

$$\frac{3}{4}\pi R^3$$



[L'EXPÉRIENCE EST-ELLE CRUCIALE ?]

UNE QUESTION À L'ÉPREUVE DES CONTROVERSES SCIENTIFIQUES

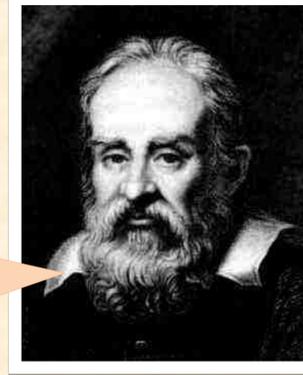
Hélios ou Gaïa, quel centre du monde ?

Une observation quotidienne, le Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest est à l'origine d'un des plus grands débats de l'histoire de l'astronomie au XVII^{ème} siècle. Est-ce la Terre qui est immobile ou la Terre qui tourne autour du soleil ? Deux visions du monde différentes s'affrontent. L'une héritière de la pensée d'Aristote, la théorie géocentrique, donne une place centrale à la Terre et est défendue par les théologiens. La théorie héliocentrique, elle, est mise en avant par le scientifique Copernic et confirmée par les observations de Galilée



« La Terre, œuvre suprême des dieux est au centre de l'univers »

Ptolémée (90-168) Grèce antique. Philosophe, astronome et géographe. Il systématisa le géocentrisme.



« Le Soleil avec toutes ces planètes qui gravitent sous sa gouverne prend encore le temps de faire mûrir une grappe de raisins comme s'il n'y avait rien de plus important »

Galilée (1564-1642) Italie. Mathématicien et philosophe naturel. Il se fit l'avocat du système héliocentrique.

La Controverse

Dans l'Antiquité, le système du monde hérité d'Aristote prédomine : la Terre est le « nombril » du monde. **Ptolémée**, défenseur de ce modèle géocentrique, représente la Terre entourée d'une couche de nuages et d'eau puis d'une couche de feu, le Soleil. Au 17^{ème} siècle, **Galilée**, lui, reprend la théorie héliocentrique de Copernic, la Terre est ronde et elle tourne autour du Soleil.

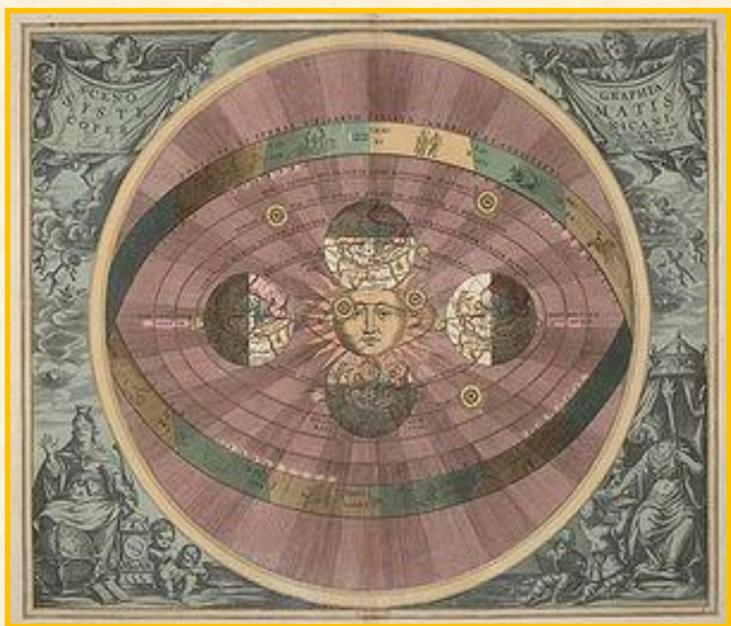
L'homme a depuis longtemps remarqué la régularité du mouvement de astres. Les Anciens voyaient dans les astres errants, les planètes, autant de dieux qui présidaient aux destinées humaines. Ptolémée reprend les observations de ses prédécesseurs, astronomes grecs, babyloniens et byzantins, qu'il regroupe dans un traité *l'Almageste*. De façon remarquable, il y perfectionne la théorie des épicycles d'Hipparque : les planètes décrivent un mouvement circulaire autour d'un point, qui lui-même décrit un mouvement circulaire autour de la Terre. Cette théorie très perfectionnée fonctionne très bien et va dominer l'astronomie pendant quatorze siècles. La discordance entre certaines observations et cette théorie pousse, cependant, certains savants à proposer une autre interprétation du monde. Ainsi Copernic, défend une vision héliocentrique de l'Univers.



Représentation de la Terre selon Ptolémée : la Terre entourée d'eau puis d'une couronne de feu.

Le statut de l'expérience chez Galilée:

Galilée est un grand expérimentateur de l'histoire des sciences physiques. Après avoir perfectionné la lunette astronomique, il mène des observations du ciel. L'ensemble de ses observations est publié dans son ouvrage *Messenger céleste*, en 1610. Ainsi, il découvre que la Voie Lactée est constituée d'une myriade d'étoiles, que la Lune présente une surface accidentée et que d'autres planètes, comme Jupiter possèdent des satellites. Cette dernière observation, confirme pour lui l'hypothèse que la Terre puisse être elle-même un satellite du Soleil. En 1632 il publie *Dialogue sur les deux principaux systèmes du monde* où il prend fait et cause pour la théorie de Copernic, la conception héliocentrique du monde, et ridiculise le système géocentrique de Ptolémée.



Le système solaire défendu par Galilée : au centre le Soleil, la Terre et les autres planètes tournent autour.

Les observations de Galilée montrent que les astres célestes sont semblables à la Terre : montagnes et vallées sur la Lune, satellites semblables à la Lune pour Jupiter. La Terre n'apparaît donc pas comme un astre central et unique dans le système solaire. Ces observations discréditent ainsi le système géocentrique qui donnait une place privilégiée à la Terre et renforcent donc la pertinence du système héliocentrique.

➤ **L'expérience est plus précise avec des instruments d'observation. Elle permet de choisir entre deux théories.**



Gauthier C. Pierre C. Pierre T.



Le vide : réalité ou illusion?

La nature a-t-elle horreur du vide ? Faut-il penser, comme Aristote et les philosophes de l'Antiquité, puis comme le dogme chrétien, qu'il ne peut pas y avoir de vide, ou accepter les nouveaux résultats expérimentaux, bouleverser les précédentes conceptions et affirmer l'existence du vide? Au XVIIème siècle, c'est la question qui anime le débat entre Blaise Pascal et le Père Étienne Noël...



« Il y a un plein du vide » !

Le père Étienne Noël (1581-1659)

Œuvre : *Le Plein du Vuide*, 1648.

Savant appartenant à l'ordre religieux jésuite.



Blaise PASCAL (1623- 1662)

Œuvres : *Les Pensées*, *Les Provinciales*

Savant, philosophe et théologien

La Controverse

Le vide a longtemps fait l'objet d'une controverse qui, aujourd'hui encore, n'a pas trouvé de solution arrêtée... Du point de vue de **Blaise Pascal**, le vide a toujours existé. Il s'appuie sur des expériences réalisées au cours du temps (voir l'expérience de Torricelli ci-dessous). Au contraire, **Étienne Noël** a toujours cru que le vide n'existait pas, car ce serait admettre que Dieu n'a pas su le combler.



