

LA GÉNÉRATION SPONTANÉE : UN LONG DÉBAT SUR LES ORIGINES DE LA VIE*

Christian Muller

Membre du conseil de l'EANA (European Astrobiology Network Association)

Résumé

L'étude de la vie dans l'univers pose le problème de son origine. La manière principale dont les êtres vivants se développent est la reproduction, les altérations naturelles par l'environnement finissant par entraîner la mort. Ce mécanisme rend très improbable le transfert interstellaire de la vie et donc suppose l'apparition de la vie à plusieurs points de l'univers. Cette hypothèse n'est pas encore démontrée par la science mais a été au centre des préoccupations de la philosophie occidentale depuis bientôt 2500 ans. Ce texte court a l'intention de décrire ce cheminement jusqu'à la situation actuelle et ses implications sur la science de l'astrobiologie.

Les Anciens, de l'Antiquité au Moyen-Âge

Les cosmogonies des anciens comportaient souvent des éléments sur les origines de la vie. La vie apparaissait à un stade de la création et ensuite se développait par des étapes miraculeuses. Comme ces récits faisaient partie du patrimoine d'un groupe, ils n'étaient pas communiqués publiquement et donc différaient d'un groupe à l'autre. Pour faire court, un dieu avait le pouvoir de transformer la matière inanimée en un être vivant complexe. Lorsque l'écriture et les communications ouvrirent les barrières entre les groupes, on s'aperçut en Grèce qu'il y avait un fatras de légendes en apparence contradictoires. La première réaction des intellectuels fut de les

compiler et de donner des arguments les mettant en cohérence. L'absurdité de ces arguments devenant de plus en plus évidente, les Grecs fondèrent la logique, au risque d'avoir à boire la ciguë: « *Socrate est coupable de ne pas croire aux dieux auxquels croit la cité. Il est aussi coupable de corrompre la jeunesse. Le châtiment proposé est la mort. (Jugement de -399)* ». Ses successeurs, Platon et Aristote, furent plus prudents et même 450 ans plus tard, saint Paul prit la précaution de débiter sa prédication à Athènes à l'autel du Dieu inconnu.

Platon est le premier à énoncer une affirmation générale sur l'origine de la vie: « La vie est éternelle et apparaît spontanément à chaque fois que les conditions



Fig. 1 : Reproduction d'un détail du « Jardin des délices de Jérôme Bosch » (Musée du Prado). Ce tableau était dans la collection personnelle du roi Philippe II à l'Escorial. On y voit la conception médiévale de la création des animaux

* Texte présenté dans le cadre du séminaire SRBA de P. Verhas sur « Les Exoplanètes et la vie dans l'Univers (Deuxième partie : La vie dans l'Univers) » (Bruxelles, le 23 octobre 2010)

sont propices ». Cette conception conjugue le rationalisme et un élément métaphysique : l'éternité ; elle fait en plus de la vie une idée « platonicienne ».

En construisant sa description de la nature, Aristote ne pouvait pas manquer de donner lui aussi une explication à l'apparition des êtres vivants. Dans son livre *De la génération et de l'altération*, il énonce l'opinion qui deviendra notre bon sens : « Les différents êtres vivants naissent et meurent ». Cette affirmation vient plus de la recherche d'un commun dénominateur des philosophes précédents que d'un classement des observations. La zoologie d'Aristote (*Histoire des animaux*) donne pour la première fois quelques éléments structurés sur l'origine de la vie. D'abord Aristote admet que la plupart des êtres vivants viennent de la volonté des dieux et se reproduisent naturellement. En second lieu, il considère un mécanisme d'apparition de la vie : *que tout corps sec qui devient humide, et tout corps humide qui se sèche, produit des animaux, pourvu qu'il soit susceptible de les nourrir*. Pour étayer cette affirmation, Aristote s'appuie sur l'observation des mares, marais et embouchures de fleuves : « Il se forme de la même manière, en Asie, à l'embouchure des fleuves, d'autres petits poissons de la grosseur de ceux dont on fait les sauces ». On notera que cet extrait ne fait pas référence à l'intervention d'un dieu, et qu'Aristote n'accomplit pas non plus le pas qui ferait de ce mécanisme l'origine de tous les êtres.

Les êtres non-engendrés sont généralement petits et nombreux. Cette approche continuera chez ses élèves et s'étendra à l'école d'Alexandrie, avec la nuance que celle-ci décrira même la génération spontanée de crocodiles dans les boues du Nil.

