

code Arzamas-16. Parfois aussi, elle est surnommée Los Arzamas, en référence à la ville américaine où se déroule le projet Manhattan.

Avec les autres physiciens d'Arzamas, Sakharov passe ses journées à affiner les détails de la bombe, mais il trouve le temps de mettre au point une théorie de confinement des plasmas. Les plasmas sont des sortes de gaz où les électrons sont séparés des atomes. Un plasma détruirait n'importe quel mur fait de matière, mais on peut le confiner dans un champ magnétique. Ce principe, à l'origine du réacteur Tokamak, reste aujourd'hui l'idée la plus prometteuse pour produire de l'énergie à partir de réactions contrôlées de fusion. En russe, *tokamak* désigne une chambre à bobine magnétique ayant la forme d'un tore (voir la figure 6).

En novembre 1952, la première bombe thermonucléaire américaine explose. Neuf mois plus tard, la *Sloïka* est prête. Cependant, à la dernière minute, le physicien Viktor Gavrilov, qui connaît la météorologie, envisage la propagation des retombées radioactives de l'explosion et ses conséquences sur les populations voisines. Personne n'a songé à ce problème, mais les physiciens évaluent rapidement la configuration des retombées et concluent qu'il faut évacuer des milliers de personnes. La recommandation est suivie d'effet, bien que, comme Sakharov l'apprend ensuite des autorités, ce type de manœuvre provoque généralement 20 à 30 morts.

Le test de la *Sloïka* est un succès : l'énergie libérée est environ 20 fois supérieure à celle de la bombe d'Hiroshima. En quelques mois, Sakharov devient, à l'âge de 32 ans, le plus jeune physicien élu à l'Académie des sciences soviétique, il reçoit le prix Staline et est promu Héros du travail socialiste (il le sera encore à deux reprises). Le gouvernement soviétique nourrit de grands espoirs à l'égard de Sakharov : il est brillant, sans être ni juif (contrairement à Zel'dovich et Ginzburg) ni compromis sur le plan politique (contrairement à Tamm).

Comme le rayon d'action de la *Sloïka* ne peut être augmenté indéfiniment, Sakharov et Zel'dovich imaginent un nouveau mécanisme, où des photons engendrés par une réaction de fission initiale compriment un tube et déclenchent ainsi la fusion à l'intérieur de celui-ci. La puissance d'une telle bombe, proche de celle

conçue par Ulam et Teller, est directement fonction de la longueur du tube utilisé.

Les éclats volent

Les physiciens d'Arzamas-16 discutent assez librement de politique, et ils disposent des publications de l'Ouest, tel le *Bulletin of the Atomic Scientist*, qui traite des dimensions sociales de l'énergie nucléaire et qui montre l'influence des chercheurs occidentaux sur la politique de leur pays. Sakharov est alors influencé par Leo Szilard, inventeur de la réaction en chaîne à l'origine de la bombe atomique, mais devenu militant antinucléaire. Les écrits d'Albert Einstein, de Niels Bohr et d'Albert Schweitzer l'influencent également.

En 1955, le directeur administratif d'Arzamas-16 informe les autorités des opinions politiques dangereuses de Sakharov. Par exemple, il refuse d'être élu au Conseil des députés du peuple, une assemblée législative d'Arzamas. Ce comportement «dangereux» empirera.

En novembre 1955, l'onde de choc de l'explosion d'une des nouvelles bombes à hydrogène tue un soldat dans une tranchée qui s'effondre et un enfant dans une maison qui est soufflée. Sakharov est bouleversé. Lors du banquet de célébration, il déclare : «Que tous nos systèmes explosent avec le succès d'aujourd'hui, mais toujours sur des sites de test, et jamais sur des villes.» Le maréchal Mitrofan Nedelin lui rétorque que les scientifiques doivent se contenter de fabriquer les bombes et laisser les militaires décider de l'endroit où ils les font exploser. Cette remarque ne remet pas Sakharov en place : il apprend alors la génétique, afin de savoir combien de cancers et combien de mutations seront dus aux essais nucléaires.