Torricelli et son expérience

1643 – Expérience de Torricelli

Dans une bassine de mercure, Torricelli, un élève de Galilée, renverse un tube fermé à un des bouts et ouvert à l'autre et rempli de mercure en le maintenant fermé grâce à son pouce. Puis Torricelli ôte son pouce. Le mercure descend alors d'une quinzaine de centimètres dans le tube. Son hypothèse pour justifier ce phénomène ? Ce serait selon lui que l'air exerce une pression maintenant le mercure à cette hauteur. L'espace vide dans le tube contiendrait alors... du vide.



Pascal menant l'expérience du Puy-de-Dôme (gravure)

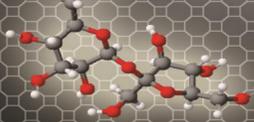
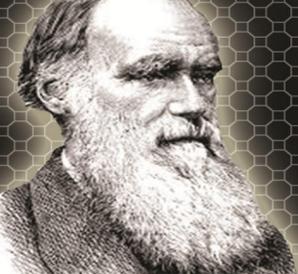
1648 – Grande expérience de l'équilibre des liqueurs

Blaise Pascal demande à son beau-frère, Laurent Perrier, de mener pour lui des expériences dans le Puy-de-Dôme. Le but est de reproduire l'expérience menée par Torricelli, à échelle plus importante et en faisant varier certains paramètres. Laurent Perrier fait d'abord une mesure au pied du Puy-de-Dôme et observe que le mercure descend d'une certaine hauteur dans le tube. Puis il commence à gravir la montagne et répète sa mesure à une altitude plus élevée. Il observe alors que le mercure est descendu de près d'un centimètre dans le tube par rapport à la première expérience. Pascal met cette différence de hauteur sur le compte de la pression : c'est la naissance des mesures barométriques (de la pression, qui s'exprime désormais en pascals). Cela vient également confirmer pour Pascal l'expérience du vide. S'ensuit alors un échange épistolaire entre le chercheur et un jésuite profondément opposé à l'existence du vide, le Père Étienne Noël...

Le statut de l'expérience dans la controverse entre Pascal et Noël

Le père Noël se fie aux dogmes de la religion et aux connaissances antiques pour appuyer ses convictions. Or, à l'époque on fait peu d'expériences. C'est le XVIIe siècle qui verra naître la science expérimentale, grâce, entre autres, à Pascal. Les savants vont désormais avoir recours aux expériences pour tenter d'imposer leurs théories. Dans sa *Lettre-Préface au Traité du Vuide* (ouvrage qui a été perdu), publiée en 1651, Pascal défend les intérêts de la pratique expérimentale : « *Bornons ce respect que nous avons pour les anciens [...] Les secrets de la nature sont cachés ; quoiqu'elle agisse toujours, on ne découvre pas toujours ses effets : le temps les révèle d'âge en âge, et quoique toujours égale en elle-même, elle n'est pas toujours également connue. Les expériences qui nous en donnent l'intelligence [se] multiplient continuellement ; et, comme elles sont les seuls principes de la physique, les connaissances [se] multiplient à proportion.* ». Pascal est un philosophe moderne parce qu'il oppose le savoir des Anciens à la modernité de l'expérience.

➤ **L'expérience permet de mesurer les paramètres variables d'un phénomène naturel. Elle constitue une sonde du réel.**

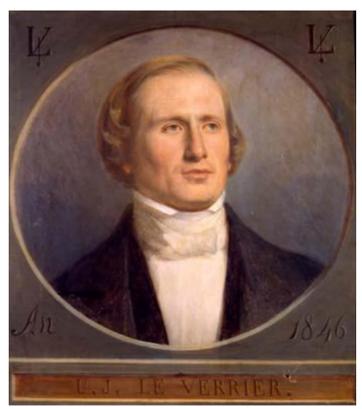


L'EXPERIENCE EST-ELLE CRUCIALE ?

UNE QUESTION À L'ÉPREUVE DES CONTROVERSES SCIENTIFIQUES

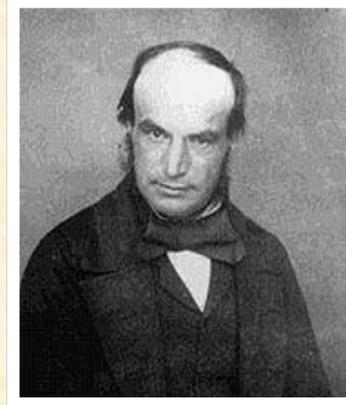
Neptune : La découverte par la plume...

La septième planète du système solaire Uranus est découverte en 1781. La trajectoire calculée à partir des lois de la physique ne correspond pas avec les positions observées. Mais quel astre troublant vient perturber la trajectoire d'Uranus ?



Arago, directeur des observations de l'Observatoire de Paris dit de Le Verrier : « M. Le Verrier a aperçu le nouvel astre sans avoir besoin de jeter un seul regard vers le ciel ; il l'a vu au bout de sa plume » (Note aux Comptes Rendus de l'Académie des sciences, 1846).

Airy, astronome royal d'Angleterre, écrit à Le Verrier 19 octobre 1846: « en octobre ou novembre 1845, j'ai reçu de M. Adams la notification que les perturbations d'Uranus pourraient être expliquées en supposant l'existence d'une autre planète, dont il m'a donné les éléments ».



Urbain Le Verrier (1811-1877) France
Astronome à l'Observatoire de Paris

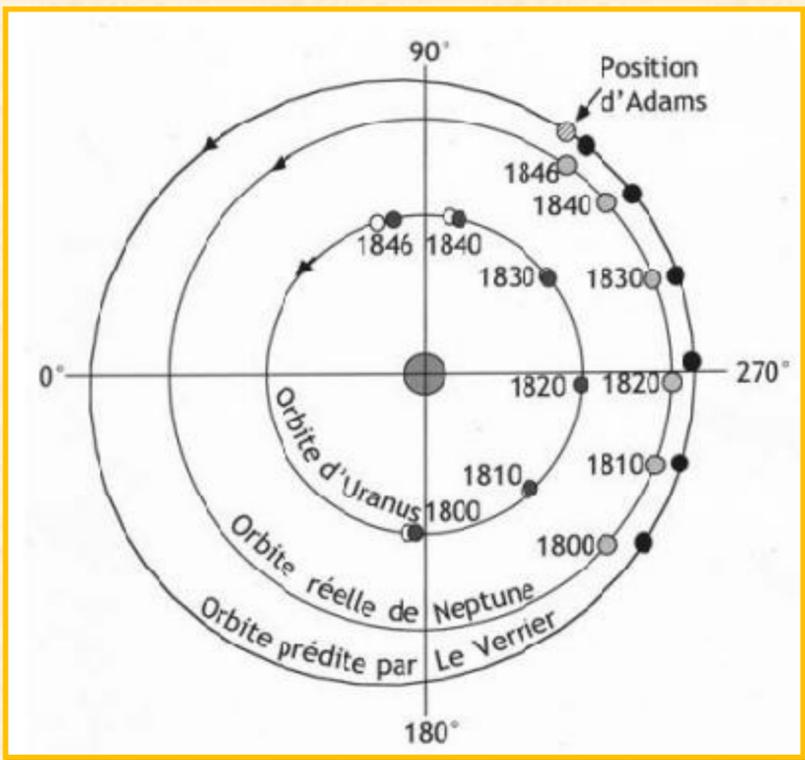
John Couch Adams (1819-1892) Angleterre
Astronome anglais à l'Observatoire de Greenwich