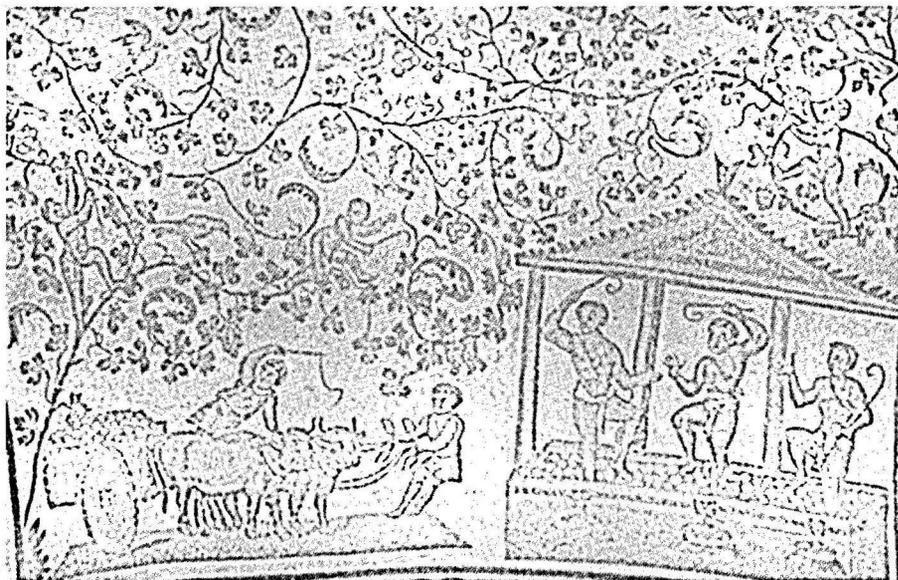


Fig.2 : Mosaique de Santa Constanza à Rome. Cette église, à l'origine mausolée des filles de l'empereur Constantin, renferme les premières représentations chrétiennes officielles conservées ; le travail de la vigne y prend une place prépondérante.

La philosophie grecque sera intégrée par saint Augustin dans le christianisme à la fin du 5^e siècle. Pour saint Augustin, il y a deux créations : une grande et rapide où Dieu crée le temps et le monde matériel et une lente où la puissance laissée dans la création agit avec moins de force et correspond à la génération spontanée décrite par Aristote. Saint Augustin n'hésite pas à introduire dans sa description de l'apparition de la matière et de la vie la création biblique qu'il explicite. Il analyse notamment que le temps doit être antérieur au système solaire. Saint Augustin exprimera plusieurs fois ce concept de double création par son commentaire des noces de Cana. Dans ce premier miracle public de Jésus, alors que le vin vient à manquer, Jésus à la demande de sa mère transforme l'eau d'une cuve en vin. Il s'agit d'une tâche naturelle lente habituellement gérée par l'habileté du vigneron qui dans le cas du miracle est réalisée instantanément par la puissance de Dieu (*Saint Augustin, traité de saint Jean*). Ce texte de saint Augustin a été commenté dans l'Église, depuis son écriture jusqu'au pape actuel. La

transformation du jus de raisin en vin passe par des processus biochimiques qui ne seront compris qu'au 19^e siècle et sera plusieurs fois utilisée comme argument pour la génération spontanée lors des siècles ultérieurs.

La situation reste en l'état dans les siècles qui suivent jusqu'au 10^e siècle où, dans le monde musulman, on reprend les originaux grecs et les œuvres des philosophes chrétiens.

L'expérimentation apparaît aussi. Le médecin persan Rhazès observe la fermentation d'un mélange qu'il garde secret (probablement du blé et du miel) : « Broie-le, de manière à en faire une sorte de pâte, et laisse-le ensuite fermenter pendant nuit et jour ; enfin, met le tout dans un vase et distille-le ». Il améliore ensuite la qualité de l'eau de vie médicinale produite par distillation sur la cendre ou la chaux vive. (Pouchet, 1859).

