

La technologie pour fabriquer les armes nucléaires du futur est au point

Des chercheurs ont réussi à déclencher des réactions de fusion avec un dispositif très peu encombrant. Loin de permettre la création d'une nouvelle source d'énergie, cette découverte pourrait être utilisée dans les bombes les plus modernes

Anton Vos

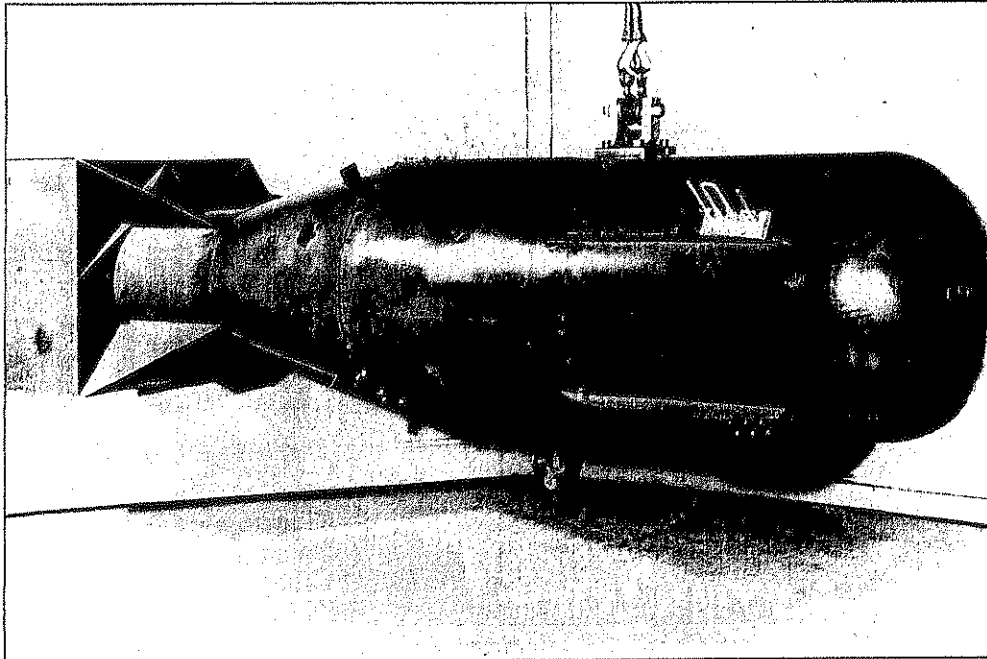
La nouvelle a créé pas mal d'émotion dans la communauté scientifique: des chercheurs ont réussi à provoquer des réactions de fusion thermonucléaire avec un dispositif très compact. L'expérience a été présentée fin mars par une équipe du Laboratoire Lawrence Livermore de Californie, à l'occasion du centenaire de la Société américaine de physique. C'est un laser particulier qui, en frappant de plein fouet un gaz formé de grappes de deutérium (des atomes d'hydrogène dont le noyau compte un neutron en plus du proton), est parvenu à initier la réaction hautement énergétique.

L'intérêt du travail, publié dans la revue *Nature* du 8 avril, réside dans le fait que, pour obtenir ce résultat, les chercheurs ont concentré l'énergie lumineuse du laser dans des flashes d'une durée extrêmement brève. Ceux qui sont venus chauffer le deutérium n'excédaient pas 35... femtosecondes (millièmes de milliardième de seconde). A titre d'illustration, une femtoseconde représente à peu près le temps mis par l'électron pour faire le tour du noyau atomique. Autre prouesse, et non des moindres: l'ensemble du dispositif tenait sur une surface pas plus grande qu'une table. Devant cette avancée notable de la science et de la technologie, l'enthousiasme a largement prédominé. Quelques spécialistes pourtant, assez rares, y ont vu un indice de plus que les bombes nucléaires de la nouvelle génération sont sur le point d'être réalisables.

