

Deux ou trois choses que je sais de Sakharov (*la minute d'Anselme Lanturlu*)

Jean-Pierre PETIT^{1,2}

Résumé. – Extrait d'une note de Jean-Pierre Petit à propos de l'oeuvre scientifique d'Andrei Sakharov publié dans *Quadrature* n°3 Mars-Avril 1990.

Andrei Sakharov est prix Nobel de la Paix. On le connaît surtout comme le grand refusnik soviétique, le courageux militant pour les droits de l'homme. Certains savent aussi qu'il a contribué fortement à la mise au point de la bombe H soviétique.

On a dit il y a quelques années que le Kremlin l'avait tenu reclus pendant de longues années parce qu'il aurait été détenteur de secrets scientifiques et militaires qui auraient fait de lui un véritable danger en cas de passage à l'ouest.

On connaît très bien l'oeuvre scientifique de Sakharov depuis la publication en 1982 de l'ensemble de ses travaux, traduits en anglais. Les éditions Anthropos (15 rue Lacépède, Paris 75005) traduisent par la suite cet ouvrage en français en 1984. Si vous êtes un physicien théoricien chevronné, précipitez vous sur ce livre. Mais si vous êtes néophyte ces pages ne vous diront pas grand chose, car il s'agit de la reproduction intégrale des articles scientifiques originaux, et non d'un texte de vulgarisation accessible au grand public.

Sakharov est né le 21 mai 1921 à Moscou. Son père était un professeur de physique connu, auteur de nombreux ouvrages de vulgarisation. Avant la guerre la vie des Sakharov correspondait à celle de bourgeois cultivés relativement aisés (vis à vis des normes soviétiques). Andreï commença ses études supérieures en 1938 et les acheva en pleine guerre, en 1942. Il fut alors directement affecté à une grande usine d'armement, sur la Volga, où il travailla jusqu'en 1945. Ceci lui donna une expérience d'homme de terrain, d'ingénieur, qui vint compléter une solide formation de physicien théoricien. En 1945 il devint l'assistant d'Igor Tamm, futur prix Nobel et en 1948

l'équipe s'attela à la réalisation d'une arme thermonucléaire, avec le succès que l'on sait.

En 50 Tamm et Sakharov jetèrent les premières bases de la filière de la fusion contrôlée et inventèrent le Tokamak, ultérieurement développé par l'académicien Artsimovitch. En 1952 Sakharov travailla activement dans le domaine de la MHD (en français magnétohydrodynamique, en russe MGD ou magnétogaz dynamique). Un système à magnétostriction produira alors un champ record de deux mille cinq cent teslas en 1964. Toutes ces recherches constituèrent la base de travaux développés par E.Velikhov, actuel vice-président de l'Académie des Sciences d'URSS, et sur lequel se fonde l'arsenal des armes spatiales soviétiques.

Sakharov fut élu à l'Académie des Sciences en 1953. En 1967 sa carrière scientifique connut un changement profond. En parallèle avec son engagement de militant de la paix, il se réorienta vers la cosmologie et publia des travaux encore peu connus sur un modèle de structure gémeilaire de l'univers.

Comme il est difficile de résumer un tel personnage en un aussi court article, nous axerons sur la trame scientifique. Rappelons seulement que sa prise de position pour la limitation et l'interdiction des armes nucléaires date du début des années 1950 et entraîna dès 1961 un conflit violent avec Nikita Kroutchev. Sakharov contribua activement à la signature, en 1962, du traité d'interdiction des essais nucléaires dans l'atmosphère, dans l'espace et sous la mer. Il reçut le prix Nobel de la Paix en 1975 et fut exilé à Gorki en 1980, après privation de toutes ses distinctions honorifiques.

[...]

1967 marque un virage à angle droit dans la trajectoire de l'académicien. En même temps

1. Directeur de Recherches au CNRS
2. jppetit1937@yahoo.fr

qu'il s'engageait totalement dans sa lutte pour les droits de l'homme il décida d'abandonner toute recherche à vocation militaire. En jurant à ses collègues qu'il ne trahira aucun secret, il bifurqua brutalement vers la cosmologie. Là encore sa contribution s'avèra totalement originale.

La question point de départ était que se passe-t-il à $t < 0$?

Dans un papier de 1967 Sakharov fournit une réponse pour le moins originale. Si on suit, au long d'une « expérience de pensée », une ligne d'univers, à la traversée de la singularité nommée Big Bang la flèche du temps subit une inversion (notons que le physicien anglais non moins célèbre Hawking suggéra dans un papier de 1987 une inversion similaire de cette flèche du temps, mais cette fois lorsque l'univers semble lassé de s'étendre et se recontracte de manière... rétrochrone).