Averroès et Avicenne relisent Platon et Aristote. Comme saint Augustin a effectué la synthèse avec le christianisme, ils recherchent la compatibilité de la phi-

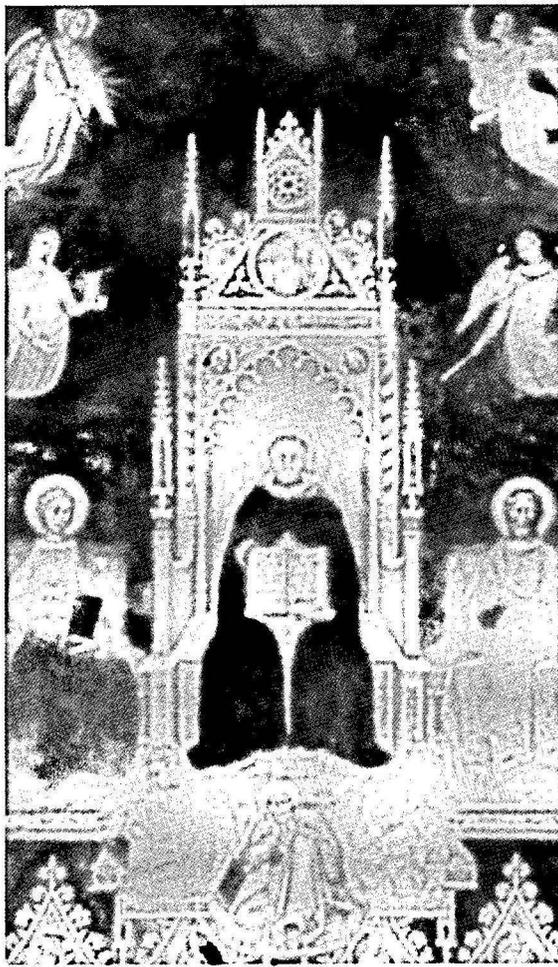


Fig.3 : Andrea da Firenze, 1365, Santa Maria Novella, Florence, Le triomphe de saint Thomas d'Aquin ; Averroès y est représenté entre deux hérésiarques antiques réfutés par saint Thomas.

losophie grecque avec le Coran. Celui-ci comprend d'abord une obligation d'étude qu'ils interprètent comme la nécessité d'effectuer la recherche philosophique correspondante. Ensuite, la notion de génération spontanée associée à une présence permanente de Dieu est difficilement compatible avec l'Islam où la révélation se clôt avec Mahomet. Averroès résout doublement le problème en faisant de la création un acte nécessaire qui ensuite continue par stades, ce qui contient déjà une notion d'évolution. Par ailleurs, il déclare que les observations de la science ne peuvent contraindre la foi.

Ces deux philosophes connurent

le sommet des honneurs en temps que médecins, astronomes et dans le cas d'Averroès, juriste. Cependant, à la fin de sa vie, en 1195, Averroès fut soupçonné d'hérésie lors d'une persécution générale affectant aussi les juifs, les chrétiens ainsi que les chanteurs et musiciens. Il se réfugia dans une communauté juive d'Espagne qui conservera son œuvre et surtout la traduira en latin pour permettre sa diffusion en Europe. On pense qu'il décédera réhabilité au Maroc quelques années plus tard. Leur véritable successeur est saint Thomas d'Aquin au 13^e siècle qui, dans sa somme théologique, explicite saint Augustin et Aristote tout en développant ou en réfutant les arguments d'Averroès. Thomas d'Aquin marque une originalité en affirmant la différence des intelligences et des êtres contrairement à Averroès qui

aimerait voir un progrès jusqu'à une intelligence parfaite qui serait commune à tous les hommes, un être idéal et universel vers lequel il faut tendre. En ouvrant l'évolution et en acceptant la diversité, saint Thomas d'Aquin prépare la science moderne.

Les textes d'Avicenne, médecin et alchimiste, eurent aussi une importance considérable pour le développement de la chimie en Occident car Avicenne donne explicitement des recettes permettant des réactions chimiques et l'isolement de principes actifs. Pour ce qui nous concerne, il décrit le premier des tentatives d'observer la génération sponta-

née au laboratoire : « Un homme peut faire avec de l'orge un être vivant ; car, si l'on prend du fumier de cheval, qui n'est autre chose que de l'orge (*quod non est aliud quam hordeum*), et qu'on le mette dans un endroit chaud et convenable (*in loco calido apto*), il en naîtra des animalcules, de la même manière que les poux naissent de l'humeur putréfiée de l'homme (*ex humorum hominina putredine oriuntur*). » <http://www.ombres-et-lumieres-du-moyen-age.net/rubrique,alchimistes-arabes,1142764.html>.