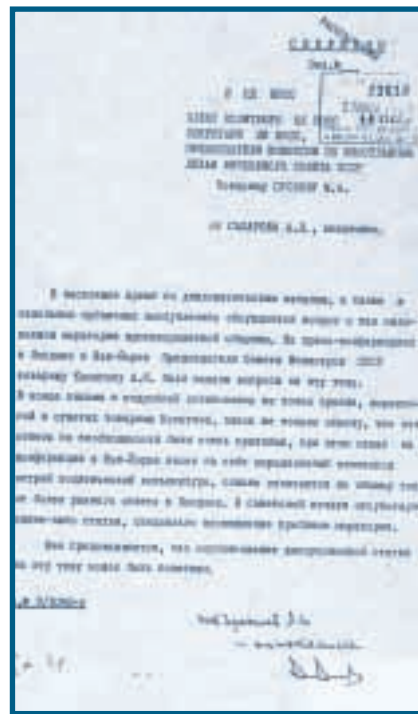
En 1957, la presse américaine annonce la conception d'une bombe «propre», avec peu d'éléments de fission et aucune retombée radioactive. Néanmoins Sakharov calcule qu'une bombe «propre» d'une mégatonne (l'équivalent d'un million de tonnes de TNT) provoquerait dans le monde 6 600 morts par cancer ou par mutation au cours d'une période de 8 000 ans, en raison de l'interaction des neutrons de l'explosion et de l'azote atmosphérique (cette interaction forme du carbone 14 radioactif). En 1958, il écrit, dans le journal soviétique *Energie atomique*, que les essais atmosphériques de toute

bombe à hydrogène—«propre» ou non—sont dangereux.

Le premier secrétaire du Parti communiste soviétique, Nikita Khrouchtchev, cautionne cet article à des fins politiques : en mars 1958, il annonce la suspension des essais nucléaires soviétiques. En revanche, Sakharov ne



4. *SLOÏKA*, une bombe à hydrogène fondée sur une idée de Sakharov, fut testée en 1953 à Semipalatinsk, en Sibérie. La photographie montre le champignon atomique et l'onde de choc.



5. DANS CETTE LETTRE, Sakharov demande à son gouvernement (la première page est reproduite) l'autorisation de publier un article où sont décrits les dangers des missiles antibalistiques. L'autorisation lui est refusée, Sakharov écrit alors un essai qui parvient à l'Ouest.

joue pas avec les résultats de ses études ; il se préoccupe sincèrement des victimes qui s'ajoutent à toutes les personnes qui souffrent et meurent déjà dans le monde. L'impunité de ces crimes le contrarie : comment prouver qu'un décès est dû à des radiations ?

Dans son livre intitulé *Sur l'avenir nucléaire*, Teller publie la même année l'évaluation faite par la majorité des experts américains et soviétiques : la dose de radiations émises lors des essais sera environ 100 fois inférieure à celles produites par d'autres sources, tels les rayons cosmiques ou les examens radiographiques médicaux. Selon lui, les radiations dues aux essais diminuent l'espérance de vie d'environ deux jours, tandis qu'un paquet de cigarettes quotidien la réduit 1 000 fois plus. «On a prétendu, conclut-il, qu'il ne faut pas mettre de vie humaine en danger. N'est-il pas plus réaliste, et plus conforme aux idéaux de l'humanisme, de tendre vers une vie meilleure pour toute l'humanité ?» Pour Sakharov, cette affirmation ressemble au proverbe soviétique : «Quand on fend du bois, les éclats volent.» Dès lors, il se sent responsable de toute mort provoquée par les retombées des essais.

Pendant le moratoire soviétique, les Américains et les Britanniques poursuivent leurs essais. Après six mois d'interruption, Khrouchtchev, furieux, ordonne la reprise des essais. Sakharov convainc alors Igor Kurchatov, le responsable scientifique du programme nucléaire, d'expliquer à

Khrouchtchev les avantages des simulations et des expériences à petite échelle : Khrouchtchev rejette le conseil. Quand Sakharov réitère sa demande, en 1961, Khrouchtchev lui répond de laisser la politique à ceux qui y comprennent quelque chose.

