



Vivre mieux !

ASSOCIATION  
DE MAILLET

Club d'astronomie  
Caroline H



# La quête des origines

# Sommaire

Les réponses historiques

Apparition de la vie sur Terre

Recherche de la vie extraterrestre

- Équation de Drake
- Première planète extrasolaire
- Programme SETI

Les briques du vivant

Programme « Origines »

# Réponses historiques

Aristote (-384,-322) : génération spontanée.

« Sous le rapport de la génération, on peut diviser les animaux en trois classes principales : les vivipares, les ovipares, et, en dernier lieu, ceux qui naissent spontanément de matières en putréfaction, ou plutôt de la chaleur que la putridité développe toujours. »

« Tout corps sec qui devient humide, et tout corps humide qui se dessèche produit des animaux»

Jean-Baptiste van Helmont (1577-1644)  
génération spontanée

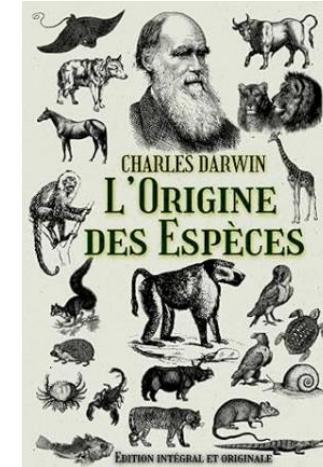
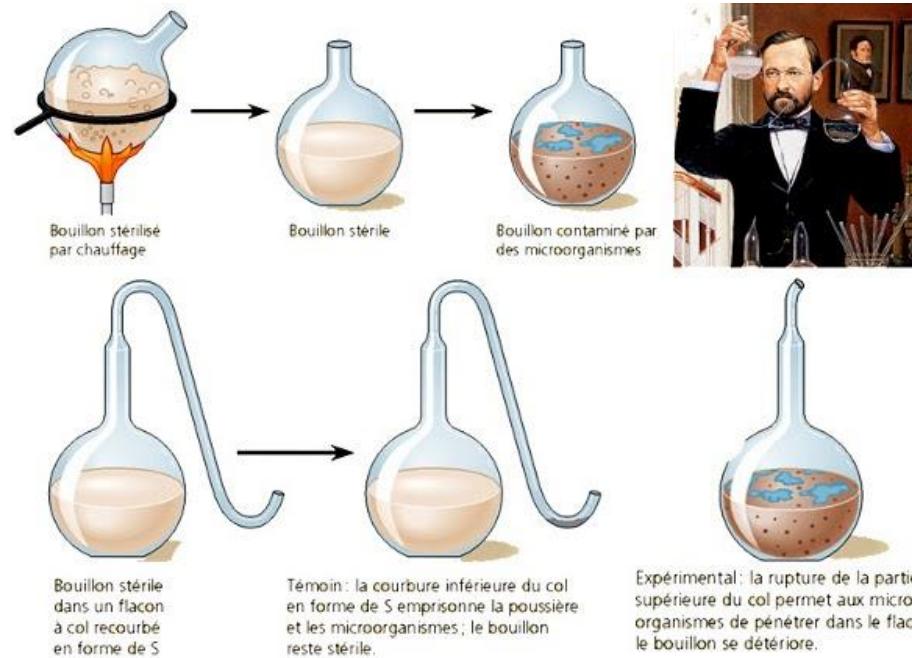


Ignace Philippe Semmelweiss (1818-1865)  
découvre empiriquement l'asepsie en 1840.

# Réponses historiques

1859 : Charles Darwin (1809-1882) publie l'« origine des espèces ».

Louis Pasteur (1822-1895) démontre en 1861 que la génération spontanée n'existe pas.



# Réponses historiques

## Les religions

La « *Cosmogonie* » est un récit mythologique qui explique la création du monde, généralement à partir du néant ou du chaos.

Il en existe des milliers, selon les différentes civilisations et religions actuelles ou passées.

Les religions liées au judaïsme et au christianisme affirment qu'un être suprême crée le monde, 4 000 ans avant JC, en 6 jours.

Exactement le 23 octobre 4004 avant JC, à midi (calendrier julien) ! – selon la chronologie de James Ussher (1581-1656).



Création d'Adam vue par Michel-Ange.  
Voûte du plafond de la Chapelle sixtine  
au Vatican.

