2. A QUOI RECONNAÎT-ON UNE SCIENCE ?

A QUOI RECONNAIT-ON UNE SCIENCE ?

En posant les limites entre le connaissable et l'inconnaissable, **on réserve à la science le terrain assuré des phénomènes**, où l'esprit ne prend pas le risque de s'égarer et où la connaissance peut s'exercer légitimement, c'est-à-dire à bon droit. De ce réel dont elle fait son terrain de prédilection, la science cherche à établir les lois (rapports constants et réguliers entre les phénomènes). Autrement dit, elle cherche à **rendre compte du réel en déterminant les constances explicatives qui régissent les rapports des phénomènes entre eux**. La science cherche donc à produire des théories qui soient en accord avec le réel. A cet égard, semble être scientifique toute théorie qui est en accord avec les faits : la théorie doit pouvoir expliquer les faits, et les faits doivent pouvoir vérifier la théorie. Le critère de scientificité d'une théorie serait en ce sens un **critère externe**, dépendant du rapport qu'entretient la théorie avec les phénomènes auxquels elle s'applique.

Le **problème**, c'est qu'il arrive que les théories scientifiques soient dépassées. Une théorie tenue pour vraie pendant un certain temps peut se révéler caduque avec de nouvelles découvertes. Les théories scientifiques sont donc, en ce sens, **provisoires**, puisqu'il arrive qu'elles soient dépassées par d'autres. Dira-t-on pour autant qu'une théorie scientifique dépassée n'est pas scientifique ? Dira-t-on par exemple que la mécanique newtonienne n'est pas scientifique sous prétexte que la mécanique d'Einstein la dépasse ? Cette limite nous montre qu'il faut déterminer **un autre critère de scientificité** que celui posé d'emblée.

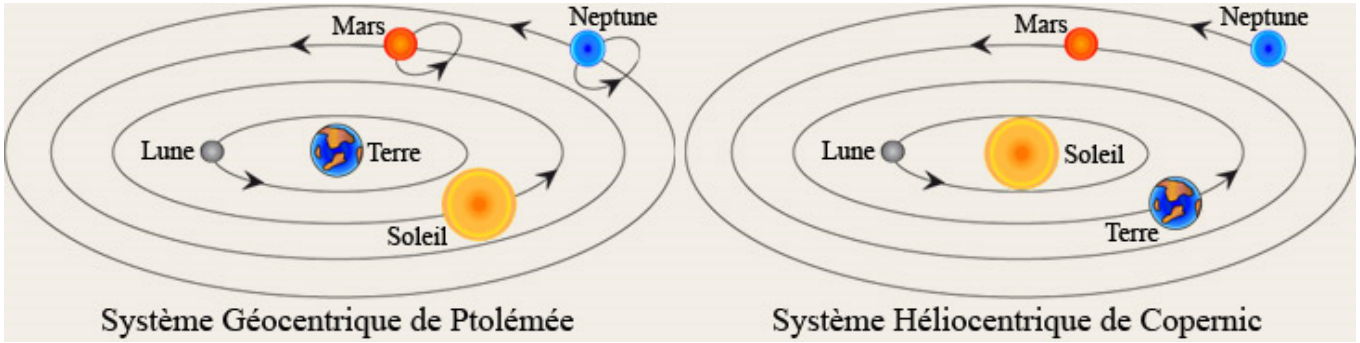
21. Une brève histoire de l'astronomie

Les systèmes de l'Antiquité

1 . IVème siècle av. JC, astronomes Eudoxe et Callippe et philosophe Aristote : la sphère étant la plus parfaite des formes, construction d'un modèle de l'univers formé de sphères dont la Terre occupe le centre et sur l'équateur desquelles sont fixées la Lune, le Soleil et 5 autres planètes. Plusieurs sphères sont nécessaires pour rendre compte du mouvement des astres.

2 . IIème siècle, astronomes d'Alexandrie ; Ptolémée, *L'Almageste*. Raffinement du système avec ajout d'autres sphères.

3 . Travaux recueillis par les Arabes qui les traduisent du grec. Traduit de l'arabe au latin au XIIème siècle, constitue l'essentiel de la science théorique de l'Occident médiéval.



La révolution copernicienne

1543, *De Revolutionibus orbium celestium* : Copernic développe les conséquences cosmologiques de l'immobilité du Soleil au centre du système planétaire. Dans ce nouveau système, la Terre a un mouvement de rotation diurne et comme les autres planètes un mouvement annuel de révolution autour du Soleil. Révolution, changement de point de vue, économie explicative.

Les Copernicien

1 . Fin du XVIème, Tycho Brahé, avec des instruments exceptionnellement grands et robustes, multiplie les observations et établit des tables. Imagine un compromis entre Ptolémée et Copernic : système hybride sans avenir.

2 . Kepler, copernicien, élève de Tycho Brahé. Rejette le préjugé de la perfection circulaire. *Astronomia nova*, 1609 : résultats révolutionnaires. Mars décrit une orbite elliptique dont le Soleil occupe un des foyers. Dès 1619, Kepler étend cette hypothèse aux autres planètes.