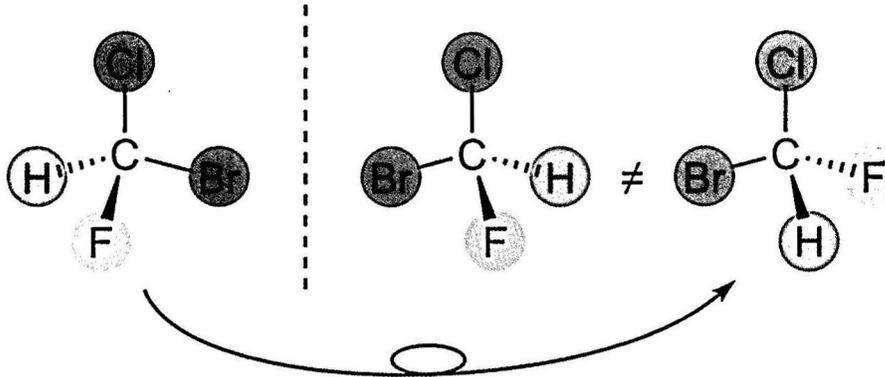
La Renaissance et les débuts de la science moderne

La prochaine étape concerne l'astronomie. Juste après la publication du système de Copernic, le moine dominicain Giordano Bruno se lance dans une théorie de la pluralité des mondes où l'univers est rempli de systèmes identiques et où dans chacun, une vie est apparue par génération spontanée. Bruno, en remettant tout en question, doit quitter les ordres et est excommunié. Ses théories sur la préexistence de l'âme et ses doutes systématiques lui vaudront une série de procès en hérésie après lesquels il sera finalement brûlé en 1600. Bruno n'a jamais réalisé d'expériences ni d'observations.

Il en sera autrement pour Galilée en astronomie et pour Van Helmont en chimie et biochimie. Si les travaux de Galilée sont bien connus, ceux de Van Helmont le sont beaucoup moins. Ce dernier a vécu de 1579 à 1644 à Bruxelles, Louvain et Vilvorde en pratiquant la médecine et l'alchimie. C'est à lui que l'on doit le mot *gaz* et les premières caractérisations des gaz, spécialement des gaz d'origine biologique. Son expérience la plus connue est celle du saule. Il place une pousse de saule dans un pot, après avoir pesé la terre et la

Chiralité

En chimie, un composé chimique est chiral, du grec « *χειρ* » (*la main*), s'il n'est pas superposable à son image dans un miroir. Si une molécule est chirale, elle possède deux formes : une lévogyre (« *qui tourne à gauche* », en latin *laevus* : *gauche* - notée « (-) » devant le nom d'une molécule) et une dextrogyre (« *qui tourne à droite* », en latin *dextro* : *droite* - notée « (+) » devant le nom d'une molécule) qui font tourner un rayonnement polarisé de manière opposée.



Exemple des deux formes chirales du bromochlorométhane. Les deux premières molécules sont l'image dans un miroir l'une de l'autre. Si on tourne la première on voit qu'elle n'est pas superposable à la seconde. (D'après WIKIPEDIA). L'étude de la chiralité d'un échantillon constitue un important indice permettant de déterminer son origine biologique ou abiotique.

plante. Il arrose alors le saule pendant 5 ans à l'eau de source ; celui-ci grandit considérablement. A ce stade, on retire le saule avec ses racines, on pèse la terre et on constate que le poids de terre n'a pas varié. Van Helmont en conclut que la plante ne tire pas sa masse de l'humus comme l'avait dit Aristote mais bien d'un autre élément. Nous savons maintenant que le dioxyde de carbone de l'air est dominant ainsi que peut-être les sels minéraux de l'eau que Van Helmont était incapable d'identifier à l'époque. Van Helmont a donc trouvé une contradiction flagrante avec l'œuvre d'Aristote. Il a aussi mis en évidence un processus d'interaction entre un être vivant et l'atmosphère. Un deuxième exemple vient de la fabrication de la bière. Van Helmont possède une brasserie pour la production de bières médicinales. La fermentation

y est déclenchée par deux levures : les *Brettanomyces Bruxellensis* et *Limbus*, levures apportées par l'air qui produisent encore la gueuze dans des zones non polluées de l'ouest de Bruxelles. Van Helmont n'arrivera pas à l'étude microbiologique mais il sera convaincu de la génération spontanée. Il tâchera ensuite de quantifier l'apparition des souris dans le linge sale. Il établira que du blé mélangé à du linge produit des souris en 21 jours et vérifiera que ces souris peuvent se croiser avec des souris nées naturellement. La recherche de cette quantification continuera après la mort de Van Helmont quand Ricci en 1688 observera que de la viande en emballage scellé ne produit ni vers ni mouches et conclura que la génération spontanée ne concerne pas les animaux macroscopiques.