La Controverse

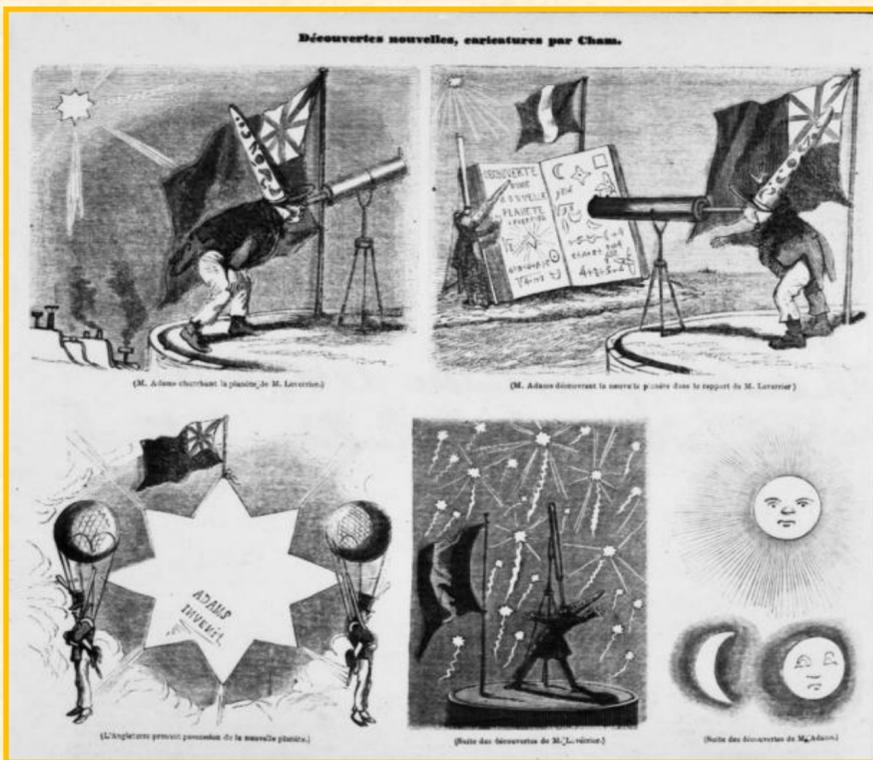
La septième planète du système solaire, Uranus a été découverte en 1781 par Herschel. Le Bureau des longitudes à Paris se lance alors dans l'étude de sa trajectoire à partir des lois de la mécanique céleste et des perturbations exercées par les planètes les unes sur les autres. Mais les résultats de l'étude et les positions observées ne coïncident pas. On commence alors à penser qu'une planète inconnue vient troubler la trajectoire d'Uranus. Arago, responsable de l'Observatoire de Paris, sollicite le jeune astronome **Urbain Le Verrier** pour résoudre le problème. Il entreprend alors de localiser la planète troublante.

Au bout de seulement quelques mois de travail, Le Verrier détermine la trajectoire de l'astre troublant. Selon ses indications, la planète est observée la première fois à Berlin, le 24 septembre 1846. Le Verrier annonce officiellement à l'Académie la découverte de la planète Neptune le 5 octobre de la même année.

Cependant, des astronomes de l'observatoire de Greenwich à Londres dont **John Couch Adams** ont eux aussi entrepris de longs calculs. Si Adams n'a pas été le premier, c'est que sa timidité ne lui a pas permis de convaincre à temps le tout puissant Airy.



Les orbites d'Uranus et de Neptune



Caricature de Cham sur la découverte de la nouvelle planète (1846)

Le statut de l'expérience chez Le Verrier :

Tout d'abord Le Verrier examine toutes les observations disponibles sur Uranus jusqu'en 1845. Il reprend aussi les calculs entrepris par d'autres astronomes français. Il décide ensuite de déterminer la trajectoire de la planète troublante qui vient perturber Uranus. Il s'agit de déterminer la position d'une planète sur laquelle on ne sait rien à partir des perturbations qu'elle exerce : c'est ce qu'en mathématiques on appelle le problème inverse. A ce propos Le Verrier écrit « ... le problème est loin de se présenter simplement. Les expressions numériques des perturbations ne pourraient se conclure immédiatement des observations, que si l'on connaissait les valeurs rigoureuses des éléments de l'ellipse décrite par Uranus autour du soleil ; et ces éléments, à leur tour ne peuvent se déterminer exactement, si l'on ne connaît pas la quantité des perturbations. » Le Verrier a une capacité de travail phénoménale et malgré la grande difficulté des calculs numériques, au bout de trois mois, il détermine les éléments de l'orbite de la planète troublante. Il écrit alors à des astronomes étrangers possédant des instruments d'optique assez puissants et leur divulgue la position de l'objet céleste à observer.

L'allemand Galle en tient compte et observe la planète qu'on allait nommer Neptune.

➤ **L'observation peut être prévue par les calculs mathématiques. Elle permet alors de repérer un objet jusque-là inconnu.**



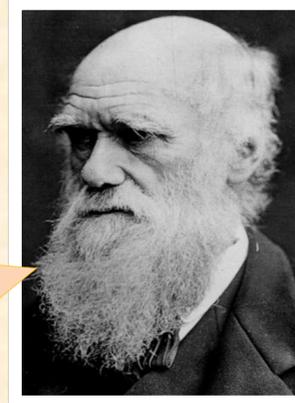
Et Dieu créa Darwin

L'évolution par la sélection naturelle proposée par Darwin au milieu du XIX^{ème} siècle fut largement discutée, voire dénigrée, particulièrement dans les communautés religieuses. Pourtant elle est devenue de nos jours un pilier de la biologie moderne. Comment Darwin a-t-il fait de la sélection naturelle le moteur de l'évolution ?



« Toutes les espèces tiennent leur origine de la main même du Créateur Tout-Puissant, car l'Auteur de la Nature, en créant les espèces, imposa à ses créatures une loi éternelle de reproduction et de multiplication dans les limites de leur propre type. »
Genera plantarum 1737

Carl Von Linné (1707- 1778) Suède
Naturaliste et médecin, père de la taxinomie moderne

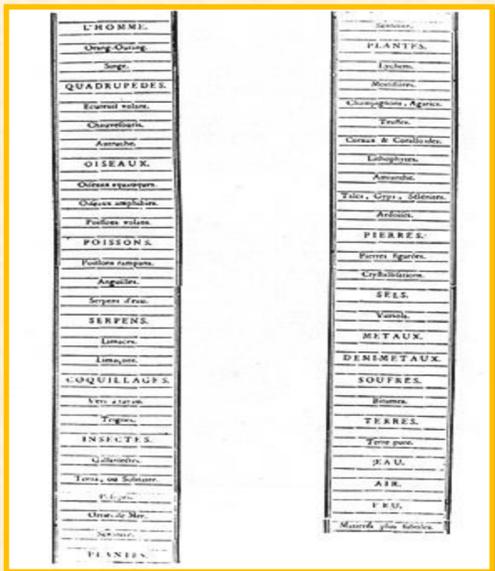


« Je suis pleinement convaincu que les espèces ne sont pas immuables (...) je suis convaincu, enfin, que la sélection naturelle a joué le rôle principal dans la modification des espèces, bien que d'autres agents y aient aussi participé »
L'origine des espèces 1859