3 . Galilée : premiers travaux dans *Le Messager céleste*, 1610. Arguments expérimentaux et observations à l'appui de la thèse copernicienne. 1633 : procès puis rétractation.

Newton

Pope : « God said, Let Newton be, and all was light ! »

1687 : *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*. Réponse donnée à cette question : la chute des corps, telle que Galilée en a donné les lois, et la révolution de la Lune autour de la Terre, selon les lois de Kepler, obéissent à une même loi physique ? Principe de l'attraction universelle.

Newton par William Blake

22. Le paradoxe du provisoire

La théorie d'Eudoxe vise à révéler sous le désordre apparent du donné immédiat une unité réelle, un ordre. On a bien affaire ici à une science dans la mesure où il s'agit d'une organisation systématique d'idées et d'observations visant à rendre compte des constantes phénoménales**.** Or, cette première science astronomique fut dépassée par les théories suivantes. C'est donc que chacune de ces sciences a été vraie et dépassée. Comment rendre compte de ce paradoxe ? **Comment concevoir que le vrai puisse avoir une histoire et n'être pas vrai de toute éternité ?** Comment concevoir que le vrai puisse devenir faux et varier avec le temps ? Si une science est vraie, elle vaut pour tous les observateurs et pour tous les phénomènes. La loi de la chute des corps est vraie, que ce soit Pierre ou Paul qui tombe, que ce soit Pierre ou Paul qui observe. Une science ne peut souffrir d'exception ni subjective ni objective. Et pourtant, il existe une histoire des sciences et donc une histoire de leur dépassement. Le seul fait qu'il existe une histoire des sciences rend donc ce critère de scientificité insuffisant.

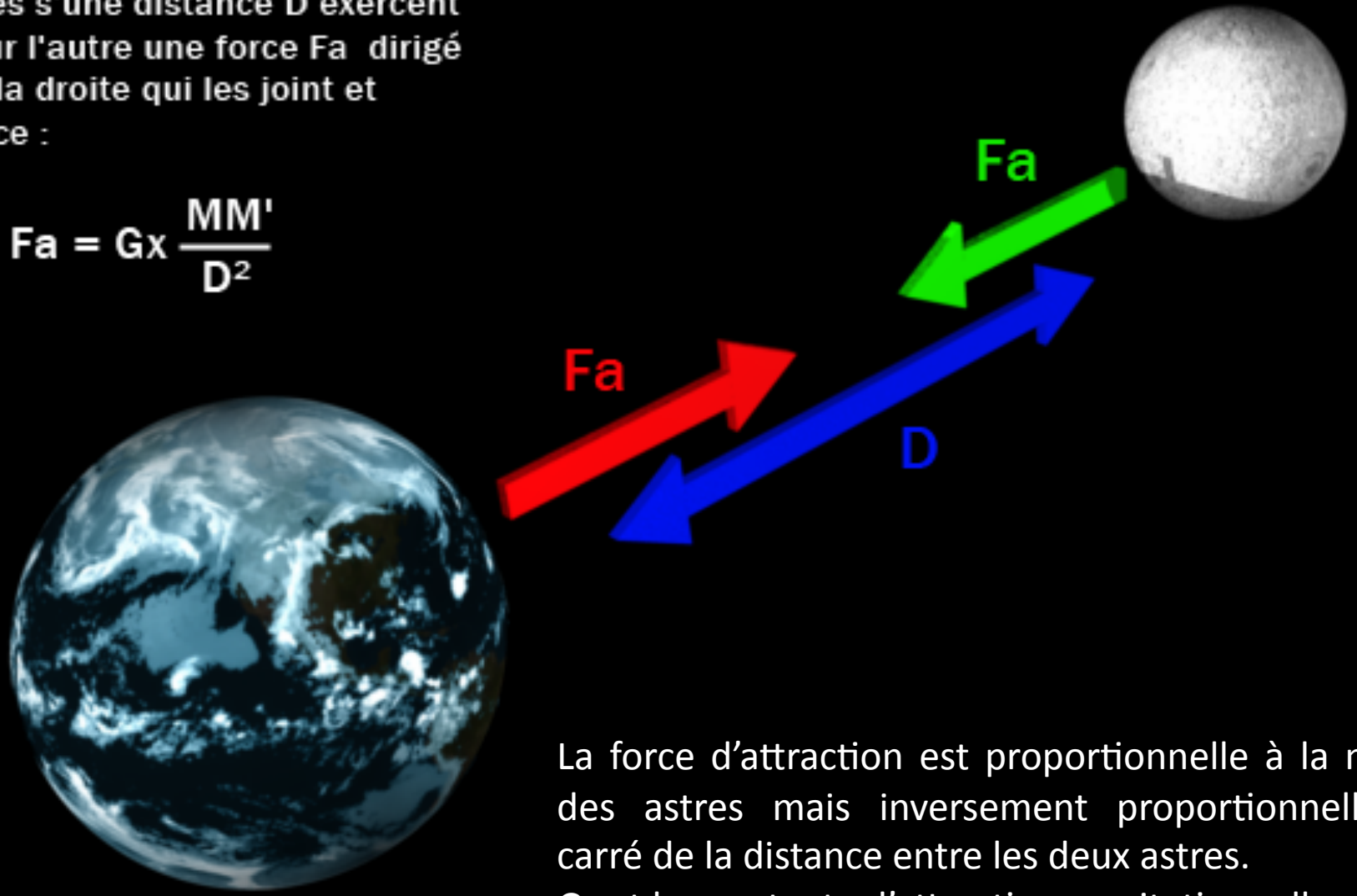
Pour échapper à ce paradoxe, il faudrait pouvoir faire en sorte de constituer une science qui porte en elle-même la garantie d'une vérité éternelle et indépassable. Il faudrait pouvoir constituer une science dont les objets soient toujours explicables par le système théorique qui la constitue. Une telle théorie aurait la vertu d'être irréfutable. Une telle théorie est-elle possible ?