Comme Galilée, Van Helmont connut des déboires avec l'Inqui-

sition. Ces déboires auraient pu être très graves. Van Helmont avait émis une théorie originale sur la nature de l'âme. Il observe que quand un homme laisse libre cours à son imagination, ses pensées se portent sur la boisson, la nourriture et d'autres aspects corporels. Il en déduit que les pensées de l'homme sont conduites par deux âmes : l'une matérielle qui a son siège dans les viscères et qui naît et meurt avec l'homme, et une autre plus subtile qui conduit les pensées spirituelles, comme l'âme de Bruno. Par ailleurs, ses études du magnétisme le mènent à considérer que des effets biologiques peuvent être exercés à distance et il pense avoir découvert le mécanisme d'action curative des reliques et en envisage la fabrication pour des usages thérapeutiques. Le peu de documents restants du procès a

été analysé par Robert Halleux (2004). En plus d'hérésie, il est accusé de blasphème, impiété et magie. Le procès très confus ne se terminera jamais. L'affaire sera probablement mise en léthargie lorsque on découvrira un horoscope du cardinal de Richelieu dans les papiers de Van Helmont, de même que les indications du traitement magnétique d'Anne d'Autriche ayant conduit à la conception de Louis XIV, cette prescription ayant été établie à la demande du supérieur d'un couvent parisien que la reine visitait régulièrement. Les pièces comprennent aussi un grand nombre d'attestations de bonne foi par des religieux de plusieurs ordres, des chanoines et curés de Bruxelles et de Malines. Ce procès nous intéresse car Van Helmont répond aux interrogateurs que les allusions religieuses des textes alchimiques ne sont que des codes pour décrire des processus. Il en donne par ailleurs la traduction en termes quasiment modernes : par exemple, une naissance virginale correspond à la fois à la pureté du mercure et à l'« homunculus », une forme alchimique de génération spontanée. Van Helmont s'excusera abondamment de son ignorance en théologie et comme Galilée, il pourra continuer à vivre dans son domaine. Il exercera la médecine jusqu'à son décès à l'âge, respectable pour l'époque, de 65 ans.

Son fils, François Mercure, reprendra et publiera l'œuvre de son père. Il vivra à la cour de princes allemands et négociera même des réconciliations entre protestants et catholiques dans la suite de la paix de Westphalie. Cependant lui-même devra affronter un procès d'Inquisition en 1661. Accusé d'être « judaïsant », il était aussi kabbaliste et donc soupçonné de s'être converti en secret à la religion juive. Il fut détenu 18 mois à Rome mais put reprendre après