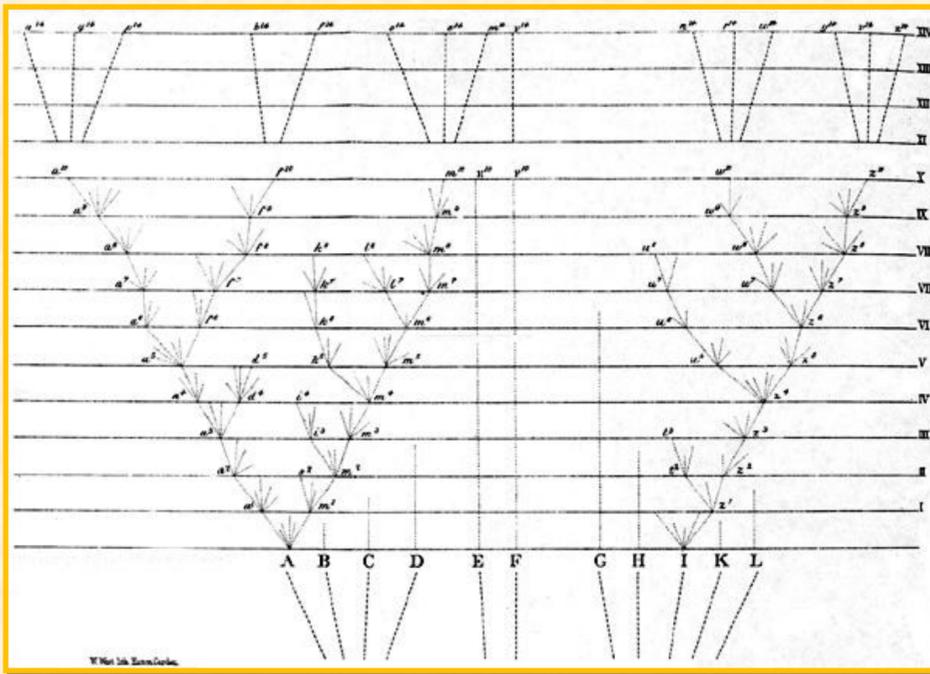
Charles Robert Darwin (1809- 1882)
Angleterre - Biologiste naturaliste, père de la théorie de la sélection naturelle

La Controverse

Carl Von Linné est un naturaliste « fixiste ». Pour lui, les espèces vivantes ont été créées par Dieu lors de la Genèse et n'ont pas varié depuis, la spéciation (formation d'une nouvelle espèce) n'existe pas. En 1859, **Charles Darwin** dans son manuscrit *Sur l'Origine des Espèces au moyen de la Sélection Naturelle, ou la Préservation des Races les meilleures dans la Lutte pour la Vie* émet l'hypothèse que les espèces vivantes ont évolué au cours du temps à partir d'un ou quelques ancêtres communs grâce au processus de « sélection naturelle » : un caractère évolutif acquis par une espèce est conservé et transmis à sa descendance si ce caractère lui procure une avantage sélectif dans son environnement, à un moment donné. Cette théorie va à l'encontre du fixisme et du dogme religieux de l'époque. Son livre provoque une controverse exposant Darwin à de nombreuses railleries, parodies et caricatures. En effet, les notions de sélection naturelle et de spéciation s'opposent à l'interprétation littérale de la Bible qui donne un âge de 6000 ans à la Terre.



« L'échelle des êtres » selon les fixistes



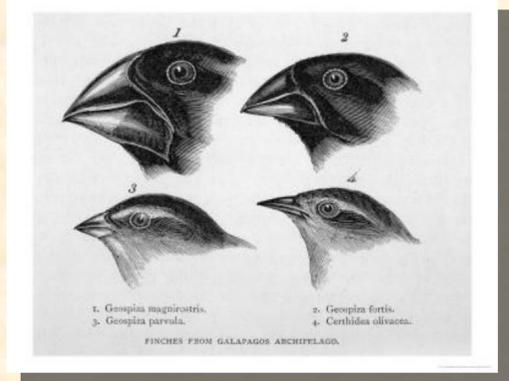
L'arbre de la vie ou arbre évolutif (tel qu'il apparaît dans On the Origin of Species by Natural Selection, de Darwin en 1859. C'est l'unique illustration de l'ouvrage.

Le statut de l'expérience chez Darwin

En 1831, Darwin participe en tant que naturaliste au voyage du Beagle autour du monde en passant par l'Amérique du Sud. Durant ses cinq années de voyages, il récolte de nombreux spécimens de la flore et de la faune locale, découvrant ainsi des espèces encore inconnues. Il fait de très nombreuses observations géologiques, biologiques et paléontologiques, prend des notes et fait des croquis, ce qui constitue une base considérable pour alimenter sa réflexion et illustrer sa théorie par la suite.

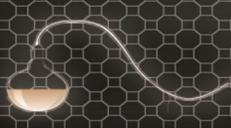
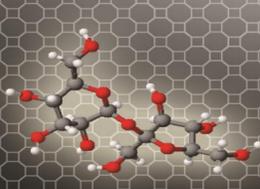
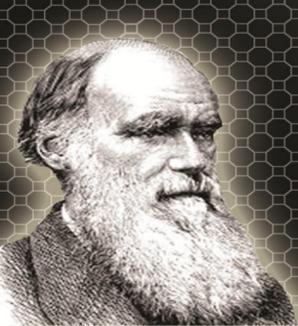
Ses travaux sur le Beagle furent reconnus par de nombreux scientifiques, tant pour leur précision et leur justesse que pour la rigueur scientifique dont il fit preuve. Dès lors, l'accumulation de ses preuves corrobore l'idée d'une probable évolution des espèces déjà énoncée par ses prédécesseurs. Par son travail objectif et rigoureux d'observation, de comparaison et de mise en relation de l'ensemble de ses observations, il parvient à expliquer scientifiquement et à conceptualiser ce que les autres scientifiques de son époque n'avaient pu comprendre.

➤ **L'observation permet la comparaison de certains paramètres naturels. Elle suggère de nouvelles théories.**



C'est sur les îles des Galapagos que le naturaliste fait une découverte déterminante : chaque île semble avoir généré des espèces de pinsons cousines mais à chaque fois uniques, et chacune d'entre elles, semble être spécifiquement adaptée à son environnement. Les pinsons se distinguent par exemple par la taille et la forme de leur bec. Darwin suggère que l'isolement de ces oiseaux sur chacune des îles les a conduits, à partir d'une souche unique d'origine continentale, à présenter des variations probablement liées à des différences de mode de vie et d'habitudes alimentaires.





$$\frac{3}{4}\pi R^3$$



[L'EXPÉRIENCE EST-ELLE CRUCIALE ?]

UNE QUESTION À L'ÉPREUVE DES CONTROVERSES SCIENTIFIQUES

Pasteur / Pouchet : un duel scientifique qui fait rage !

La génération spontanée peut-elle exister? Peut-on imaginer voir naître du vivant à partir de la matière inerte? Cela serait un bon moyen d'expliquer l'apparition de la vie sur terre. Mais cette « magie » est-elle vraisemblable? Ou la vérité est-elle « dans le germe »? Le vivant ne pourrait naître que du vivant, même si c'est d'organismes microscopiques, invisibles à l'oeil nu... .