En réalité, **il existe bien des théories irréfutables** : ainsi l'**astrologie**, ainsi la **psychanalyse**. Karl Popper, dans *Conjectures et réfutations* montre que de telles théories qui se caractérisent par le fait que les phénomènes ne les mettent jamais en péril ne sont pas vraiment scientifiques. Au contraire de telles théories, la science entretient un autre type de rapport vis-à-vis des phénomènes. Popper prend l'exemple de la théorie d'Einstein et du risque qu'elle prend d'être confirmée ou infirmée par l'observation. A la différence de la psychanalyse (qui se présente comme une science), la théorie de la relativité s'engage vis-à-vis du réel et prend le risque d'être infirmée. Ainsi**,** pour pouvoir être toujours vraie, une théorie doit devenir dogmatique, fermée et avoir réponse à tout. **Pour devenir vraie à tout jamais, une théorie doit n'avoir plus besoin du réel. La scientificité véritable est donc du côté du risque, du côté de l'acceptation de la réfutation, du côté de l'ouverture.** Voilà donc le critère que l'on cherchait.

La force d'attraction

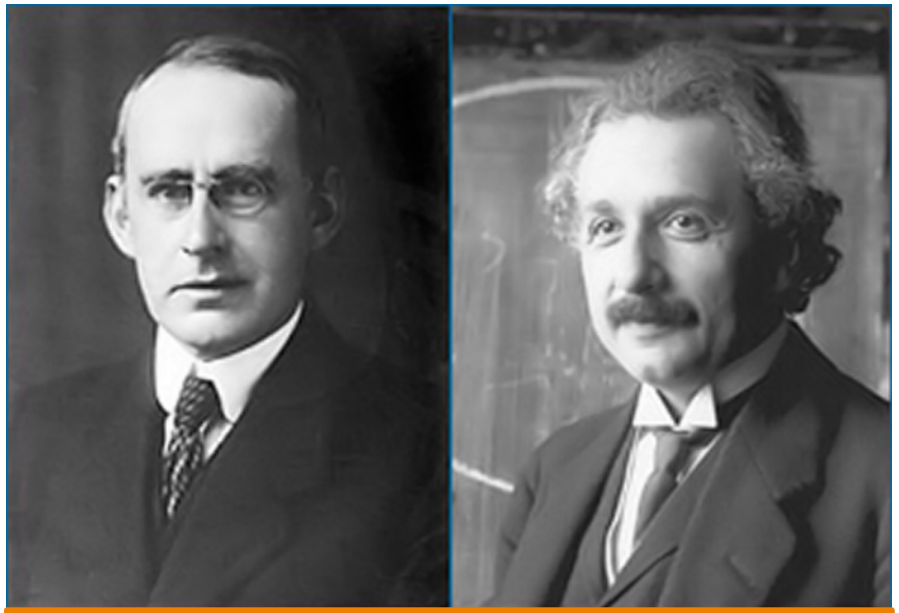
Deux astres de masses M et M', séparés s'une distance D exercent l'un sur l'autre une force Fa dirigé selon la droite qui les joint et de force :

$$Fa = Gx \frac{MM'}{D^2}$$



La force d'attraction est proportionnelle à la masse des astres mais inversement proportionnelle au carré de la distance entre les deux astres.
G est la constante d'attraction gravitationnelle.