# Apparition de la vie sur Terre

Origine de l'Univers : 13,8 milliards d'années.

Origine de la Voie Lactée : 13,5 milliards d'années.

Origine de la Terre : 4,5 milliards d'années.

En même temps que le Soleil et les autres planètes, à partir de la « nébuleuse primitive ».



Plus anciennes traces de vie connues : 3,8 milliards d'années

Premiers micro-organismes, puis cyanobactéries qui inventent la photosynthèse, et dont on ne connaît pas les ancêtres.



Les cyanobactéries se regroupent et forment les Stromatolites.



# Apparition de la vie sur Terre

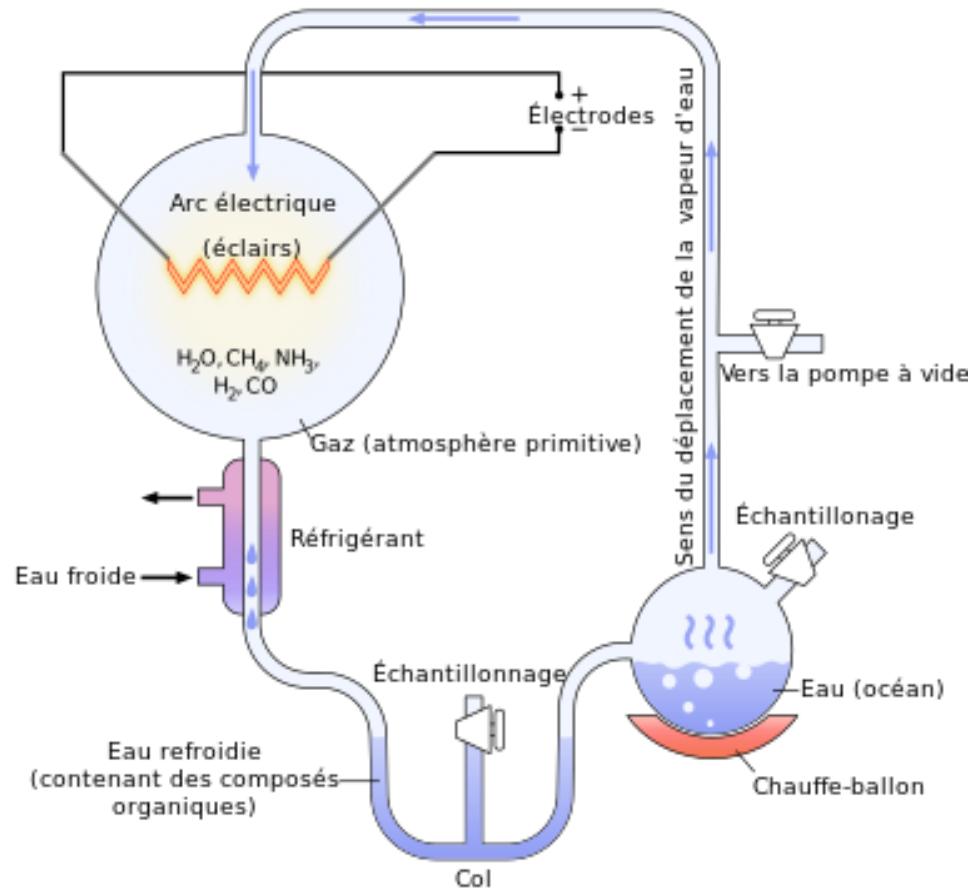
La science ne sait pas comment, par quel moyen, la vie est apparue sur Terre.

Expérience de Miller-Urey en 1953.