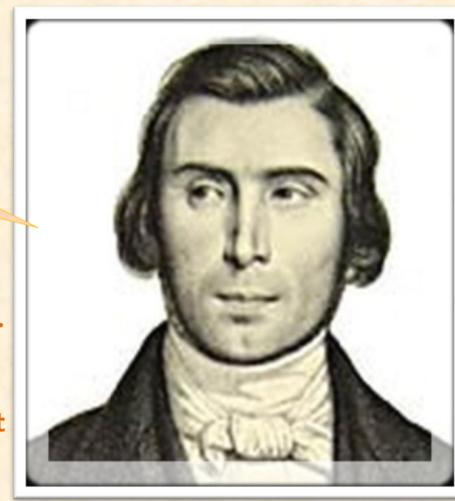
« Pouchet ne s'en remettra pas; l'affaire est entendue; le dossier est clos; il n'y a pas de génération spontanée. »

Louis PASTEUR (1822 –1895).
Pionnier de la microbiologie, professeur de chimie à Strasbourg, Lille puis Paris, membre de l'Académie des Sciences. Connu pour avoir mis au point le vaccin contre la rage.

« Renier la génération spontanée, c'est renier la création divine »

Félix Archimède POUCHET (1800 – 1872).
Naturaliste éminent, professeur à Rouen, correspondant de l'Académie des sciences. Expérimentateur méticuleux, ce que reconnaît Pasteur.

Œuvre : Hétérogénie ou traité de la génération spontanée.



La Controverse

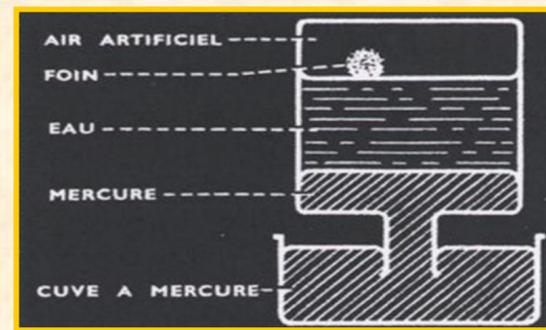
Pasteur se lance en 1858 dans la bataille. Pendant 6 ans, appliquant une démarche scientifique, il mènera soigneusement des expériences, convaincu que les organismes ne peuvent naître que de germes déjà présents. Son principal adversaire, Pouchet, est correspondant de l'Académie des Sciences : c'est un défenseur de la génération spontanée. Il rivalisera expérience contre expérience face à Pasteur en entendant que celui-ci avait tenté de démontrer certaines choses avec lesquelles il n'est pas d'accord. En 1860, Félix Pouchet publie un traité dans lequel il développe une théorie de la génération spontanée (une théorie selon laquelle des êtres vivants naîtraient spontanément de minéraux ou d'organismes en décomposition) aidé par de nombreux exemples expérimentaux qui sont en fait, autant d'exemples de contamination par l'air extérieur. C'est ainsi que le 7 avril 1864 dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, Pasteur établira définitivement la non-existence de l'hétérogénèse (la formation d'une nouvelle matière par l'intermédiaire d'une chose extérieure) sur la base d'une démarche expérimentale qui examine chacun des paramètres pouvant influencer sur l'expérience. Pouchet s'incline finalement devant la rigueur des expériences de Pasteur, même s'il ne reconnaît pas le jugement de l'Académie des sciences qui est partielle selon lui.

Celle de Pasteur :

Expérience contre expérience



Celle de Pouchet :



Pouchet reproche à Pasteur qu'avec un simple ballon l'air qui pénètre à l'intérieur de celui-ci est chauffé et donc modifié ce qui empêche les germes de se développer. La solution de Pasteur est le ballon à col de cygne. Grâce à ce système, les germes de l'air ambiant ne sont pas modifiés, mais ont tout le temps de se déposer sur les parois du col avant d'atteindre l'eau dans le ballon.

Pouchet affirme que l'oxygène utilisé ne peut pas contenir de germes car c'est une combinaison chimique. L'eau quant à elle, est bouillie ainsi que le foin à 100°C. Pasteur lui a répondu que certains germes pouvaient résister à des températures élevées donc celui-ci chauffa le foin à 200 ou 300 °C. Pasteur trouve encore une cause d'erreur inaperçue: le mercure (employé comme isolant) est couvert de poussière donc des germes sont entrés. Il faudra donc le stériliser.

Le statut de l'expérience dans la controverse entre Pasteur et Pouchet

Les deux scientifiques fondent leurs théories sur l'expérience. Pasteur soutient qu'il faut « torturer la nature au moyen du feu, de l'eau bouillante, de l'air calciné, des acides énergiques » et ce qu'il « admire en Pouchet, c'est qu'il proclame que sa pensée est enchaînée au résultat de l'expérience »

- Si Pasteur l'emporte, c'est grâce à l'attention qu'il porte à l'élaboration du protocole expérimental. Il multiplie les précautions (voir le mercure).
- Néanmoins, cette controverse ne se réduit pas à des expériences contradictoires. Pasteur a constamment en tête la théorie microbienne. Quant à Pouchet, c'est un croyant qui a peur de contrarier les dogmes religieux, et de participer à l'établissement du darwinisme.
- Il y a néanmoins des éléments qui échappent à cette série d'expériences, le sujet n'est pas clos. Pasteur et Pouchet ignorent le « bacille subtil » qui ne sera découvert qu'en 1876 par un scientifique anglais.

➤ **L'expérience nourrit les théories par la contradiction. La théorie qui l'emporte est la plus cohérente avec les résultats expérimentaux.**

Le télescope spatial Herschel



Bertille B. Noémie P.
Jérémy N. Bertrand M.



Réchauffement climatique : à qui la faute ?

La Terre a connu des changements cycliques du climat au cours de son histoire . Cependant , le changement climatique actuel (augmentation des températures moyennes des océans et de l'atmosphère) et les catastrophes naturelles récentes provoquées par la météo observés au niveau planétaire, ont poussé les scientifiques à en chercher les causes.



Milutin Milankovic (1879-1958 Croatie)
ingénieur, astronome, géophysicien et climatologue serbe.

« Les caractéristiques de l'orbite terrestre et l'orientation de l'axe de la terre peuvent changer avec le temps, en affectant le climat.... »

Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat, organisme intergouvernemental, ouvert à tous les pays membres de l'ONU. En 2007, le GIEC reçoit le prix Nobel de la paix.