23. La confirmation d'Eddington

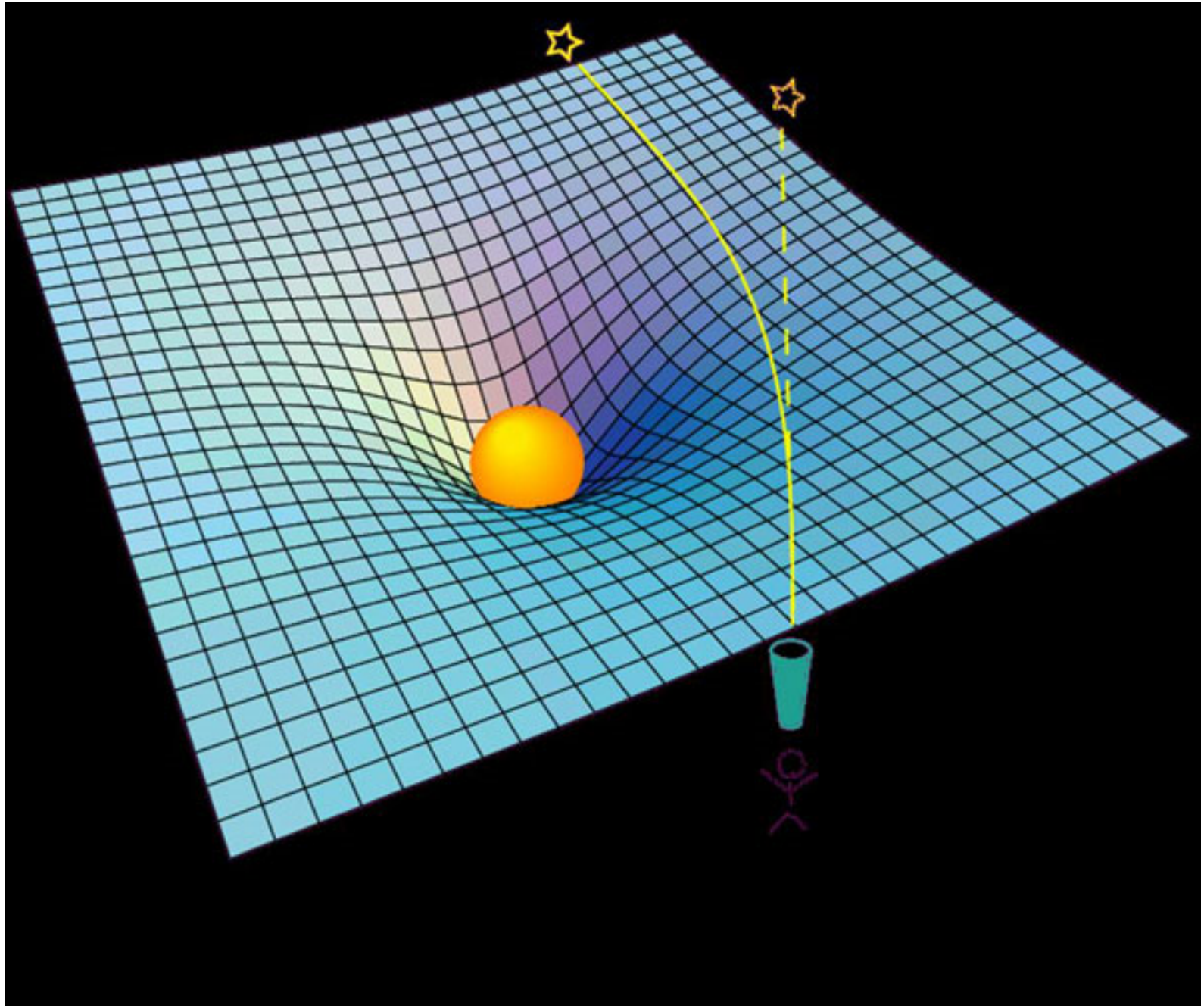


En mai 1919, Sir Arthur Eddington et la célèbre *Royal Astronomical Society* organisèrent deux expéditions pour observer et mesurer ce phénomène à l'occasion d'une éclipse totale qui pouvait être observée à Sobral, au Brésil, ainsi que sur l'île de Principe, dans le Golfe de Guinée, au large de l'Afrique.
Les étoiles de l'amas des Hyades, bien visibles lors de l'éclipse, se révélèrent effectivement à des positions différentes sur la sphère céleste, déplacées de leurs positions habituelles par environ 1,75 seconde d'arc, en bon accord avec les prédictions de la théorie de la gravitation d'Einstein mais pas du tout avec celle de la théorie de Newton.

Lorsque Einstein met en place la théorie de la relativité générale, une des conséquences de cette théorie est que la matière modifie l'espace qui l'entoure et dévie la lumière qui passe à proximité d'elle. En 1919, une éclipse totale de soleil permet au professeur Eddington de confirmer la théorie de la relativité générale.

La théorie d'Einstein annonce que les corps lourds comme l'est le Soleil exercent une attraction sur la lumière, exactement comme sur les autres corps physiques.

Mais alors le rayonnement émis par des étoiles fixes dont la position apparente est voisine du Soleil doit selon cette théorie atteindre la Terre selon un angle tel que ces étoiles paraîtront s'être légèrement éloignées du Soleil. De jour, du fait de la luminosité solaire, on ne peut rien observer. Mais en photographiant ces étoiles pendant l'éclipse et en photographiant de nuit la même constellation, on peut mesurer les distances entre chaque cliché et s'assurer de l'effet prédit par Einstein. C'est ce que fit et ce que prouva Eddington.