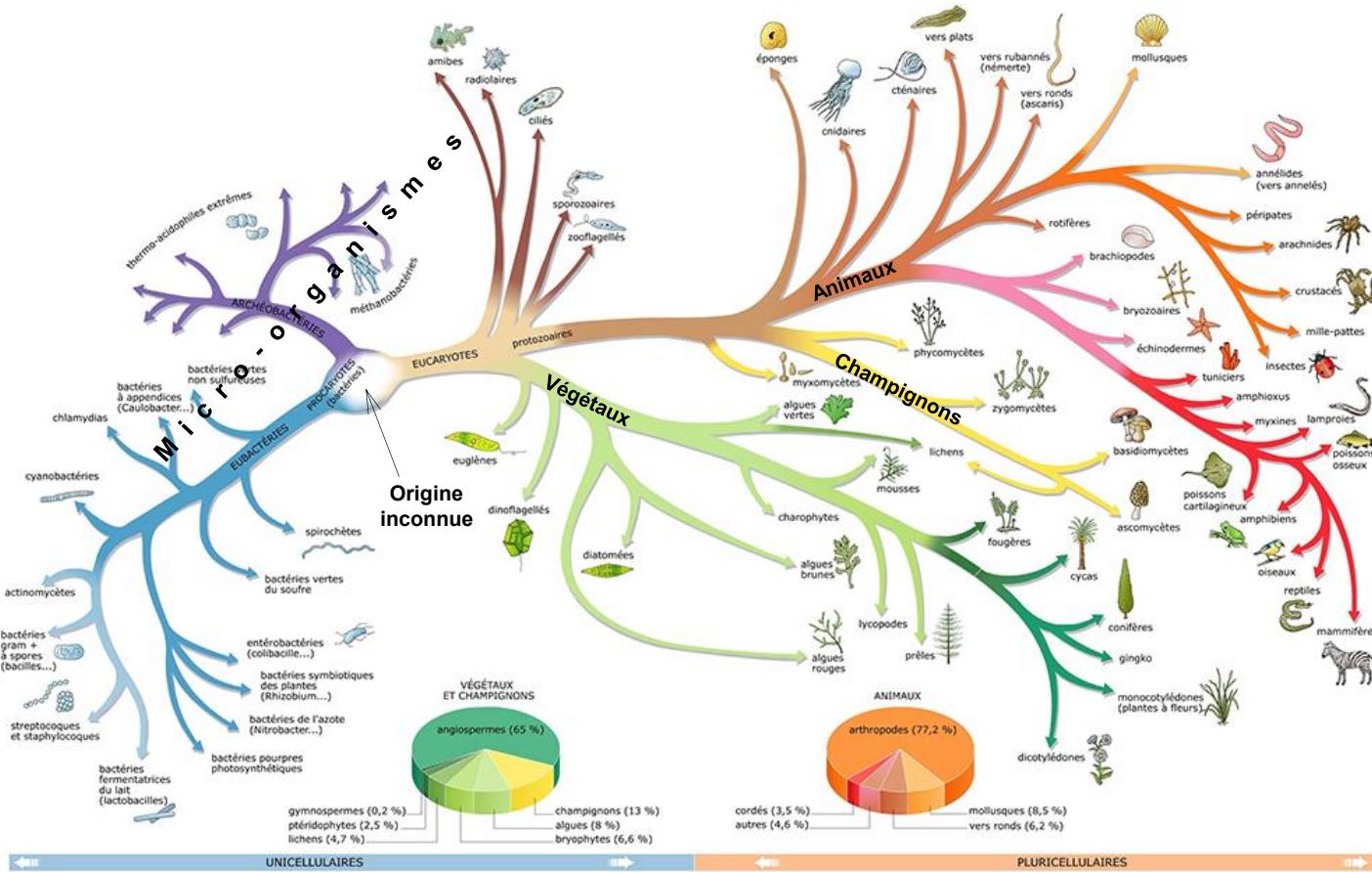
Stanley Miller (1930-2007)  
et Harold Urey(1896-1981)

**Conclusion** : on fabrique des acides aminés, des bases azotées, des sucres, à partir de matière minérale inanimée, mais pas de grosses molécules (peptides, protéines, enzymes, ARN, ADN...) caractéristiques de la vie.



# Recherche de la vie extraterrestre

Nous ne savons donc pas comment la vie est apparue sur Terre.  
Mais nous avons une bonne idée de son évolution à partir de microorganismes microscopiques.



# Recherche de la vie extraterrestre

Nous ne savons pas si la vie existe ou a pu apparaître en dehors de la Terre.