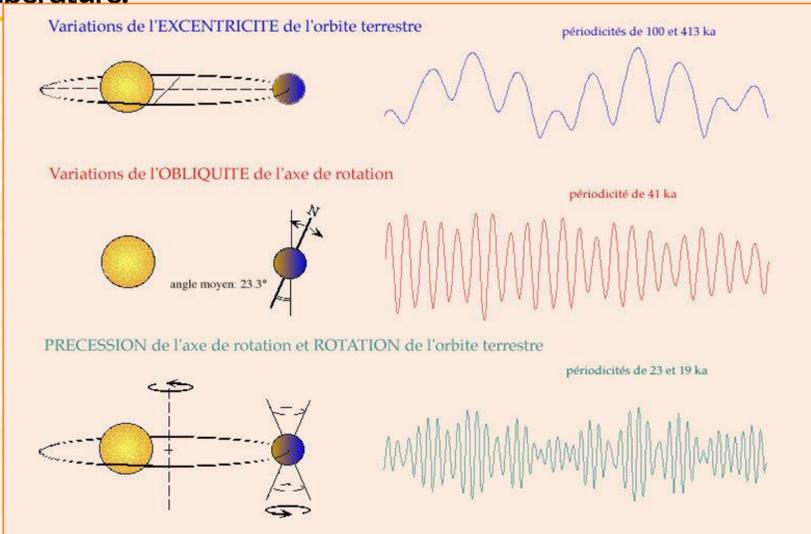


Jean Jouzel (1947-France) climatologue et glaciologue, directeur au CEA de l'Institut Pierre Simon Laplace, vice-président du GIEC

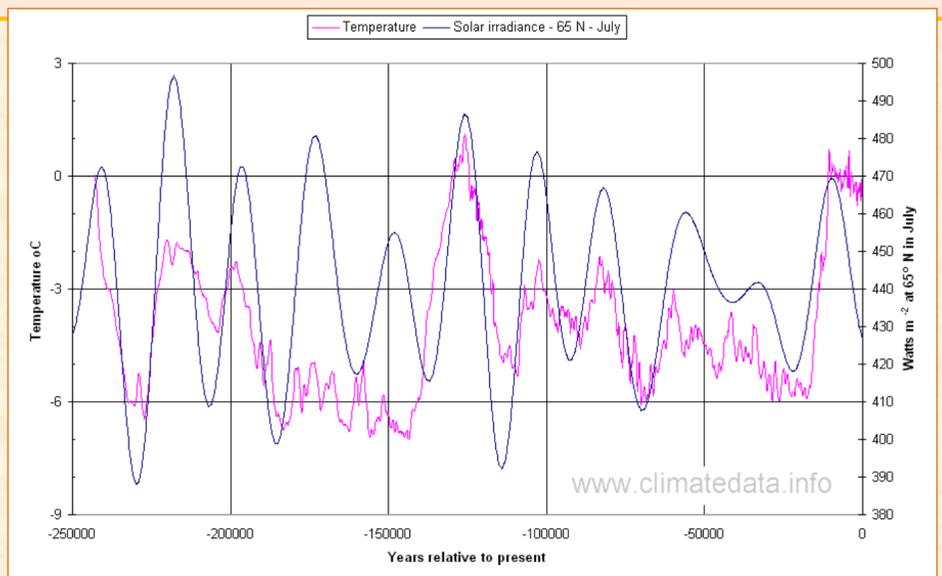
« Le réchauffement est inéluctable, la quantité de gaz à effet de serre a augmenté dans l'atmosphère à cause de l'activité humaine... » <http://www.latribune.fr> - 6/02/10

La Controverse

Cette controverse concerne le réchauffement climatique et oppose la thèse de la cause humaine à celle des causes naturelles; on dit souvent qu'elle oppose les '**climatosceptiques**' aux '**réchauffistes**' appelés aussi '**carbocentristes**'. D'un côté certains scientifiques prétendent que cette cause est uniquement due à des phénomènes naturels: activité solaire et irradiance (=énergie rayonnée par le Soleil) , variation de la distance Terre /Soleil et donc de la quantité d'énergie solaire reçue. Celle-ci est liée à plusieurs paramètres orbitaux: variations de l'excentricité de l'orbite terrestre, variations de l'obliquité de l'axe de rotation de la Terre et variations de la précession de l'axe de rotation mises en évidence par Milankovic. De l'autre côté, le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) dénonce les causes humaines comme principales responsables de l'emballement du réchauffement climatique actuel. Pollution anthropique, progrès des transports et de l'industrie ont pour conséquences la production de gaz à effet de serre comme le CO2 responsable de l'élévation de la température.

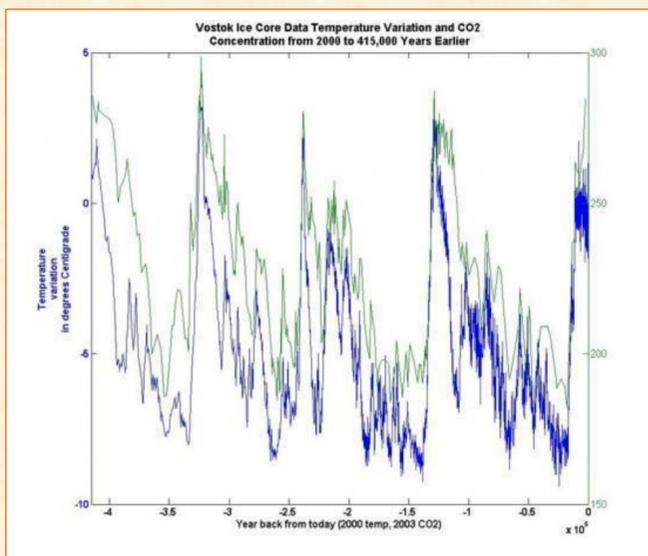


Les cycles de Milankovic : Selon la théorie de Milankovic, les paramètres qui décrivent la position de la Terre autour du Soleil varient de manière cyclique en raison de l'interaction gravitationnelle des planètes du système solaire.



Irradiance solaire et température en fonction du temps déterminées par l'étude des carottes glaciaires de Vostok

Suite au forage de Vostok (Antarctique), les chercheurs ont pu étudier le rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (appelé $\delta^{18}\text{O}$) dans la glace extraite. Ils se sont aperçus que la courbe du $\delta^{18}\text{O}$ avait des similitudes avec les courbes issues des cycles de Milanković. Étant donné que la correspondance température / $\delta^{18}\text{O}$ est fermement établie, on a alors admis que les paramètres de Milanković peuvent être la cause des changements climatiques naturels.



Evolution de la température (en bleu) et de la concentration de CO2 atmosphérique (vert) en fonction du temps
Sur ce graphique, on voit que le CO2 suivrait les changements de température et pas l'inverse....

Le statut de l'expérience dans les prévisions climatiques

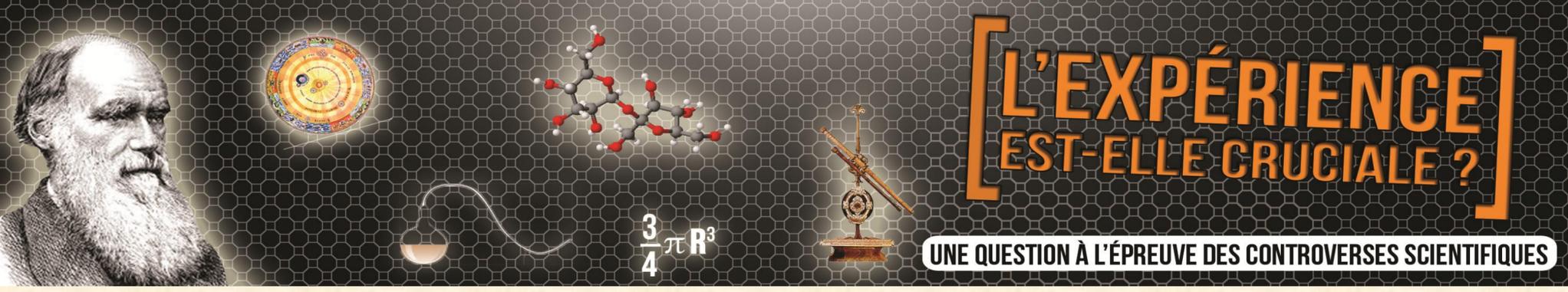
Les prévisions climatiques du GIEC pour le 21ème siècle sont basées essentiellement sur les résultats issus des **modèles numériques**. Pour modéliser mathématiquement le climat, il faut d'abord choisir les paramètres pertinents qui influencent le climat, puis estimer leurs actions, intensités et interactions. De nombreux climatologues ont constaté que le climat est proche d'un système chaotique et il est donc difficile à modéliser de façon fiable. Les sceptiques disent que les prévisions climatiques du GIEC issues des calculs sur ordinateurs font l'impasse sur des caractéristiques physiques importantes de l'atmosphère et sur d'autres causes naturelles, et, qu'il ne s'agit que d'une hypothèse. La modélisation du climat est complexe, le moindre changement d'un paramètre peut modifier le résultat du modèle. Comme pour toute détermination expérimentale, les résultats des calculs sont accompagnés d'une incertitude, qui doit être évaluée.