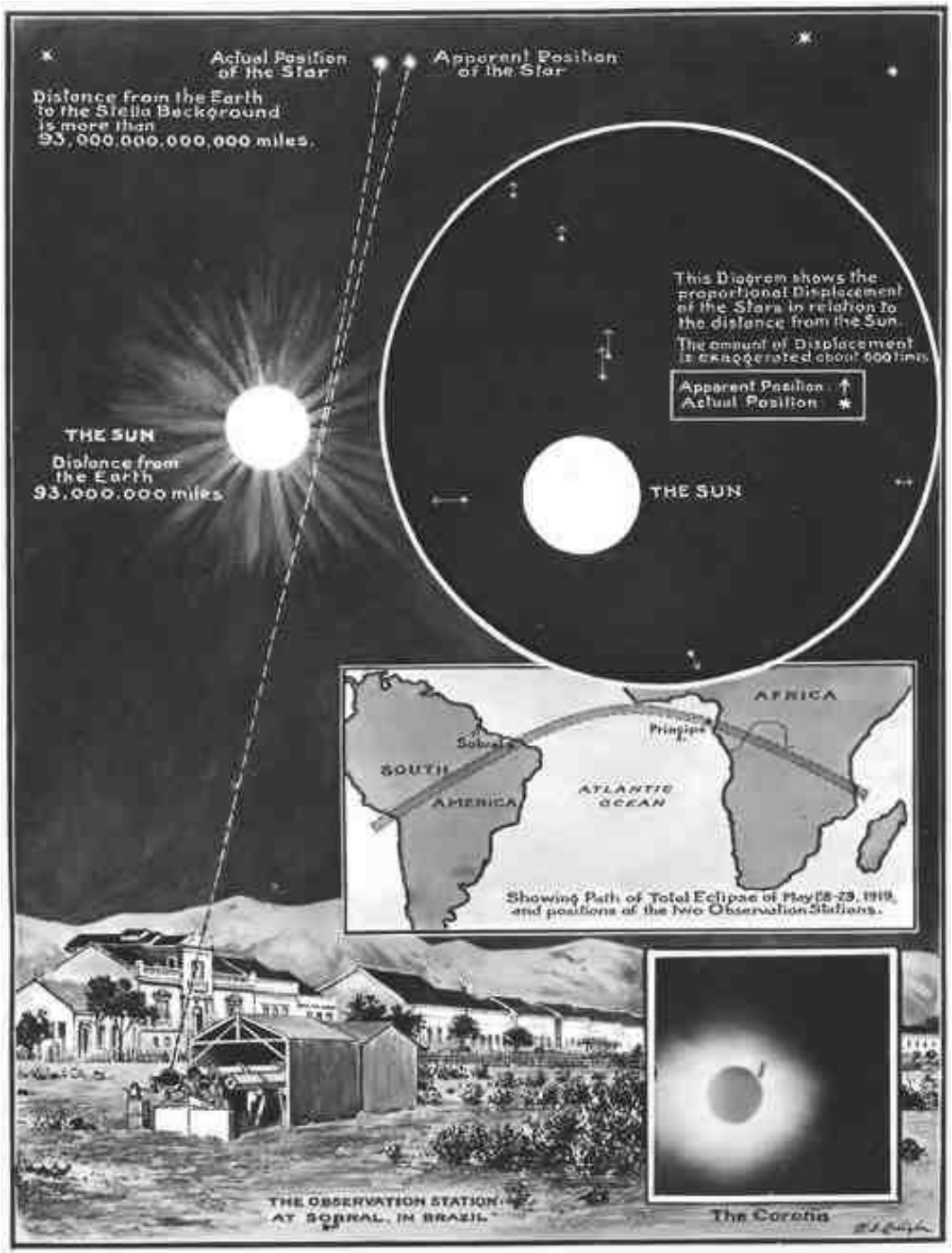


Illustration du journal *London news* date du 22 novembre 1919 montrant le principe du déplacement de la position des étoiles sur la sphère céleste causé par la déviation des rayons lumineux passant au voisinage du Soleil.
Sur une carte est représentée la bande d'observation de l'éclipse totale de 1919 correspondant au passage de l'ombre de la Lune sur la Terre.

Le grand astrophysicien indien Chandrasekhar a raconté à ce sujet une anecdote devenue célèbre. Peu de temps après les observations de Principe et Sobral, lorsque l'astrophysicien Edward Milne avait lancé à son collègue : « *Eddington, vous devez être l'un des trois hommes au monde qui comprennent vraiment la théorie de la relativité générale d'Einstein !* », le silence de ce dernier le surpris. Il ajouta : « *Ne soyez pas modeste Eddington !* ». Sortant de son mutisme ce dernier répliqua alors : « *Au contraire, je cherche qui peut bien être ce troisième homme !* ».

24. L’horoscope

Scorpion
mardi 18 mai 2010

Source : Yahoo! Horoscope

VIE PRIVÉE :
Vous êtes susceptibles de découvrir aujourd'hui, quelque chose qui vous ouvrira les yeux sur une affaire personnelle. Votre pudeur pourrait vous retenir de l'exposer au grand jour. Cependant, si vous vous confiez à une personne fiable, elle saura vous guider dans votre attitude !