# Recherche de la vie extraterrestre

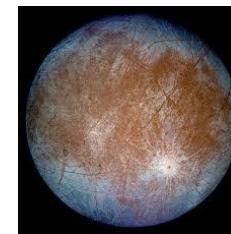
## Dans le système solaire

La vie telle que nous la connaissons est liée à la présence de 3 éléments au minimum :

- matière organique. On en trouve partout...
- Eau à l'état liquide
- Énergie (le Soleil)

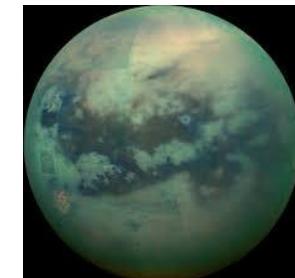
Plusieurs planètes existent qui répondent à ces critères et sont des cibles privilégiées des spécialistes :

- Mars
- Europe (satellite de Jupiter)
- Encelade (satellite de Saturne)



Titan (satellite de Saturne) possède des mers et rivières d'hydrocarbures liquides, et pourrait générer un genre de vie sans eau.

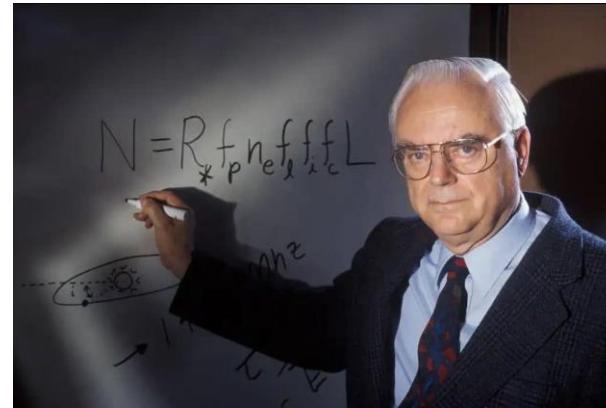
A ce jour, aucune trace de vie (actuelle ou fossile) n'a été détectée.



# Recherche de la vie extraterrestre

## En dehors du système solaire

### L'équation de Drake



Franck DRAKE  
(1930-2022)

$$N = R^* f_p n_e f_l f_i f_c L$$

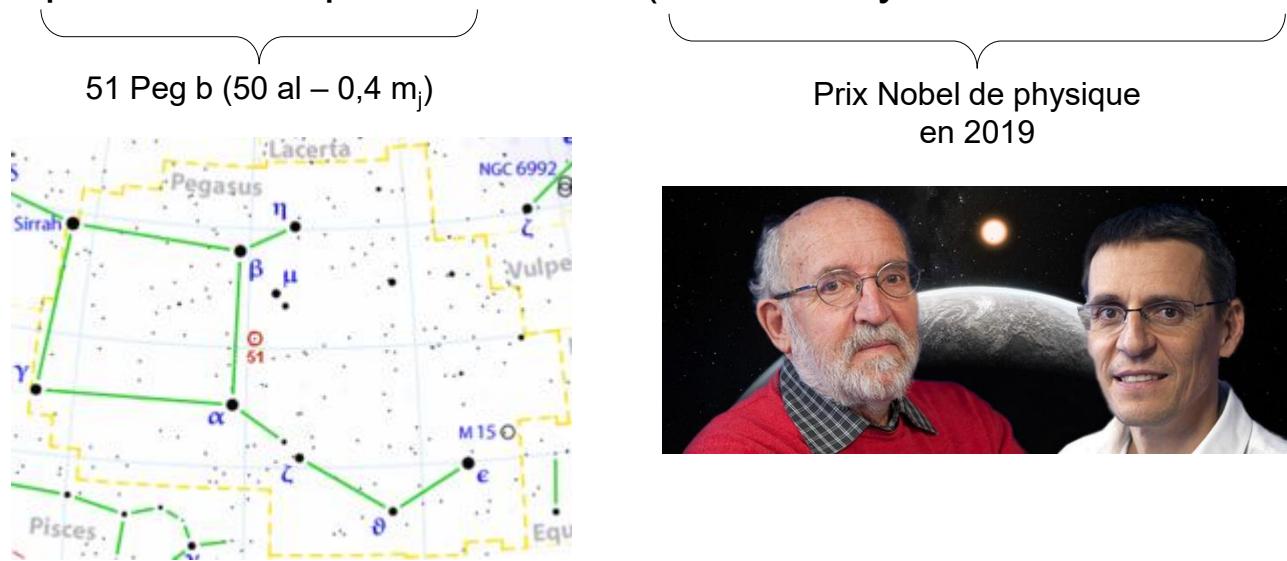
Diagram illustrating the Drake Equation components:

- Number of advanced civilizations in the Milky Way (文明進歩した銀河系の数) →  $R^*$
- Formation rate of stars (恒星形成率) →  $f_p$
- Habitable planets per star (恒星周囲の居住可能惑星の割合) →  $n_e$
- Fraction of planets that can support life (生命を支持する惑星の割合) →  $f_l$
- Fraction of these planets where life appears currently (現在、生命が現れる惑星の割合) →  $f_i$
- Fraction of these planets where intelligent life emerges (智慧生命が現れる惑星の割合) →  $f_c$
- Duration of civilizations (文明の持続時間) →  $L$
- Probability that a technological species appears on one of these planets (ある惑星で技術的な種族が現れる確率) →  $\times$
- Number of habitable planets (居住可能惑星の数) →  $N$

# Recherche de la vie extraterrestre

## En dehors du système solaire

Découverte de la première exoplanète : 1995 (Michel Mayor et Didier Queloz)



Au 21 juillet 2024 à 19h, 7 022 exoplanètes sont listées dans le répertoire de l'UE.

Télescopes terrestres et satellites dédiés. <https://www.astrocafe.eu/ephemerides/compteur-dexoplanetes/>

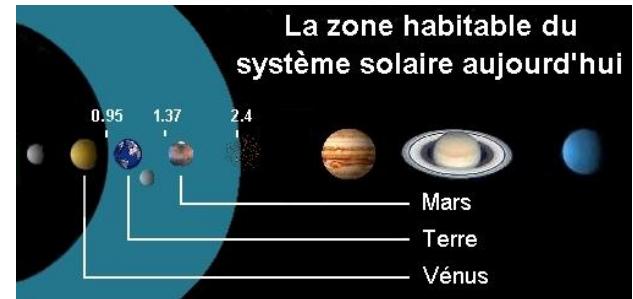
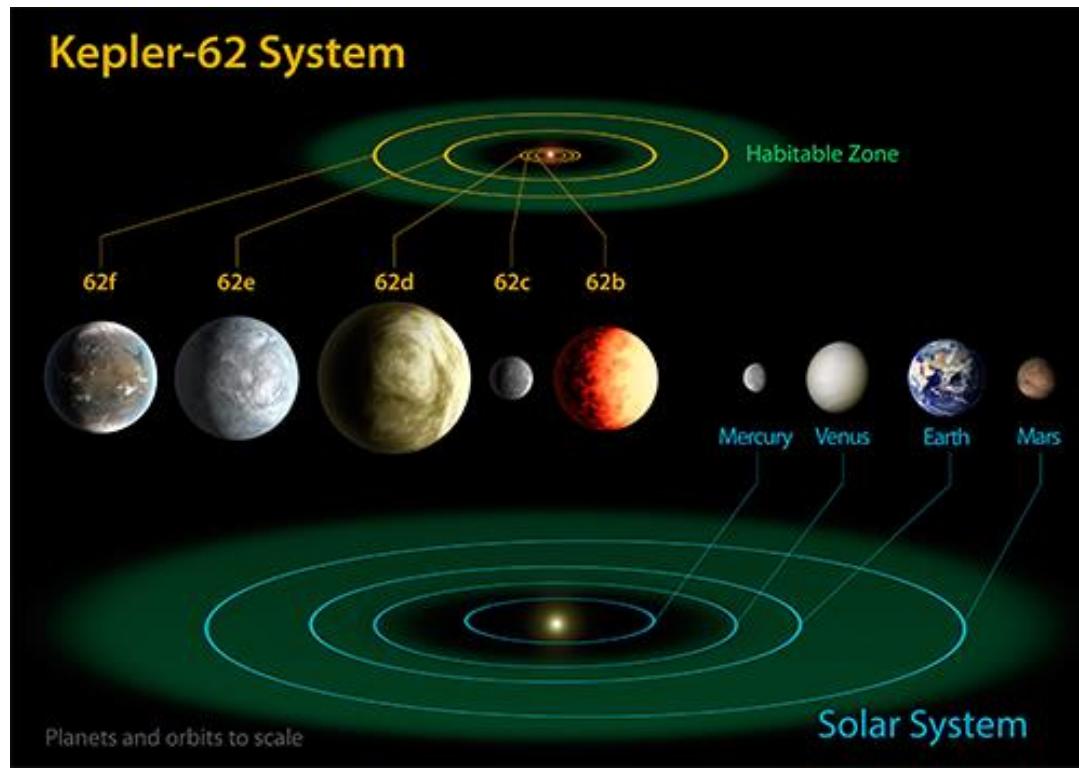
Planètes géantes au début. On détecte aujourd'hui des planètes de la taille de la Terre. Les recherches portent sur l'étude de l'atmosphère de ces astres. On recherche aussi, sans succès, des océans sur ces planètes.

