



Bien des énigmes de l'Univers mettent simultanément en jeu¹ d'énormes faits cosmiques et de minuscules grains qu'on découvre sans cesse.

Les problèmes de grandeur ont toujours fait bosser les chercheurs. Ils se sont penchés autant sur le bas d'échelle, ce qui implique des tailles très courtes et des faibles masses, que sur les cotes des comètes.

Se prêtant au jeu du néant, un néant fécond, Einstein, grand humaniste couvert d'honneurs dont la description des courbes nécessite beaucoup de veilles, a tordu l'abîme immense. Il a dilaté les temps en les comptant. Mais il n'a pas vu l'extension de l'Univers que des expérimentateurs ont observée en captant des «bips», «bips» qui tombent sur la Terre. Un astronome colérique qui perdait son latin dès qu'il explosait et tenait alors d'incompréhensibles propos sur Saturne, un vrai sabir, a même prétendu qu'un effet Auger des profondeurs zénithales expliquait l'annulation d'une nova ! On a vu une astrophysicienne vexée en parlant des rayons cosmiques sans valeur : on lui avait dit que sa glotte était pleine de muons. En revanche, d'autres chercheurs sensés qui savaient communiquer ont su exploiter ces messages spatiaux, et décoder avec un art consommé, comme le fit tel savant à tête de lion en découvrant ses pulsars.

En face de ces champions des fresques spatiales, chéris des chroniqueurs fréquentant assidûment leurs groupes, on trouve des spécialistes des particules qui testent sans cesse et sans fin. Ces physiciens font une sacrée tête dès qu'ils découvrent de beaux photons. Une spécialiste des quarks a trouvé beaucoup de sites pour la

«beauté». D'autres expertes maîtrisent parfaitement la réduction des sections efficaces et se montrent indulgentes envers les journalistes qui biffent «proton», ont des attitudes bêtes devant leurs kaons mais fêtent leurs pions. Et ils savent les emmener sur la piste des chimères.

Des lycéens sortant du bac en se demandant si l'Univers est clos, aux membres de l'Académie fêlés dès qu'ils parlent de dilatation car ils se demandent si l'abîme se tasse, tous les scientifiques supputent les mêmes choses en prenant parfois de drôles de poses comme certains jeunes licenciés qui se font volontiers pompeux et se prennent au jeu des questionnaires. Quelles valeurs pour les spins²? Les champs sont-ils légers? Un astrophysicien à turban parle souvent de masse cachée.

Les chercheurs se branchent alors sans délai sur de grands mystères sans craindre de vider bien des poches. Il faut des navettes valant beaucoup plus qu'un million et envoyer en l'air des cosmonautes qui se retrouvent décalés dès qu'ils sont en fusée. Mais il faut aussi d'énormes anneaux où ce ne sont pas des vieux bus qui circulent en pure perte car aucun n'attend personne, mais où paraissent et se cognent à chaque instant avec une colossale énergie de drôles de particules par centaines de milliers. Bref, il ne faut pas cesser de payer, ce qui déclenche une avalanche de coûts.

Ainsi, à Kamioka au Japon, les responsables internationaux d'une énorme expérience viennent de provoquer l'effroi des Nippons avec des coûts de taille. Mais cette débauche de béton va susciter beaucoup de thèses comme le montre l'équipe des chercheurs qui n'ont pas eu le temps de paresser et se font déjà connaître par le bruit de leurs chiffres.

C'est au bout d'une très longue prospection qu'a été lancé le germe des idées tant ces chercheurs étaient en quête de rare. Après bien des passages dans la région de Kamioka, ils ont découvert une immense mine. C'était l'abysse dont ils rêvaient et qui suscita d'emblée de grandes envies de fêtes. Indépendamment du choix des Nippons, ils ont voté avant de se déployer dans des travaux dont ils se disputaient les places. Ils ont commencé par étayer l'abysse car de tels trous ne se comblent pas facilement, puis elle a été complètement pla-

quée par l'équipe des chercheurs qui rêvaient de murs d'ambre. En définitive, après avoir encollé les murs, ils ont choisi l'habile détecteur dont ils se sont servi à de multiples exemplaires pour tapisser partout en se contentant de pain, car l'ascèse mais aussi les bains étaient de rigueur³. On se souillait facilement avant de pouvoir détecter ce qui était le but que couraient ces traqueurs de l'infime. Infimes ne furent pas les pannes mais ils finirent par arriver au bout et ce ne fut pas en treize ans.

Atteindre ce but devant lequel il ne cafouillèrent jamais leur permet de mieux connaître l'effet des forces faibles. Comment se transforme un neutron qu'on prend sur le nez? Mais aussi, comment notre Terre peut elle être tapée des milliards de fois par seconde sans qu'on ne sente rien, par d'invisibles grains-obus? Les hommes, eh bien, ont mis longtemps à trouver le neutrino. Puis ils l'ont vu de plus en plus léger mais ce n'est pas en le faisant chuter. A-t-il une masse et laquelle, ils en sont perturbés, car leurs femmes doutent avec eux. S'il en a une et si elle est trop grosse, ce sera l'effondrement général car le monde pèse trop et finira brisé. S'il n'en a pas ou si elle est toute petite, le monde ne pèse pas assez et finira par s'emballer, tel une énorme bulle qui gonfle et poursuit pour l'éternité son incroyable route.