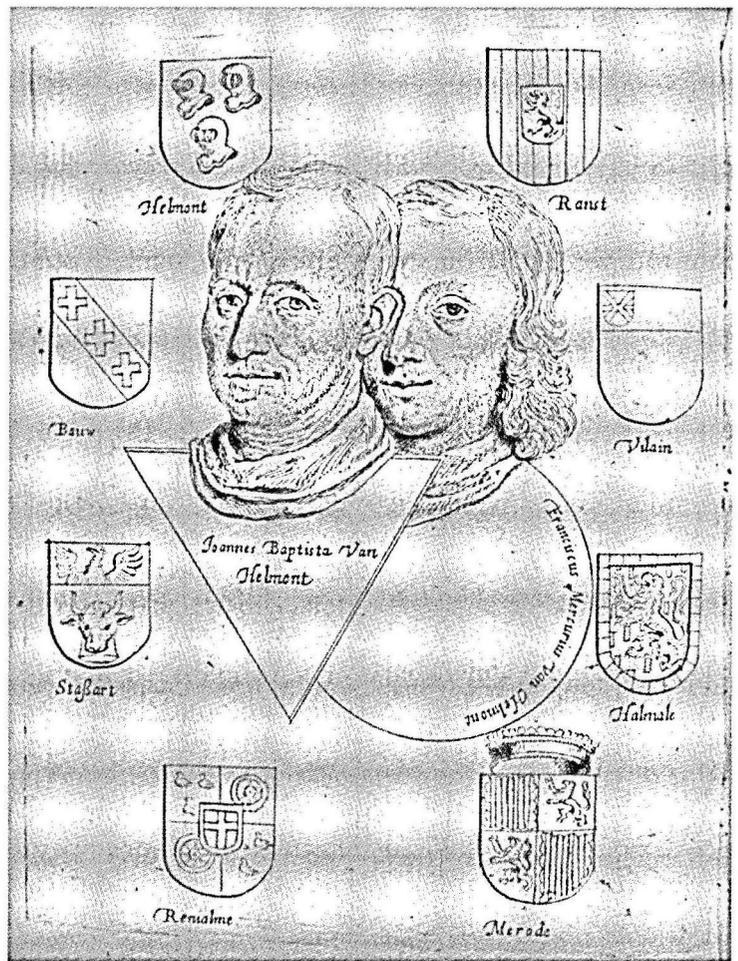


Fig. 4 : Portraits de Van Helmont et de son fils François Mercure dans le recueil de ses œuvres publié en 1648. Les armoiries correspondent aux grandes familles qui l'ont soutenu. (VAN HELMONT, Jean Baptiste. *Ortus medicinae. Id est, initia physicae inaudita Progressus medicinae novus, in morborum ultionem, ad vitam longam.* [Avec :] *Opuscula medica inaudita.* Amsterdam, Louis Elzevier, 1648.).

ses fonctions diplomatiques. Malgré ses amitiés pour les admirateurs de son père, comme le chimiste Boyle, il ne poursuivra pas son œuvre expérimentale.

Le temps de la raison

Après les expériences de Ricci, la génération spontanée reste acceptée pour les êtres microscopiques car elle se produit toujours quand on laisse des nutriments au repos. Le tableau va changer à partir des travaux d'un cuisinier: Nicolas Appert, confiseur, distillateur et officier de bouche dans plusieurs maisons aristocratiques. La révolution le prive de ses employeurs

et il ouvre une épicerie au Palais-Royal à Paris. Au début, les bourgeois lui achètent surtout le champagne et les liqueurs, mais il comprend très tôt que ses clients attendent de pouvoir déguster la cuisine des princes. Il développe donc la conservation en faisant usage de bocaux de verre et établit un atelier industriel. Il développe l'asepsie et le bouchage hermétique. Les conserves de Appert sont les premières à être fiables. Soixante ans avant Pasteur, il modifie l'autoclave de Papin pour désinfecter les instruments de chirurgie et réalise la pasteurisation du vin pour des marchands hollandais. Ses activités retiennent l'attention du général

Bonaparte et il obtient de grosses commandes pour la marine et l'armée. Malheureusement pour ses affaires, ses secrets passeront en Angleterre. Le développement de la conserve métallique anglaise et ses imitations continentales ruineront son atelier. À partir de 1810, une dotation du gouvernement lui permettra de rédiger ses procédés et recettes afin de permettre à l'industrie française d'accroître sa qualité.

La préservation d'environnements stériles par Appert attirera l'attention du chimiste Gay-Lussac qui expérimentera la vinification avec des produits appertisés. Cette recherche correspond à une intention impériale de fournir la troupe et la population en vin stable et de qualité. Les expériences de Gay-Lussac le conduiront à conclure que la fermentation du moût de raisin est spontanée, l'élément déclencheur étant l'oxygène et la production d'éthanol à partir de glucose se faisant par l'équation de Gay-Lussac : $C_6H_{12}O_6 \Rightarrow 2CH_3-CH_2-OH + 2CO_2$.

Gay-Lussac sera suivi par la communauté scientifique et il sera évident pour tous les astronomes du 19^e siècle que la vie apparaît dès qu'il y a de l'oxygène dans un milieu riche en matières organiques. Par exemple, Quetelet indiquera dans son cours public : "*De planeten hebben vele eigenschappen met elkander gemeen, en zijn hoogst waarschijnlijk, even als onze aarde, bewoond. Hierbij behoeft men echter geenszins de onderstelling aan te nemen, dat de daarop bestaande schepsels op dezelfde wijze bewerktuigd zijn als wij. De verscheidenheid toch welke de natuur zoo ruimschoots, tot zelfs in de geringste planten, ten toon spreidt, maakt het niet onwaarschijnlijk, dat er ook schepsels aanwezig zijn, welke met ons geheel van aard verschillen, en wier verstandelijke vermogens boven de onze verheven zijn.*" (Quetelet. Gronden der sterrekunde. Hoogleraar in de Wis-, Natuur- en Sterrekunde aan het Koninklijke Atheneum te Brussel. Uit het Fransch vertaald en met aantekeningen verrijkt door R. Lobatto. Tweede stuk [Uitgegeven] Te Amsterdam, bij