# Recherche de la vie extraterrestre

## En dehors du système solaire

On se rend compte que les systèmes planétaires sont très diversifiés.

Chaque étoile possède une « *zone habitable* ».



Le système Kepler 62 (étoile naine à 990 al) possède 5 planètes dont 2 dans la zone habitable de l'étoile.

Des recherches poussées portent sur ces planètes situées dans ces zones.

# Recherche de la vie extraterrestre

## Programme SETI

***Search for Extra-Terrestrial Intelligence***

(en français « Recherche d'intelligence extraterrestre »)

Le but est de détecter la présence de civilisations extraterrestres avancées présentes dans d'autres systèmes stellaires.

Repose sur plusieurs hypothèses :

- Existence d'autres civilisations avancées dans notre galaxie à une distance raisonnable.
- Émission, par ces civilisations, de signaux suffisamment puissants pour être détectés, correspondant éventuellement à des tentatives de prise de contact.

Initié en 1960 par Franck Drake.

Essentiellement aux USA.

Étude de signaux électromagnétiques  
du domaine radio.

Radiotélescope d'Arecibo (Porto Rico)



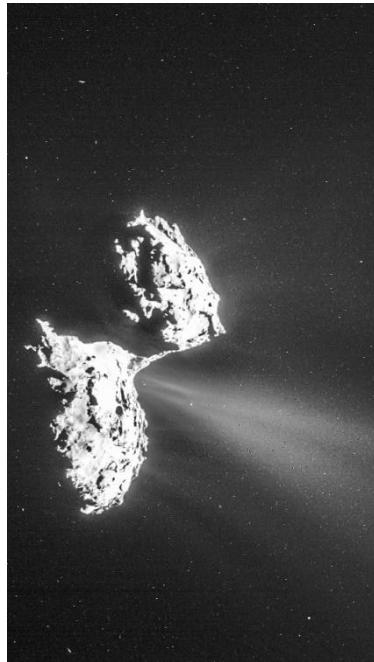
# Les briques du vivant

Les organismes vivants sont fabriqués avec 4 éléments chimiques principaux : le carbone C, l'hydrogène H, l'oxygène O et l'azote N.

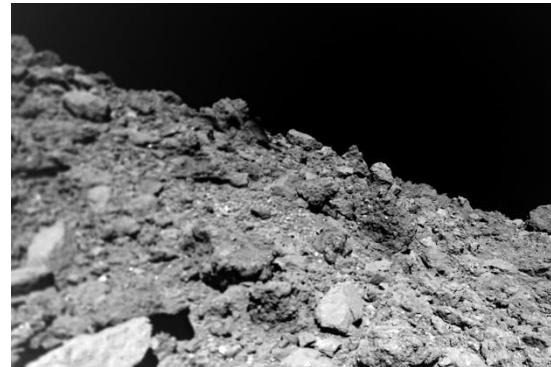
Associés de différentes manières, ils forment les molécules de tout être vivant.

D'où viennent ces atomes et molécules complexes qui nous constituent ?

Quelques pistes étudiées : de l'extérieur, avec les astéroïdes et les comètes, ou propres à la Terre, comme les sources hydrothermales et l'atmosphère.



Comète Chouryoumov-Gerasimenkov visitée par Rosetta et Huygens



Surface de l'astéroïde Ryugu.  
La sonde Hayabusa a ramené des échantillons sur Terre



Source hydrothermale terrestre

# Les briques du vivant

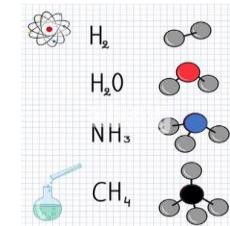
Fabriquer de la vie nécessite plusieurs étapes.

1. Synthétiser les 4 atomes les plus nombreux : H, C, O et N.  
L'hydrogène H peu après le Big-Bang, le Carbone C, l'Azote N et l'Oxygène O dans les étoiles en fin de vie.