Avec Kamioka et cette immense mine sans porosité, tout est désormais assez su. Quelques jaloux fustigent la «pègre de physiciens qui exhibent leur neutrino. D'après un spécialiste, c'est une vague célébrité du nom d'Aline qui parle ainsi de pègre et pourtant cette personne en a lu dans l'annonce : «Les neutrinos même maigris émergent massifs du Soleil.»

1. Le mot «jeu» est souvent employé par un arrogant spécialiste de Vernes (Vernes Jules) dont les fictions auraient, dit-on, affermi le règne.
2. Le grand spécialiste du spin est-il Fermi?
3. Le tout fut rempli par 50 000 tonnes d'eau et l'entretien des détecteurs (12 000 photomultiplicateurs) nécessitèrent de nombreuses plongées (*Phrase normative, NDLR*). On mangeait, puis on rotait avant de plonger.

Les lecteurs trouveront, à partir du 1^{er} avril, sur le site internet de Pour la Science (adresse : <http://www.pour-lascience.com>) une traduction du texte du Vicomte et ses 104 figures de style (sauf horreurs ou émissions).



Souvenirs d'un cryodinosauire

NICHOLAS KURTI

L'aube du refroidissement magnétique.

La désaimantation adiabatique, une méthode qui permet d'atteindre des températures de quelques millièmes de degré au-dessus du zéro absolu ($-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$), est née de l'erreur théorique de deux physiciens qui furent pourtant lauréats du prix Nobel. Étonné de leurs analyses erronées, le physicien allemand Franz Eugen Simon me poussa à des vérifications expérimentales qui nous conduisirent à la découverte de cette méthode, en 1956. L'évocation de nos études éclaire les débuts de la physique des basses températures, qui a récemment fleuri avec les explorations de la supraconduction.

Je me suis intéressé à la physique des basses températures en 1929, après ma licence, à la Sorbonne. Quand j'arrivais à Berlin, avec une lettre de recommandation pour Simon, la physique des basses températures était en plein essor.

Ce dernier avait commencé, très exactement, dans l'après-midi du 24 décembre 1877 : le chimiste Jean-Baptiste Dumas annonça à l'Académie

des sciences que l'oxygène venait d'être liquéfié, presque simultanément, mais indépendamment, par Louis Cailletet, à Châtillon-sur-Seine, et par Raoul Pictet, à Genève. C'était un événement, car l'oxygène était alors un gaz prétendu «permanent», c'est-à-dire qu'on pensait impossible à liquéfier ; Cailletet et Pictet avaient obtenu l'oxygène liquide parce qu'ils avaient atteint une température plus basse que leurs prédécesseurs, de $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Puis la physique des basses températures avait connu un autre grand moment en 1898, quand James Dewar, à Londres, avait liquéfié l'hydrogène, à $-252\text{ }^{\circ}\text{C}$. En 1908, l'hélium liquide fut obtenu par H. Kammerlingh Onnes, à Leyde, à $-268,9\text{ }^{\circ}\text{C}$; et, en 1932, William Keesom, également à Leyde, obtint un record de basse température de $0,7\text{ kelvin}$ (soit $0,7\text{ degré}$ au-dessus du zéro absolu) en faisant bouillir de l'hélium liquide sous vide : la réduction de la pression, au-dessus du liquide, facilite l'évaporation, ce qui abaisse la température

d'ébullition (en vertu du même phénomène, l'eau bout à des températures inférieures à $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, en altitude).

Alors que les expérimentateurs atteignaient ainsi des températures de plus en plus basses, les théoriciens cherchaient à interpréter les phénomènes étranges qui apparaissaient dans ce monde où la matière s'immobilise progressivement.

À l'Université de Leipzig, notamment, Peter Debye avait proposé théoriquement une nouvelle méthode de «refroidissement par désaimantation adiabatique» afin d'atteindre des températures encore inférieures : en décembre 1926, il publie dans les *Annalen der Physik* un article intitulé «Quelques remarques sur l'aimantation à basse température». Il se fonde sur des résultats obtenus trois ans plus tôt par Onnes et par H. Woltjer, qui avaient montré que l'aimantation d'un sel, le sulfate de gadolinium, varie en fonction du champ magnétique et de la température, conformément à une formule établie par Paul Langevin.

Appliquant les lois de la thermodynamique à la formule de Langevin, Debye calcule qu'aux températures où l'hélium est liquide, des champs magnétiques de quelques dixièmes de tesla ordonnent puissamment les moments magnétiques des électrons (responsables de l'aimantation) du sulfate de gadolinium.

Que se passe-t-il si l'on aimante d'abord le sulfate de gadolinium de façon isotherme, c'est-à-dire à température constante, puis si l'on réduit ensuite lentement le champ magnétique, la substance étant isolée thermiquement de son environnement ? Lors de la désaimantation, réversible et adiabatique (c'est-à-dire sans échange de chaleur entre l'échantillon et son environnement), l'entropie (le désordre) est constante : à mesure que les moments magnétiques des électrons se désordonnent, leur entropie augmente, mais le désordre des atomes doit diminuer d'autant ; comme la température dépend du mouvement des atomes, le cristal de sulfate de gadolinium doit donc refroidir (voir la figure 2).



Photographie de N. Kurti

1. Ce générateur électrique alimentait les bobines qui engendraient les champs magnétiques de trois teslas, en 1956, à Oxford.