En 1962, Sakharov apprend que deux modèles de bombes à hydrogène très similaires vont être testés. Il tente d'éviter un des essais en utilisant toutes ses ressources. En vain. Lorsque la deuxième bombe explose, il pose le front sur son bureau et pleure.

En 1963, en revanche, Sakharov gagne une bataille. À cette époque, Khrouchtchev est affaibli par l'échec de ses réformes agricoles et industrielles, ainsi que par le désaccord avec la Chine. Quand Sakharov propose de renoncer aux essais les plus dangereux – les essais à ciel ouvert –, son idée est acceptée par les autorités. Le Traité d'arrêt limité des essais dans l'atmosphère, les mers et l'espace est signé à Moscou, le 5 août, par les États-Unis, l'URSS et le Royaume-Uni (la France ne le signe pas !). Sakharov est à juste titre fier de sa contribution ; les effets dangereux des essais à ciel ouvert cessent de le tourmenter.

Après ce succès, Sakharov abandonne le programme sur la bombe, mais il considère que son action politique, en matière d'armement, n'est pas inutile. Simultanément, il revient à ses premières amours : la science pure. Par exemple, il identifie les conditions susceptibles d'expliquer l'excès de

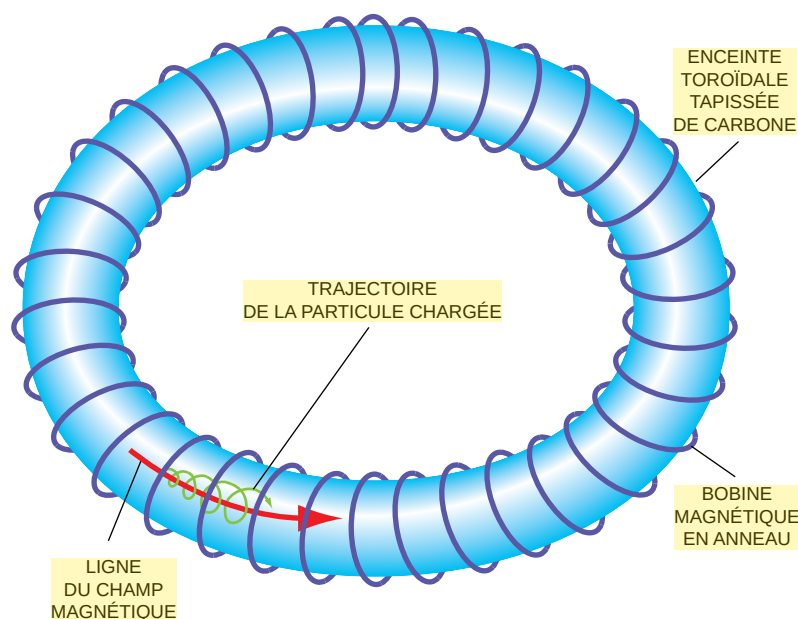
matière par rapport à l'antimatière dans l'Univers (voir *L'asymétrie de la matière*, par Helen Quinn et Michael Witherell, *Pour la Science*, janvier 1999). Vladimir Kartsev, un jeune physicien qui lui demande alors une préface pour un ouvrage de vulgarisation scientifique, se souvient d'un homme très heureux, plein d'énergie et d'idées.

Alea jacta est

En 1966, alors que Leonid Brejnev est au pouvoir depuis deux ans, Sakharov signe une pétition contre une dangereuse tentative de réhabilitation de Staline. En décembre de la même année, il participe à une manifestation en faveur des droits de l'homme. Sa lettre de soutien aux dissidents, adressée au gouvernement, lui vaut une importante diminution de salaire et la perte de l'un de ses postes administratifs.