➤ **L'expérience donne la valeur des paramètres d'un modèle théorique. Un modèle est une représentation simplifiée du réel qui présente des incertitudes.**



Alix C. Yohann C. Cyril F.





Les acides aminés tombent –ils du ciel?

D'où vient la vie? Origines terrestre, martienne ou interstellaire? Pour répondre à cette question plusieurs pistes sont explorées : chercher des traces de vie ailleurs dans l'univers, chercher les conditions qui ont permis l'apparition de la vie sur d'autres planètes ou bien, chercher dans l'univers des molécules, des briques de vie, comme les sucres ou les acides aminés, qui auraient par la suiteensemencé la Terre primitive.



« Chercher la vie dans l'espace ne se résume pas à braquer des paraboles géantes sur les étoiles proches en espérant capter une émission de radio extraterrestre. Les astronomes s'intéressent davantage aux origines de la vie et à la détection de traces et de briques de vie ».

V. Minier <http://blogs.lexpress.fr/nouvelle-science/page/4/?s=toiles>

Vincent Minier, astrophysicien français au CEA de Saclay

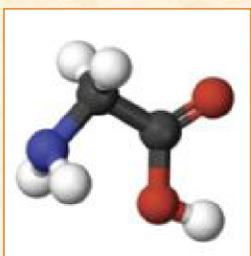
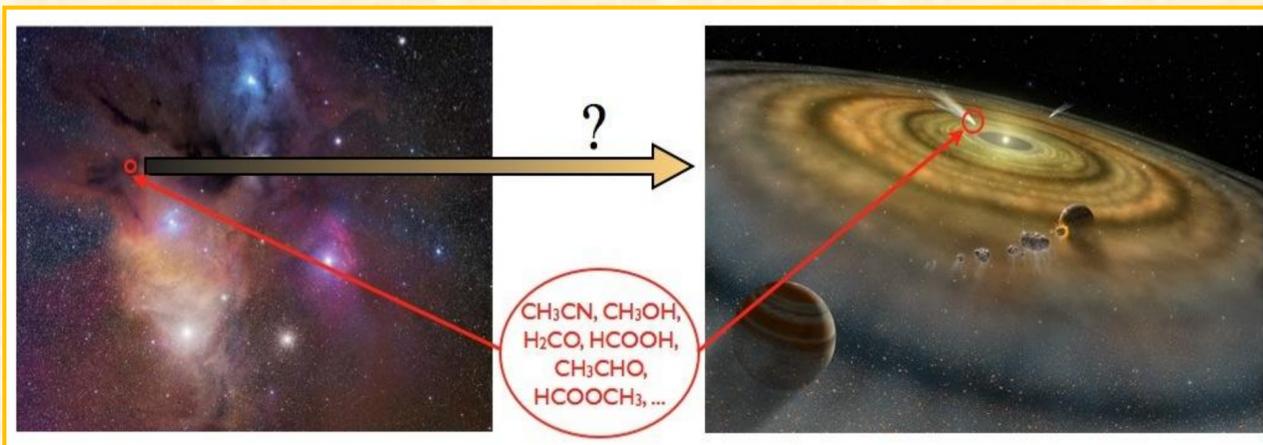
Vincent Minier est astrophysicien au CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) de Saclay. Un astrophysicien est un chercheur qui décrit l'Univers à travers les lois de la physique. Scientifique associé à l'instrument SPIRE à bord de l'observatoire spatial Herschel, ses travaux actuels en astrophysique portent sur l'influence des étoiles massives sur leur environnement interstellaire et sur leur impact vis-à-vis de la formation de nouvelles étoiles dans les nuages moléculaires géants.

Il s'intéresse aussi à l'histoire des sciences et des techniques spatiales. Son travail nécessite la coordination de projets de recherche, des collaborations internationales, et la publication des travaux à la fois pour les professionnels et pour les citoyens. Parti longtemps à l'étranger pour acquérir un savoir-faire, la connaissance de l'anglais fut nécessaire. Pour lui, le métier d'astrophysicien est à la foi une passion car c'est captivant et une source de réflexion.

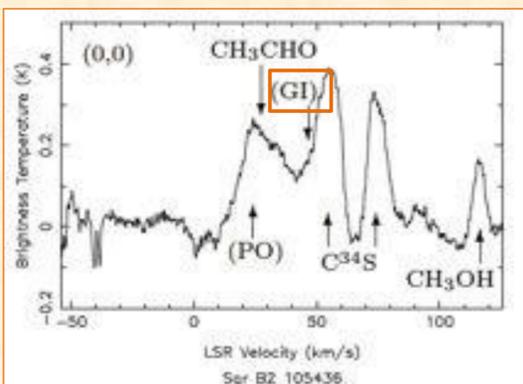
La Controverse

La glycine (C₂H₅NO₂) est l'acide aminé le plus simple constitué comme tous les acides aminés d'hydrogène (H), de carbone (C), d'oxygène (O) et d'azote (N). Ces éléments sont les atomes les plus abondants dans l'espace interstellaire qui remplit les galaxies. Certains acides aminés ont été découverts dans les fragments des comètes, comme la comète Wild 2 en 2009. Au début des années 2000, plusieurs équipes de scientifiques dont une dans laquelle travaillait Vincent Minier (UNSW, Sydney) ont tenté de détecter la présence de la glycine dans l'environnement de certaines étoiles massives. La question aujourd'hui est donc de savoir si la glycine (et les acides aminés en général) peut se former directement dans l'espace interstellaire ou si elle a besoin d'un support comme la surface d'une comète pour se former ou, si elle s'est formée localement sur la Terre. A ce jour, la détection de la glycine dans l'espace interstellaire n'est pas confirmée. Les annonces de sa découverte ont fait l'objet de nombreuses publications et controverses scientifiques sans jamais recueillir l'adhésion totale de la communauté astronomique.

A la recherche de molécules organiques à l'origine de la vie



Glycine C₂H₅NO₂



Signature spectrale de la glycine (Cunningham et al. 2007)

Le statut de l'expérience dans la recherche de la glycine

Les liaisons entre les atomes d'une molécule peuvent être soumises à plusieurs mouvements (vibration, rotation, torsion). Ces mouvements produisent des rayonnements à des fréquences bien précises appelés transitions, caractéristiques de la molécule en question. Chaque espèce possède donc une empreinte digitale que l'on peut identifier grâce aux spectromètres. On appelle ces empreintes des signatures spectrales. La spectroscopie est un moyen très puissant pour détecter simultanément de nombreuses espèces, en particulier grâce aux spectromètres à haute résolution spectrale, comme l'instrument HIFI (*Heterodyne Instrument for the Far-Infrared*) à bord de l'observatoire spatiale *Herschel* ou ceux des observatoires au sol comme ATCA en Australie et ALMA au Chili.