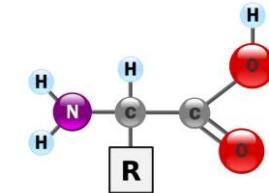
D'autres atomes sont nécessaires, comme le fer Fe, le phosphore P, le sodium Na, le potassium K...

Group							
13	14	15	16	17	18	H	He
B	C	N	O	F	Ne	Hydrogène	
Al	Si	P	S	Cl	Ar	Carbone	
Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Azote	
In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Oxygène	
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Phosphore	

2. Synthétiser les molécules simples, comme l'eau  $\text{H}_2\text{O}$ , le méthane  $\text{CH}_4$ , l'ammoniac  $\text{NH}_3$ , l'acide cyanhydrique  $\text{HCN}$ ... Elles se forment dans les nébuleuses, les atmosphères des planètes.



3. Synthétiser les acides aminés, les bases azotées, les sucres. Ces molécules sont présentes dans les nébuleuses, comètes et astéroïdes, mais les acides aminés sont racémiques.



L'agencement des molécules des stades 2 et 3 est connue et est réalisée en laboratoire. Ils sont courants dans l'espace. Les acides aminés de la vie sont L (gauches).

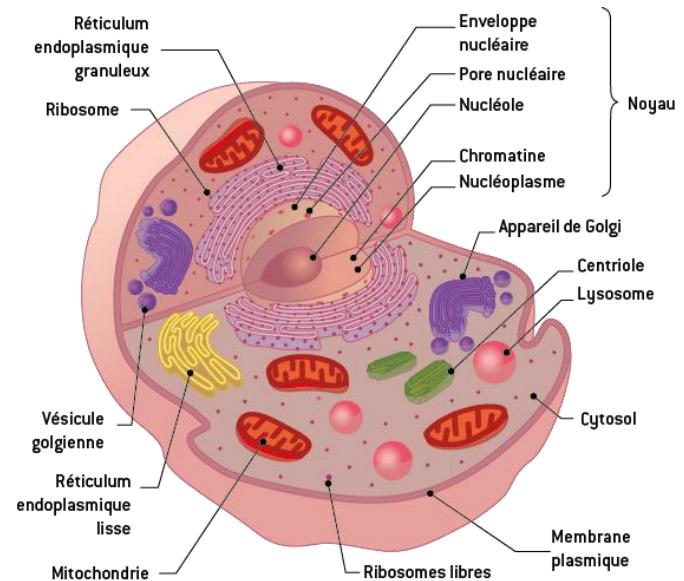
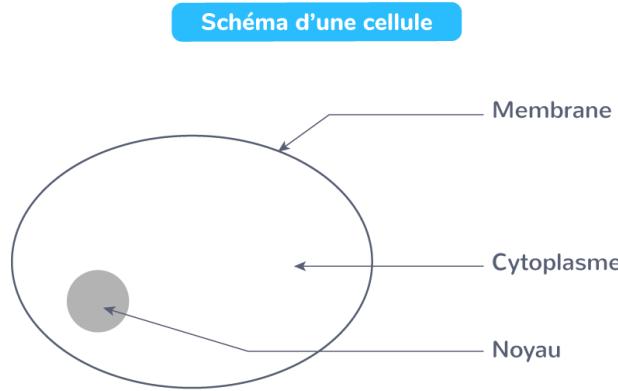
# Les briques du vivant

Les façons de passer aux étapes 4 ,5 et 6 sont totalement inconnues.