VIE QUOTIDIENNE :
Il sera essentiel de choisir le bon moment pour une réunion importante, ou pour une communication téléphonique. Dans la matinée, un événement pourrait vous apporter une belle opportunité. Vous aurez l'occasion d'exprimer vos talents d'artiste, qui vous surprendront vous-même !

Source : Elle.fr

Cet environnement planétaire vaudra aux natifs vivant en couple des relations calmes avec leur conjoint, rythmées par des questions familiales ou domestiques. Vous aurez envie de vous accorder davantage de temps, rien que pour vous deux, en amoureux ! Célibataire, avec cet aspect de la Lune, il ne vous en faudra pas beaucoup pour succomber au coup de foudre. Liaison passagère ou histoire de toute une vie, l'avenir le dira. Mais cette rencontre vous promet, dans tous les cas, de bien jolis battements de cœur.

Source : Purevoyance.com

COUPLES : L'harmonie régnera dans votre vie conjugale. Mais rassurez-vous, ce ne sera pas le calme plat ! Vos relations avec votre conjoint ou partenaire seront même placées sous le signe de la passion débridée !

CÉLIBATAIRES : Vos affaires de cœur risquent de se compliquer si vous n'avez pas pris le soin de les séparer nettement des questions d'intérêt ou d'argent. Sachez qu'on ne peut pas tout avoir en même temps dans la vie et que vivre, c'est avant tout faire des choix. "Quand on veut aller au bain, on ne va pas au moulin" (Épictète) !

Un critère de démarcation : la falsifiabilité

Un système n'est empirique ou scientifique que s'il est susceptible d'être soumis à des tests expérimentaux. Ces considérations suggèrent que c'est la falsifiabilité et non la vérifiabilité d'un système qu'il faut prendre comme critère de démarcation. En d'autres termes, je n'exigerai pas d'un système scientifique qu'il puisse être choisi une fois pour toutes, dans une acception positive, mais j'exigerai que sa forme logique soit telle qu'il puisse être distingué, au moyen de tests empiriques, dans une acception négative : un système faisant partie de la science empirique doit pouvoir être réfuté par l'expérience.

Nous pouvons, si nous le voulons, distinguer quatre étapes différentes au cours desquelles pourrait être réalisée la mise à l'épreuve d'une théorie. Il y a, tout d'abord, la comparaison logique des conclusions entre elles par laquelle on éprouve la cohérence interne du système. En deuxième lieu s'effectue la recherche de la forme logique de la théorie, qui a pour objet de déterminer si elle constituerait un progrès scientifique au cas où elle survivrait à nos divers tests. Enfin, la théorie est mise à l'épreuve en procédant à des applications empiriques des conclusions qui peuvent en être tirées. Le but de cette dernière espèce de test est de découvrir jusqu'à quel point les conséquences nouvelles de la théorie - quelle que puisse être la nouveauté de ses assertions - font face aux exigences de la pratique, surgies d'expérimentations purement scientifiques ou d'applications techniques concrètes. Ici, encore, la procédure consistant à mettre à l'épreuve est déductive. A l'aide d'autres énoncés préalablement acceptés, l'on déduit de la théorie certains énoncés singuliers que nous pouvons appeler « prédictions » et en particulier des prévisions que nous pouvons facilement contrôler ou réaliser. Parmi ces énoncés l'on choisit ceux qui sont en contradiction avec elle. Nous essayons ensuite de prendre une décision en faveur (ou à l'encontre) de ces énoncés déduits en les comparant aux résultats des applications pratiques et des expérimentations. Si cette décision est positive, c'est-à-dire si les conclusions singulières se révèlent acceptables, ou vérifiées, la théorie a provisoirement réussi son test : nous n'avons pas trouvé de raisons de l'écarter. Mais si la décision est négative ou, en d'autres termes, si, les conclusions ont été falsifiées, cette falsification falsifie également la théorie dont elle était logiquement déduite. Il faudrait noter ici qu'une décision ne peut soutenir la théorie que pour un temps car des décisions négatives peuvent toujours l'éliminer ultérieurement. Tant qu'une théorie résiste à des tests systématiques et rigoureux et qu'une autre ne la remplace pas avantageusement dans le cours de la progression scientifique, nous pouvons dire que cette théorie a « fait ses preuves » ou qu'elle est « corroborée ».

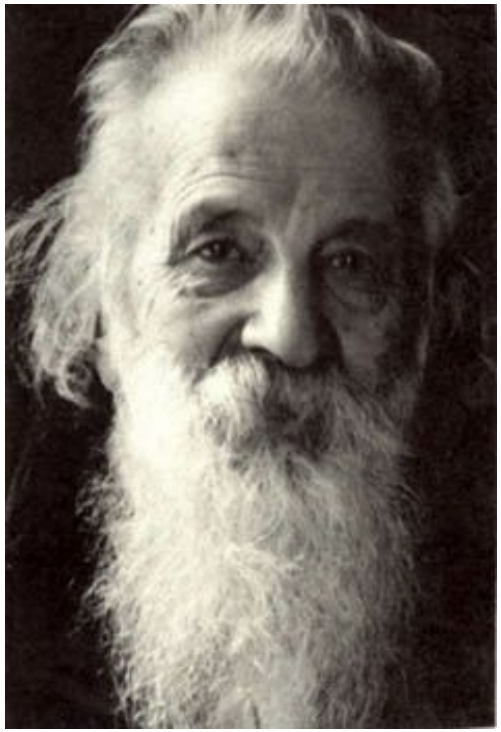
Popper – *Logique de la découverte scientifique*