Sakharov compléta cette vision en suggérant que les phénomènes situés de l'autre côté du Big Bang, c'est à dire sur son « versant rétrochrone » puissent n'être que des images « CPT » de ce qui se passe sur notre versant « diachrone ».

Que veut dire CPT ? Il faut entendre C pour charge, P pour « parité » et T pour temps. La parité correspond à l'orientation droite gauche. Lorsqu'on inverse la charge, le temps et qu'on réalise une symétrie en miroir (c'est-à-dire qu'on remplace les objets par leurs « images énantiomorphes ») on change la matière en antimatière (et vice versa). Sakharov apporta donc une réponse à l'éternelle question « mais où est passée l'antimatière ? ». Elle serait ainsi « de l'autre côté de ce miroir spatio temporel » qu'est le Big Bang³.

On sait que notre versant d'univers présente une « violation du principe de parité ». Lorsqu'on considère deux réactions nucléaires qui sont en miroir, spatialement parlant, les résultats sont les mêmes, mais les durées de ces phénomènes diffèrent de façon mesurable. C'est une des découvertes scientifiques majeures de l'après guerre. Sakharov suggéra que cette violation du principe puisse être inversée dans le versant gemellaire d'univers, symétrique du nôtre. Sa vision cosmologique complète implique une synthèse des constituants matériels de l'univers, des baryons (bary, en

grec, veut dire lourd) à partir de quarks, tandis que les anti-baryons résulteraient de la fusion d'antiquarks. Au cours du temps la violation du principe de parité aurait permis dans notre versant d'univers une production en excès de matière, au détriment de l'antimatière, dans la proportion de un pour un milliard. C'est ce qui aurait évité la totale annihilation au premier centième de seconde. Notre versant d'univers contiendrait ainsi un excès de matière et un excès d'antiquarks. Le scénario serait évidemment inverse dans cet autre versant de l'univers qui contiendrait un excès d'antimatière et un excès de quarks (en fait l'image en miroir de notre situation spatio-temporelle). Notons que cette asymétrie baryonique va, selon Sakharov, avec une durée de vie du proton finie, évaluée par Sakharov à 1050 ans, idée qu'il a été un des tous premiers à lancer.

Comme le note Susskind, de Stanford University, commentateur des travaux de Sakharov dans l'ouvrage paru aux éditions Anthropos :

« Avant les audacieuses hypothèses de Sakharov, la seule réponse était que Dieu avait créé l'univers avec plus de matière que d'antimatière, un point c'est tout ».

La place manque évidemment dans ce court article pour déployer tout l'éventail des directions de recherche suivies par Sakharov, véritable « généraliste de la physique ». Nous terminerons en reproduisant la dernière page de son discours de réception de prix Nobel, qui date de 1975 :

« Il y a des milliers d'années les tribus humaines souffraient de grandes privations dans la lutte pour l'existence. Il était alors important, non seulement de savoir manier une matraque, mais de posséder la capacité de penser intelligemment, de tenir compte du savoir et de l'expérience engrangés par la tribu et de développer les liens qui établiraient les bases d'une coopération avec d'autres tribus. Aujourd'hui la race humaine doit affronter une épreuve analogue. Plusieurs civilisations pourraient exister dans l'espace infini, parmi lesquelles des sociétés qui pourraient être plus sages et plus "performantes" que la nôtre. Je soutiens l'hypothèse cosmologique selon laquelle le développement de l'Univers se répète un nombre infini de fois, suivant des caractéristiques essentielles. D'autres civilisations, y compris certaines plus "performantes", sont inscrites un nombre infini de fois sur les pages "suivantes" »

3. Voir par exemple les premières minutes de l'univers, de Steven Weinberg, au Seuil, ou la traduction que j'en ai faite en bande dessinée : mon album Big Bang, toujours dans la série des Aventures d'Anselme Lanturlu.

ou "précédentes" du Livre de l'Univers. Néanmoins nous ne devons pas minimiser nos efforts sacrés en ce monde, où comme de faibles lueurs dans l'obscurité, nous avons surgi pour un instant du néant de l'inconscience obscure à l'existence matérielle. Nous devons respecter les exigences de la raison et créer une vie qui soit digne de nous-mêmes et des buts que nous percevons à peine. »

J.P.P.

P.S. : Le lecteur curieux pourra trouver une présentation imagée de ce thème dans ma bande dessinée LE TOPOLOGICON, paru aux éditions Belin, 8 rue Férou, Paris 75006. Le scientifique plus averti pourra se référer aux deux articles que j'ai publiés en 1977 aux comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris (en ignorant ce qui avait été fait par Sakharov) et intitulés "Univers Enantiomorphes à temps propres opposés" et "Univers en interaction avec leur image dans le miroir du temps".