G. Portielje, MDCCCXXIX. Te Amsterdam, ter Boekdrukkerij van B. BARTELING). L'original français du texte de Quetelet paraît perdu ou n'aurait peut-être jamais existé.

On trouverait des textes semblables chez Flammarion. Le programme original de Charles-Jules Janssen à la fondation de l'observatoire de Meudon donnera la priorité à l'observation astrophysique de l'oxygène et de la vapeur d'eau en relation avec la vie.

La génération spontanée trouvera son dernier et meilleur théoricien en la personne de Félix-Archimède Pouchet, qui connaîtra le sommet des honneurs sous la monarchie de Juillet et le second Empire. C'est à ce stade que Louis Pasteur, en 1847, présente sa thèse de doctorat ès sciences physiques sur la chiralité des molécules et découvre que les molécules organiques ont une orientation identique tandis que les molécules obtenues par synthèse chimique présentent les deux orientations

Références

Une liste exhaustive est impossible à dresser quand on sait par exemple que la bibliographie du texte de F.A. Pouchet fait 32 pages et que les œuvres complètes de Pasteur ont été recensées par ses descendants et peuvent être trouvées actuellement en ligne.

Œuvres de N. Appert, *L'art de conserver pendant plusieurs années les substances animales et végétales*, Gallica : <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k202755q>, Paris, Paris, 1810

Œuvres de Pasteur : disponibles sur Gallica : par exemple : <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k7356c> correspond au volume : tome premier, dissymétrie moléculaire

F.A. Pouchet : *Hétérogénie ou Traité de la génération spontanée*, Baillières, Paris, 1859, est disponible aux archives internet de l'association des bibliothèques académiques américaines :

http://www.archive.org/stream/htrognieou00pouc/htrognieou00pouc_djvu.txt

Pouchet y reprend un historique complet de la question et tous les éléments antérieurs à Pasteur du présent article peuvent y être retrouvés.

Le procès d'Inquisition de Jean-Baptiste Van Helmont est décrit par :

R. Halleux, *Le procès d'Inquisition du chimiste Jean-Baptiste Van Helmont (1578-1644) : les enjeux et les arguments*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Comptes rendus des séances de l'année 2004 avril-juin, Paris, 2004 (paru en 2006), p. 1059-1086.

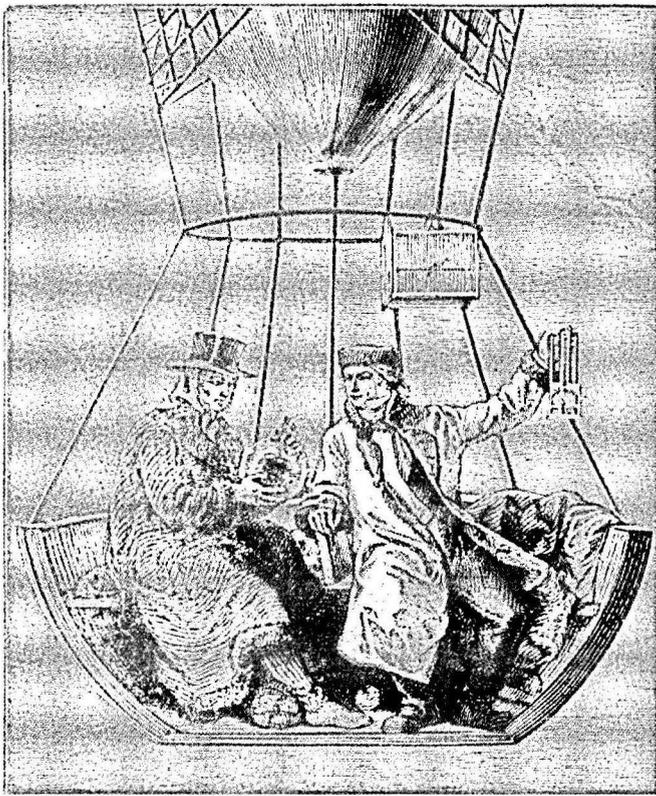


Fig.5: Gay-Lussac et Biot en précurseurs de l'exploration spatiale habitée.

