



Portrait de Nicolas Copernic d'après une gravure sur bois du xvi<sup>e</sup> siècle (dans les *Icones sive imagines virorum literis illustrium...*, Nicolai Reusneri ic. Strasbourg, 1590).

25912

CENTRE INTERNATIONAL DE SYNTHÈSE

XXXI<sup>e</sup> SEMAINE DE SYNTHÈSE

1 - 7 JUIN 1973

AVANT  
AVEC  
APRÈS

# COPERNIC

La représentation de l'Univers  
et  
ses conséquences épistémologiques

*Ouvrage publié avec le concours  
du*

**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Albert BLANCHARD

9, rue de Médicis, 75006 Paris

1975

Jean SCHNEIDER

Observatoire de Paris-Meudon

## LES LOIS DE LA PHYSIQUE SONT-ELLES VALABLES PARTOUT DANS L'UNIVERS ?

A Guy Daney de Marcillac

Quelle est la leçon que la pensée Copernicienne nous a donnée ? C'est de ne pas placer notre univers terrestre au Centre de l'Univers. Or l'histoire de la pensée humaine coïncide partiellement avec une lutte contre cette tendance à nous placer à un centre, en un endroit singulier. Copernic n'est que le premier d'une série de penseurs qui nous ont remis à une place plus modeste.

Les orateurs des jours précédents nous ont montré comment l'histoire de l'Astronomie a consisté à déplacer successivement le centre de l'Univers de la Terre au Soleil, puis à la galaxie pour finir par abandonner l'idée d'un centre géométrique de l'Univers comme vient de nous le montrer J. Heidmann. En biologie Darwin a délogé l'homme de sa place d'être unique dans l'ordre vivant pour n'en faire qu'un maillon du réseau de l'évolution des espèces. En biologie toujours, Berthelot a montré que la matière vivante n'est pas séparée du monde inanimé mais en fait intégralement partie.

On peut alors se poser la question suivante : subissons-nous encore quelque manière de nous mettre au centre d'un Univers ou bien sommes-nous définitivement débarrassés de tous les anthropocentrismes concevables ? Je n'examinerai pas cette question dans toute sa généralité mais je la restreindrai à l'Astronomie dans son état actuel. Celle-ci repose sur l'hypothèse selon laquelle les lois de la physique terrestre sont valables partout dans l'Univers. Est-ce que en faisant une telle hypothèse nous ne nous plaçons pas une fois de plus au centre du Cosmos ou bien avons-nous des raisons solides de l'adopter ?

Tout d'abord, pour être clair, j'appellerai Univers, l'Univers observable, c'est-à-dire le Cosmos observé que vient de nous décrire J. Heidmann, élargi aux astres que nous pourrions observer si nos moyens étaient assez puissants. Remarquez que cet Univers comporte déjà un élément d'idéalisation par rapport aux données brutes de l'observation.

D'autre part, je rappellerai brièvement les traits généraux des lois établies en Physique. Selon cette discipline, tout corps dit matériel est

un composé, à la structure plus ou moins complexe, de quelques constituants fondamentaux, les particules élémentaires. Ces particules élémentaires, protons, neutrons, électrons, photons, mésons, on les manipule journellement dans les accélérateurs de particules. De plus, mises en présence les unes des autres, elles interagissent de plusieurs manières. D'abord elles ont entre elles des interactions électromagnétiques qui sont à la base de la physique atomique et de la structure macroscopique de la matière et bien sûr l'attraction gravifique universelle. Depuis une cinquantaine d'années on a d'autre part reconnu la présence d'interactions nucléaires, qu'on appelle maintenant plutôt les interactions fortes, qui sont responsables de la cohésion du noyau atomique, et d'interactions faibles qui se manifestent lors de la radioactivité  $\beta$  par exemple. Il faut d'ailleurs remarquer que l'universalité de l'attraction gravitationnelle au niveau des particules élémentaires est une hypothèse qui n'a pas reçu de confirmation expérimentale directe sauf pour les photons et les neutrons. Mais aucun fait expérimental n'empêche que certaines particules, celles dites étranges par exemple, aient une masse pesante anormale par exemple ou bien ne pèsent rien. Comment se manifestent ces cinq types d'interactions ? Pour ce qui nous intéresse ici, les interactions électromagnétiques sont essentiellement responsables, lorsqu'elles sont décrites dans le langage de la mécanique quantique, des spectres atomiques, c'est-à-dire de la répartition des raies qu'on trouve dans la décomposition spectrale de la lumière émise par un corps. Nous savons qu'une série de raies dans un spectre sert de signature du corps émetteur. Les interactions fortes régissent essentiellement l'énergie de liaison des noyaux, donc leur plus ou moins grande stabilité et les réactions nucléaires ; elles déterminent donc ce qui se passe lors d'une collision entre protons, neutrons ou noyaux c'est-à-dire quels sont les produits finaux d'une telle collision.

Voyons alors ce qui amène les astronomes à penser que les lois de la physique telles que nous les avons dégagées de nos expériences de laboratoire sont valables partout dans l'Univers. Remarquons que la manière la plus directe de s'en assurer serait de nous promener partout dans l'Univers et d'y répéter nos expériences. Actuellement ce n'est guère possible, mais nous remédions à cette incapacité par le raisonnement. Donc nous *supposons* que notre logique s'applique à tout l'Univers. Bien entendu j'accepterai cette hypothèse, mais il faut être conscient que c'en est une.

L'idée que les lois physiques sont transposables telles quelles dans tout l'Univers est alors l'aboutissement d'un processus à plusieurs étapes.