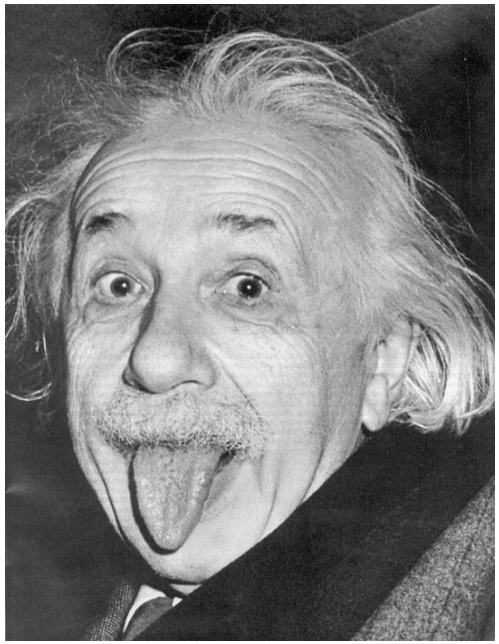
25. Le risque de la réfutation

Une théorie scientifique est celle qui accepte la possibilité d'être provisoire, la possibilité d'être, un jour, contredite. **Le provisoire est, en ce sens, la marque de la scientificité en non son échec.** Une théorie scientifique est provisoire dans la mesure où on peut la considérer comme le moment nécessaire d'un processus progressif dans lequel elle s'inscrit.

La science doit par conséquent abandonner la prétention d'être vraie absolument. La science est toujours plus vraie ; elle est, à mesure qu'elle progresse, une meilleure approximation de la vérité, mais la vérité absolue et définitive demeure pour elle un espoir et un horizon. Les nouvelles théories scientifiques sont des approximations meilleures de la vérité que celles qui les ont précédées.

Le critère de scientificité n'est donc pas un critère externe mais un critère interne : une science se reconnaît à son caractère ouvert et réfutable.





« La géométrie non-euclidienne n'est pas faite pour contredire la géométrie euclidienne. Elle est plutôt une sorte de facteur adjoint qui permet la totalisation, l'achèvement de la pensée géométrique, l'absorption dans une pangéométrie. Constituée en bordure de la géométrie euclidienne, la géométrie non-euclidienne dessine du dehors, avec une lumineuse précision, les limites de l'ancienne pensée. Il en sera de même pour toutes les formes nouvelles de la pensée scientifique qui viennent après coup projeter une lumière récurrente sur les obscurités des connaissances incomplètes. »

Bachelard – *Le nouvel Esprit scientifique* – introduction

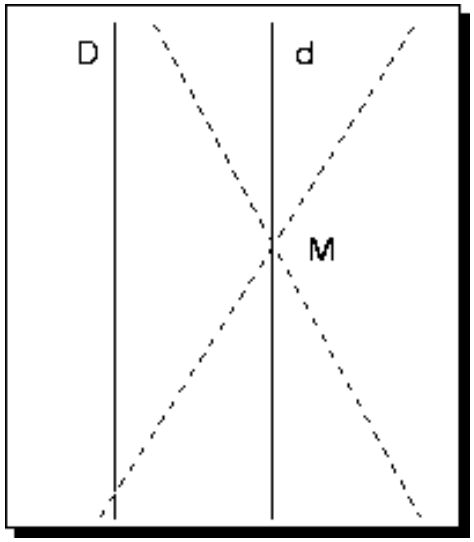
« Or l'esprit scientifique est essentiellement une rectification du savoir, un élargissement des cadres de la connaissance. Il juge son passé historique en le condamnant. Sa structure est la conscience de ses fautes historiques. Scientifiquement, on pense le vrai comme rectification historique d'une longue erreur, on pense l'expérience comme rectification de l'illusion commune et première. »

Bachelard – *Le nouvel Esprit scientifique* – chapitre IV

« Il ne saurait y avoir de plus beau destin pour une théorie (…) que d'ouvrir la voie à une théorie plus englobante au sein de laquelle elle continue d'exister comme cas particulier. »

Einstein – *La Relativité*

Les géométries non euclidiennes



On appelle géométrie non euclidienne une théorie géométrique ayant recours à tous les axiomes et postulats posés par Euclide dans les *Eléments*, sauf le postulat des parallèles.