et que celles-ci sont très difficiles à séparer (*Voir encadré*). Dans la foulée, le second Empire lui demande d'étudier le vin afin d'en produire par synthèse et aussi de combattre les maladies du vin. Les deux travaux seront menés en parallèle et Pasteur comprendra vite que les expériences de Gay-Lussac, accomplies en milieu viticole, étaient contaminées parce que tous les acteurs étaient porteurs des levures nécessaires à la vinification. Pasteur établit aussi que la première fermentation doit être anaérobie pour éviter la production immédiate d'acide acétique (vinaigre) et en analysant les processus, il découvre les différents produits secondaires tels les esters et le glycérol dont la complexité est telle que la synthèse en serait bien plus coûteuse que le processus naturel. Lors de la montée finale du taux d'éthanol, il se produit le phénomène d'autolyse où les levures se détruisent elles-mêmes et qui assure la stabilité naturelle du vin. Pasteur

commencer par celle des vins du Jura, sa région natale, dont Pasteur gardera une vigne toute sa vie. Il sera évidemment décoré et jouira de la faveur impériale.

Ces deux découvertes, la chiralité et l'analyse complète de la vinification, convainquent Pasteur qu'il n'y a pas de génération spontanée et, devenu comme Pouchet membre de l'académie, il se lance dans la réfutation des preuves de Pouchet de la génération spontanée jusqu'au moment où une majorité de scientifiques se rend à ses arguments. Entretemps, Pasteur étudie un grand nombre de maladies animales et végétales en appliquant toujours la même technique : la

expérience aussi le chauffage pour arrêter les processus lorsque le produit désiré est obtenu. Il montrera aussi que le vin chauffé à 57° garde sa qualité et supporte donc les mauvaises conditions du transport. La pasteurisation du vin ne sera jamais beaucoup pratiquée précisément à cause des progrès réalisés par Pasteur. Le contrôle des processus améliorera considérablement la qualité

de l'agent pathogène, son identification et ensuite celle de son vecteur, le stade final étant la mise en place de mesures de protection ou l'élaboration d'un vaccin.

Pasteur atteindra le sommet de son art en médecine humaine lorsqu'il développera un vaccin curatif contre le virus de la rage alors que le pathogène est trop petit pour être identifié au microscope optique et est déjà présent dans la moelle épinière du sujet infecté au début du traitement. Pasteur connaîtra alors un respect général qui s'étend à l'époque actuelle.

La génération spontanée est une chimère : ce principe de base de Pasteur revient à affirmer que la vie ne peut provenir que de la vie. Jusqu'à maintenant, il n'a pas été contredit mais il s'agit là d'un principe négatif qu'un seul contre-exemple peut réfuter.

La recherche d'une seconde vie en laboratoire ou dans l'espace reste donc un objectif ouvert et un élément moteur du développement de l'astrobiologie.

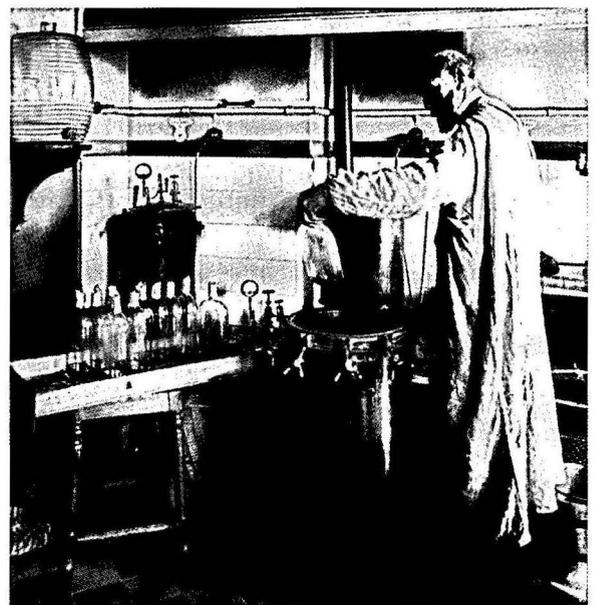


Fig. 6 : Pasteur dans son laboratoire (Document Institut Pasteur)