Le point de départ, absolument fondamental, a été l'observation des spectres de la lumière émise par les objets astronomiques. Nous savons

qu'on retrouve dans ces spectres exactement les mêmes raies que celles observées au laboratoire. On tient alors le raisonnement suivant : si les mêmes raies sont observées en laboratoire et dans les étoiles c'est que les mêmes circonstances en régissent la production. Autrement dit que les étoiles et les galaxies sont composées des mêmes atomes que dans nos laboratoires et que ceux-ci obéissent aux mêmes lois de l'électrodynamique quantique. Nous pouvons avoir une confiance d'autant plus solide dans cette hypothèse que l'observation ne souffre aucune exception c'est-à-dire qu'elle est valable, que l'astre observé soit une étoile ou une galaxie.

Pour les interactions fortes ou faibles, les preuves de leur validité universelle sont un peu plus indirectes. Le crédit qu'on accorde à leur universalité vient essentiellement de l'évolution des étoiles et de la source d'énergie qui les fait luire. On suppose que cette source d'énergie est la nucléosynthèse (la même que celle qui est responsable des explosions thermonucléaires) et plus précisément le cycle de synthèses qui agglutine successivement des noyaux d'hydrogène, d'hélium, de bore, de carbone et de fer. En gros, toutes les conséquences observables de cette image, en particulier les relations entre la brillance, la couleur, la masse des étoiles, ont été confirmées par les observations. C'est pourquoi on a confiance dans l'hypothèse que les interactions fortes obéissent aux mêmes lois dans les étoiles et dans nos laboratoires.

Enfin les orateurs précédents nous ont montré comment grâce aux étoiles doubles on peut éprouver la validité des lois de Newton d'attraction gravitationnelle mutuelle entre les étoiles. Les corrections apportées par la théorie d'Einstein sont trop fines pour être observables dans ce cas-là ; cependant sans pouvoir affirmer que cette dernière théorie soit valable universellement, il faut dire que son universalité n'est contredite par aucune observation et qu'elle fournit une description naturelle de la loi d'expansion de l'Univers.

Telle est la pyramide des principes et des faits sur la base de laquelle on est en droit de supposer que les constituants fondamentaux sont un et que les lois qui régissent leurs interactions sont unes. Mais ces réflexions méthodologiques nous fournissent l'occasion de nous interroger sur la nécessité de cette universalité de la Physique. Je voudrais élargir un peu le débat et montrer qu'il n'est pas impossible qu'il y ait un au-delà des lois actuelles appliquées à l'Univers. Je pense que le propre de l'interrogation scientifique est de porter également sur le cadre même dans lequel nous posons les questions. Je ne peux qu'aborder ici quelques points sans les approfondir.

Une première possibilité est évidemment que la Physique Fondamentale terrestre n'est pas directement transposable telle quelle dans d'autres

régions de l'Univers, mais qu'elle n'est qu'un cas particulier local d'une physique plus générale. Il en est ainsi dans les idées de l'astronome anglais Fred Hoyle qui suggère que la masse de l'électron n'est pas une constante absolue mais qu'elle dépend de la région de l'Univers dans laquelle il se trouve (quelques observations préliminaires mettant en défaut la loi de l'expansion de l'Univers pour certaines galaxies auraient pu confirmer cette idée ; cependant l'opinion de l'auteur de cet article est que ces observations sont des artefacts). Cependant au prix d'une légère extension des lois physiques on se trouve ramené à leur universalité. Mais peut-être notre notion de lois ou l'idée que la nature doit obéir à des lois n'a-t-elle pas une valeur universelle et les avons-nous abusivement étendues à tout l'Univers (le physicien J. Wheeler dit que la seule loi de la nature c'est qu'il n'y a pas de loi). J'ai bien fait remarquer au début que c'est par *hypothèse* que nous supposons que notre logique s'applique à tout l'Univers. On pourrait chercher à soutenir que notre logique est le cadre nécessaire où ordonner notre compréhension de la réalité et que nous ne pouvons par principe pas en sortir. Je ne le pense pas ; la Mécanique Quantique est là pour montrer que nous savons, si de nouveaux phénomènes nous y poussent, changer notre logique. Enfin ne faut-il pas questionner « l' » Univers, c'est-à-dire l'Universalité, l'Unicité de l'Univers. L'Univers est-il Un ? Actuellement l'Univers est, comme je l'ai rappelé au début, celui accessible aux observations. Cependant, bien que nous n'ayons pas encore d'indication de la présence d'autres formes non inertes dans le cosmos, une telle éventualité paraît très probable à la science elle-même. Or il est évident que leurs moyens de perception, leur image de l'Univers et donc leur Univers lui-même peuvent être radicalement différents des nôtres. Il n'y aurait donc pas un Univers mais des Univers dont il n'y aurait pas nécessairement de totalisation possible en un Super-Univers. Et les lois de notre Physique ne seraient plus applicables à ces Univers-là auxquels nous aurions pourtant accès dans une certaine mesure par l'intermédiaire de ceux qui les perçoivent. Ce ne sont là que des anticipations, mais auxquelles nous serons nécessairement confrontés si nous recevons un jour des signaux « d'extra-terrestres » et qui montrent un biais possible par lequel l'Universalité des lois de la Physique pourrait être mise en défaut.

Donc pour conclure, admettre que la Physique terrestre est transposable partout dans le Cosmos n'est pas une hypothèse gratuite mais étayée sur des bases observationnelles. Cependant il faut rester ouvert à la possibilité que par quelque biais cette hypothèse soit un jour dépassée, contournée. Après tout, peut-être reconnaitrons-nous un jour à Salvador Dali le mérite d'avoir découvert que le Centre de l'Univers est la gare de Perpignan à midi.

## CONCLUSIONS

Jean KOVALEVSKY. — Conclusions scientifiques.

Bogdan SUCHODOLSKY. — Conclusions philosophiques.