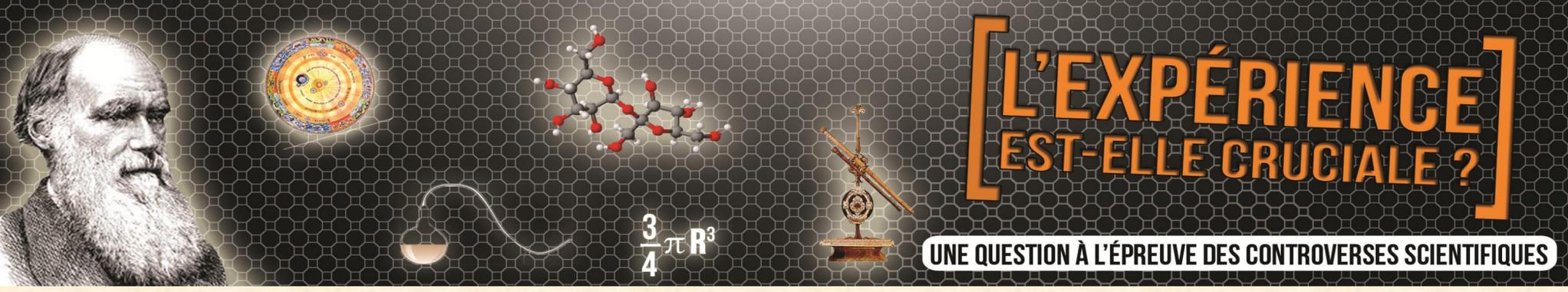
Les régions de formation stellaire sont des laboratoires uniques abritant une chimie « exotique ». Malheureusement, ces laboratoires sont inaccessibles (100 à 10000 parsecs) et on ne peut donc pas prélever d'échantillon pour en analyser la composition. Interpréter les résultats recueillis dans ces milieux interstellaires très froids et très éloignés n'est pas simple et les scientifiques se trouvent confrontés aux limites imposées par ces instruments d'observation, pas toujours assez efficaces pour détecter de façon catégorique la présence de gaz moléculaire.

➤ **L'observation est limitée par les performances de l'instrument de mesure. Elle est suggérée par des théories préexistantes.**



Le télescope spatial Herschel



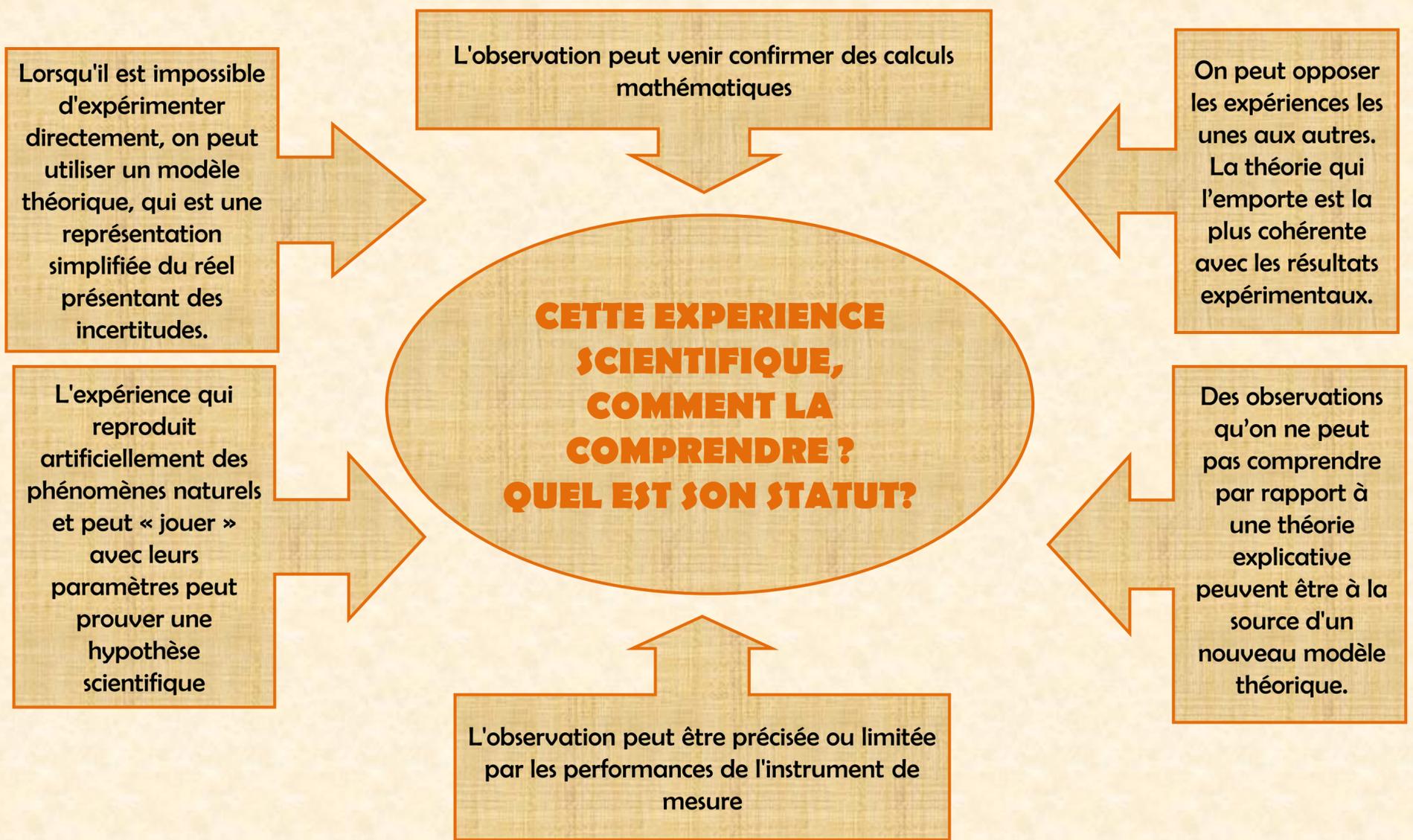


L'EXPÉRIENCE : LE FIN MOT DE L'HISTOIRE ?

Au début de ce travail, nous avons réfléchi aux démarches du scientifique et nous étions accordés pour dire qu'en science, on prouve par l'expérience. Suite à notre voyage dans l'histoire des sciences, ses différentes époques, ses différents domaines, nous pouvons tenter de réévaluer cette affirmation.

Mais avant toutes choses, quelques précisions sur le statut de l'expérience scientifique :

- Elle se distingue de la THEORIE, démarche purement intellectuelle, parce qu'elle a recours à la réalité et implique la sensation.
- Ce recours à la réalité n'est pas spontané, mais toujours réfléchi, préparé.
- Il existe enfin différents degrés de l'expérience : l'OBSERVATION, qui ne modifie pas la réalité, l'EXPERIMENTATION, qui intervient sur celle-ci.



DEMONTRER EN SCIENCES est donc une opération composite :

L'EXPERIENCE permet de confirmer des hypothèses : elle est une démarche nécessaire, contradictoire et constamment utilisée.

Mais L'EXPERIENCE ne fait, ni ne démontre pas tout : on ne peut pas affirmer qu'elle est cruciale et univoque

