendront assez d'air; mais celui-ci passera à travers le tampon à mesure que la liqueur se refroidit, et le libre accès de l'air paraît nécessaire pour décomposer les substances organiques, rendues seulement moins altérables par la température de l'ébullition. Quelquefois l'ébullition, par exemple, du lait, en chassant en partie l'eau, rend le liquide restant moins altérable. Enfin toutes les circonstances qui, d'après les lois chimiques empêchent la décomposition des substances organiques, empêchent aussi la production de la vie organique, qui ne peut se passer d'une certaine quantité d'eau, d'oxygène et d'une matière propre à alimenter les organismes.

Les germes des monades et les monades elles-mêmes ont peu de consistance; desséchés, ils ne retournent plus à la vie, et une température de 40 à 50° R. les tue. S'ils se rencontrent dans les infusions, ils n'y auront donc pas été apportés par l'air, et on les détruit en faisant bouillir le liquide qui les renferme.

De même que le *protococcus*, en se développant, forme l'algue, le lichen ou la mousse, la monade se transforme en *amoeba*, *chilodon*, *paramœcium* et autres infusoires.

Les germes des monades apparaissent d'abord à la surface des infusions comme de très-petits points, à peine visibles. On ne peut souvent en estimer la grandeur qu'à  $\frac{1}{3000}$  de ligne. Peu à peu, ils se trouvent réunis par une membrane fine, qui se forme à la surface du liquide et finit par se changer en un mucus épais. Ils sont serrés régulièrement les uns contre les autres, en sorte que la membrane paraît comme pointillée. Ces points s'agrandissent et forment de petites lignes; celles-ci se dessinent bientôt comme de petits corps elliptiques, étranglés au centre; ce sont les doubles

monades qui comencent à se former. Il y en a qui se meuvent, n'ayant que  $1/1600$  de ligne de largeur et  $1/500$  de ligne de longueur; d'autres, quoique beaucoup plus grandes, restent immobiles. On aperçoit aussi des monades, qui se meuvent avant d'avoir passé par l'état double; quelquefois, on en voit quatre ou plus, réunies ensemble, nager dans le liquide en se contournant en spirale. D'autres fois, les deux monades (composant la double monade), au lieu de se disassocier, se confondent pour former des bactéries. Les espèces que Ehrenberg a décrites sous les noms de *monas hyalina*, *monas gliscens*, *vibrio lineola*, *vibrio rugula*, *vibrio subtilis*, *vibrio tremulans*, *spirillum*, ne sont que les différents degrés du développement de cette même monade, variant de grandeur suivant les différentes infusions. La plus petite monade est le *monas crepusculum* E., de  $1/2000$  à  $1/800$  de ligne de dimension. Les corpuscules arrondis et immobiles, qui s'aperçoivent souvent dans les doubles de monades, proviennent des mêmes germes que les doubles monades. Leur premier mouvement est une oscillation; bientôt ils se dégagent de la substance qui les entoure, et nagent en formant le *monas termo* ou le *monas guttula*; la fusion d'un plus grand nombre produit le *polytoma uvella* ou le *bodo socialis* E. La dimension de ces animalcules est de  $1/600$  à  $1/350$  de ligne. Dans le *monas termo*, on distingue déjà une ou deux taches noires, qui paraissent être des vésicules. Au bout de quelques jours, beaucoup de monades montrent des vacuoles, sont immobiles et comme enkystées. De ces kystes proviennent des amœbes, qui se transforment en d'autres infusoires, par exemple, en *cyclidium glaucoma* ou en *chilodon cucullulus*. Du *chilodon*, dont la grandeur varie de  $1/200$  à  $1/100$  de ligne, naît le *paramœcium colpoda*, qui atteint  $1/80$  à  $1/60$  de ligne. Il répand des œufs, d'où sortent de petits paramœciums. Ces métamorphoses, cependant, ne se font pas toujours de la même manière.

On s'explique difficilement comment les monades, animaux, pourraient naître des produits anorganiques de la putréfaction. Est-il vrai, comme le dit M. Pasteur, que, par exemple, le vibrion du lait vit dans l'acide carbonique et périt dans l'air atmosphérique? Je doute de la vérité de cette assertion, parce qu'on voit, sans exception, le même vibrion naître à la surface des infusions, là où l'air est en contact avec le liquide. On trouve aussi des vibrions dans les couches plus profondes, mais ils n'y jouissent pas d'une aussi grande vitalité. De deux choses l'une : ou les monades

proviennent de matières organiques non encore décomposées, ou la substance muqueuse qui les entoure est un corps vivant, un végétal, qui prélude à la vie animale et va servir d'aliment aux monades. La substance muqueuse forme des masses arrondies qui augmentent d'étendue, en sorte que les germes, d'abord serrés, s'écartent ensuite les uns des autres, et grossissent visiblement dans des conditions favorables. Les jeunes pousses, qui s'élèvent de la surface de ces masses, développent de nouveaux germes, et toute cette matière vivante ressemble à un cryptogame avec ses spores. Les germes sont-ils des végétaux qui, en acquérant la faculté locomotrice, deviennent des animaux?

#### *Conclusion.*

Tant qu'il sera impossible de montrer les germes répandus dans l'air, dans l'eau, ou ailleurs, tant qu'on ne pourra pas expliquer comment ces germes peuvent résister à la sécheresse ou à la température de l'eau bouillante (conditions qui tuent les germes et les monades), la science aura le droit d'affirmer qu'ils *naissent spontanément là où nous les voyons apparaître*. Le développement métamorphique des organismes primitifs, dont le terme initial nous est encore inconnu, est dans un intime rapport avec la question de la génération spontanée. Nous voyons que, à l'exception des organismes de l'ordre le plus inférieur, les infusoires ne naissent pas spontanément, mais qu'ils proviennent de la métamorphose des monades, qui seules, comme les corps vivants les plus simples, tirent leur origine de la génération spontanée.

On a objecté à la doctrine de la génération spontanée son impuissance à rendre compte de la création. Mais ici il y a une distinction importante à faire. Si l'on concède que certains organismes simples naissent spontanément, cette concession ne pourra point s'étendre aux organismes plus complexes. Ceux-ci n'ont jamais été le résultat d'une génération spontanée : ils proviennent, comme la science le démontre, des métamorphoses que subissent les organismes inférieurs, et qui déterminent la transformation des espèces. La nature n'est pas changée : elle est encore aujourd'hui ce qu'elle fut le premier jour de la création.