Sa vision du monde se radicalise. En juillet 1967, il invite par courrier secret le gouvernement à accepter le moratoire sur le système de missiles antibalistiques proposé par les États-Unis parce qu'une course aux armements augmenterait la probabilité d'une guerre nucléaire. Il sollicite également l'autorisation de publier dans un journal soviétique un manuscrit de dix pages pour aider «les scientifiques américains à modérer les plus véhéments d'entre eux». L'analyse de cet article montre que Sakharov se considère encore comme un expert dévoué aux «intérêts essentiels de la politique de défense soviétique». Voyant cette autorisation refusée, Sakharov conclut que les autorités soviétiques sont inconscientes du danger qu'elles font courir au monde.

Au début de 1968, Sakharov commence l'écriture de ses *Réflexions sur le progrès, la coexistence pacifique et la liberté intellectuelle*, où il décrit le grave danger d'une guerre thermonucléaire et aborde d'autres sujets, telles la pollution, la surpopulation et la guerre froide. Il défend l'idée que la liberté intellectuelle – et, plus généralement, les droits de l'homme – représente l'unique base de la sécurité internationale, et il appelle à la convergence du socialisme et du capitalisme vers un système qui combinerait les meilleurs aspects des deux systèmes. Sakharov ne cache pas ces idées : ses textes sont dactylographiés par des secrétaires d'Arzamas-16 qui, automatiquement, en font une copie qui est transmise au KGB.



6. PLAN d'un réacteur Tokamak, d'après une idée et un dessin de Sakharov. Le plasma composé des noyaux de deutérium et de tritium est confiné par le champ magnétique toroïdal. Il atteint ainsi une température et une pression suffisantes à la fusion.

À la fin avril, Sakharov transmet cet essai radical au samizdat, le système de presse clandestine ; puis, deux mois plus tard, il l'envoie à Leonid Brejnev (qui en avait déjà connaissance grâce au KGB). En juillet, l'article est diffusé par la BBC et publié dans le *New York Times*. Sakharov se souvient avoir écouté l'émission de la BBC avec satisfaction : «Les jeux étaient faits».

Sakharov est alors assigné à résidence à Moscou et empêché de se rendre à Arzamas-16, où il a pourtant passé 18 ans de sa vie. Il reste un triple Héros du travail socialiste, qui, de surcroît, connaît les secrets les plus sensibles de la nation : il n'est limogé du programme de recherches sur la bombe que l'année suivante. Peu après, sa femme meurt d'un cancer, le laissant avec ses trois enfants, dont le plus jeune a 11 ans. Sakharov fait don de toutes ses économies à un centre anticancéreux et à la Croix-Rouge soviétique.

Il lui reste toutefois 20 ans à vivre, pendant lesquels il rencontre Elena Bonner, dont il tombe éperdument amoureux ; il reçoit le prix Nobel de la paix en 1975, passe sept années en exil à Gorki, et, paradoxalement, est élu au parlement soviétique sept mois avant sa mort.

«Si je me sens libre, affirme-t-il, c'est uniquement parce que seule mon analyse morale concrète fonde mon action.» Au cours des années 1970, l'un de ses collègues, Vladimir Ritus, lui demande pourquoi il s'était tant exposé. Sakharov répond : «Qui d'autre que moi aurait pu le faire?» Son destin et son travail sur la bombe à hydrogène lui avaient imposé des choix, il avait choisi.

Gennady GORELIK est chercheur au Centre de philosophie et d'histoire des sciences de l'Université de Boston.

S. DRELL et L. OKUN, *Andreï Dmitrievich Sakharov*, in *Physics Today*, vol. 43, pp. 26-36, août 1990.

Alfred A. KNOPE, *Andreï Sakharov : Mémoires*, traduit du russe par Richard Lourie.

Sakharov Remembered : A Tribute by Friends and Colleagues, sous la direction de Sidney D. Drell et Sergei P. Kapitza, American Institute of Physics, 1991.

New Light on Early Soviet Bomb Secrets, numéro spécial de *Physics Today*, vol. 49, n° 11, novembre 1996.