4. Fabriquer des peptides, protéines, enzymes ou acides nucléiques (ARN, ADN).

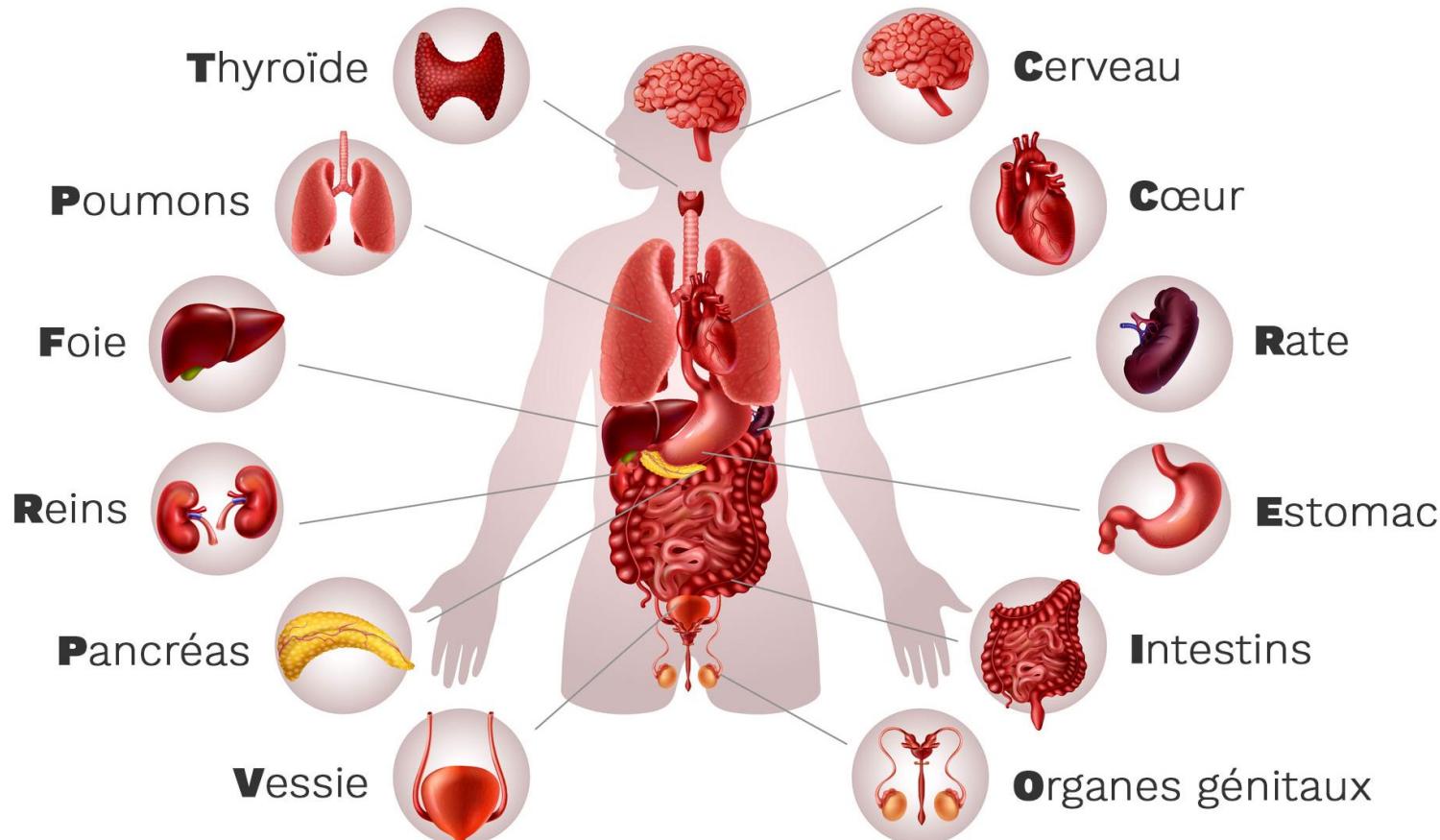


5. Produire des cellules capables de se nourrir et de se reproduire, en associant plusieurs grosses molécules.



# Les briques du vivant

6. Associer des cellules pour former des organes au rôle spécifique, *agissant de concert.*



# Programme Origines

Origines est un programme PEPR (*Programmes et Équipements prioritaires de Recherche*) français.

Il vise à « développer des projets instrumentaux novateurs pour faire sauter les verrous faisant obstacle à la compréhension de nos origines ».



34 laboratoires sont impliqués. Ils travaillent sur 5 axes :

1. Exoplanètes - *Imagerie directe et caractérisation des exoplanètes*
2. Cosmochimie - *Analyses des matériaux primitifs*
3. Géophysique - *Étude de la Terre en tant que planète habitable*
4. Exobiologie - *Expériences de bio analyse : émergence de la vie*
5. Numérique - *Simulation et analyse de données par le calcul intensif et l'intelligence artificielle*



ASSOCIATION  
DE MAILLET

Club d'astronomie  
**Caroline H**