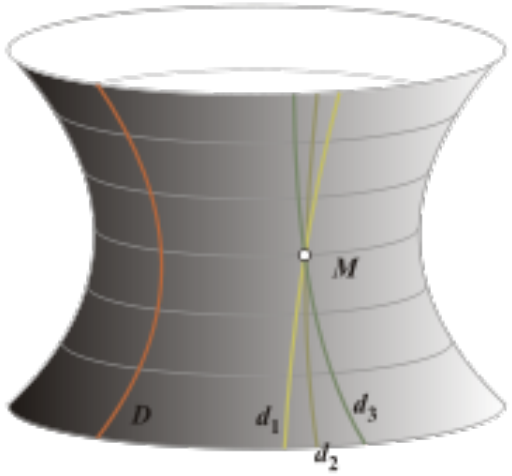
La droite *d* est la seule droite passant par le point *M* et parallèle à la droite *D*. Tout autre droite passant par *M* (par exemple les droites tracées en pointillée) est sécante avec *D*.

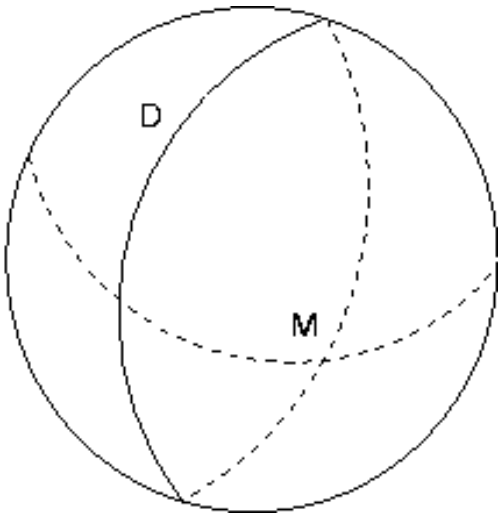
Les différentes géométries non euclidiennes sont issues de la volonté de d'abandonner le cinquième postulat qui affirme que par un point extérieur à une droite, il passe toujours une parallèle à cette droite, et une seule.

Durant plusieurs siècles, la géométrie euclidienne a été utilisée sans que l'on mette en doute sa validité. Elle a même été longtemps considérée comme l'archétype du raisonnement logico-déductif.

Il est remarquable que seul le cinquième postulat d'Euclide ait été levé ; les géométries non euclidiennes respectent par ailleurs toutes les autres définitions d'Euclide. En particulier, une droite est toujours définie comme la ligne de plus court chemin joignant deux points sur une surface.

C'est Gauss qui, dès 1813, a formulé la possibilité qu'il existe d'autres géométries que celle d'Euclide.



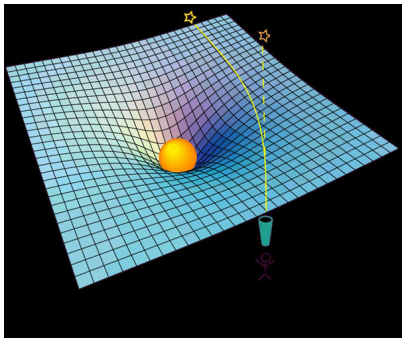


On distingue les géométries à courbure négative, comme celle de Lobatchevski (1829) et Bolyai (1832) (somme des angles d'un triangle inférieure à 180°, nombre infini de parallèles possibles à une droite par un point, par exemple la géométrie hyperbolique), des géométries à courbure positive comme celle de Riemann (1867) (somme des angles d'un triangle supérieure à 180°, parallèles se rejoignant aux pôles, par exemple la géométrie elliptique).

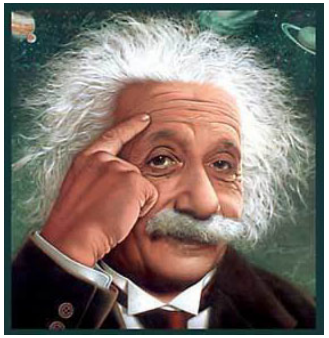
Lobatchevski, Klein et Poincaré ont créé des modèles de géométrie dans lesquelles on peut tracer une infinité de parallèles à une droite donnée et passant par un même point.

Riemann a introduit un autre modèle de géométrie non euclidienne, la géométrie sphérique. Dans ce cas, par un point extérieur à une droite on ne peut mener aucune parallèle (autrement dit, toutes les droites passant par un point extérieur à une droite donnée sont sécantes à cette droite, ou encore toutes les droites de l'espace sont sécantes entre elles). Le modèle est très simple :

- les points sont les paires de points antipodes d'une sphère ;
- les droites sont les grands cercles (c'est-à-dire dire les cercles ayant le même centre que la sphère).



Cette géométrie donne une courbure positive de l'espace (la somme des angles d'un triangle est supérieure à deux droits, ou la somme de deux angles successifs d'un quadrilatère est supérieure à deux droits, ou encore il existe un triangle dont tous les angles sont droits).



PLAN

1. Les leçons de l'expérience
11. Savoir et sagesse
12. Expérience et vérité
13. Science et opinion
14. Vérité et tradition
15. Eloge des Lumières

2. A quoi reconnaît-on une science ?
21. Une brève histoire de l'astronomie
22. Le paradoxe du provisoire
23. La confirmation d'Eddington
24. L'horoscope
25. Le risque de la réfutation