Cette nouvelle technique partage, en gros, les mêmes principes physiques de base que ceux de la fusion contrôlée - celle que les réacteurs tokamaks sont censés réaliser. Pourtant, elle n'est absolument pas applicable à la production d'énergie utilisable. Les chercheurs l'admettent d'ailleurs eux-mêmes. A la question de savoir si son installation pourrait un jour fournir davantage d'énergie qu'elle en avale pour fonctionner, le premier auteur de l'article, Todd Ditmore, répond, dans les colonnes de la revue *Science* du 2 avril: «Jamais.» La seule application qu'il propose consiste à en faire une source de neutrons très brillante, utile pour l'étude des matériaux. «Le programme mondial de recherche sur la fusion a besoin d'une telle source, poursuit-il. Mais n'en possède pas encore.»

Motivation peu pacifique

Il se trouve pourtant que ce genre d'expériences a une utilité, en plus de la seule curiosité scientifique, d'une motivation beaucoup moins pacifique: l'élaboration de nouvelles armes nucléaires. Les spécialistes - exactement comme celui utilisé dans l'expérience de fusion décrite ci-dessus - sont un sujet d'étude majeur dans les centres de recherche militaires dont fait partie le Laboratoire Lawrence Livermore. Ces ins-



Cette bombe atomique est de même type que celle lancée sur Hiroshima en 1945, «Little Boy». Elle pèse plus de 4 tonnes. Aujourd'hui, la recherche militaire essaie de développer des bombes plus petites qui contournent les traités internationaux de non-prolifération.

Depuis soixante ans, quatre générations de bombes nucléaires

L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE a une histoire qui remonte exactement à soixante ans. La fission nucléaire a été découverte par Otto Hahn et Fritz Strassmann en 1938. L'interprétation théorique correcte est venue entre Noël 1938 et le 16 janvier 1939 grâce à Lise Meitner et Otto Robert Frisch. Depuis, l'homme a développé des centrales nucléaires et... des bombes. Florilège.

PREMIÈRE GÉNÉRATION
Ces armes sont toutes des bombes à l'uranium ou au plutonium, aussi appelées bombes A. La science et la technologie sous-jacentes sont relativement simples et en font les armes les plus susceptibles de proliférer. En gros, une sphère de matière fissile (au minimum 5 kilos pour du plutonium ou 15 kilos pour de l'uranium) est entourée d'un explosif conventionnel. Lorsque ce dernier est mis à feu, il provoque une implosion du cœur qui se comprime et déclenche la réaction nucléaire en chaîne. Il en résulte une explosion dont on connaît les conséquences depuis Hiroshima et Nagasaki. Le mécanisme est assez fiable pour ne pas avoir à effectuer des tests en grandeur nature.

DEUXIÈME GÉNÉRATION
Ce sont majoritairement des bombes H (à hydrogène), c'est-à-dire des bombes à fusion dont le détonateur est une bombe A. Leur pouvoir destructeur est équivalent à quelques centaines de milliers de tonnes de TNT, soit vingt fois plus que les bombes de première génération. Le développement de ces armes a nécessité de nombreux tests en grandeur nature. Toutefois, après cinquante ans de recherche et près de 2000 explosions atmosphériques et souterraines, plus aucun progrès important n'est attendu. Reste que les bombes H sont celles qui ont fleuri durant la guerre froide et risquent de rester encore longtemps dans les arsenaux: elles sont simples, sûres, fiables, relativement bon marché et très destructrices.

TROISIÈME GÉNÉRATION
Il s'agit d'armes très hétéroclites telles que la bombe à neutrons ou d'autres créant des jets de rayons X, d'ondes électromagnétiques, de particules, de plasmas, etc. Ces armes n'ont jamais été jugées vraiment convaincantes pour être utilisées militairement. Dans le cas contraire, leur développement aurait de toute façon

demandé de nombreux tests en grandeur nature. C'est probablement pourquoi elles représentent la principale cible du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (CTBT).

QUATRIÈME GÉNÉRATION
Ces bombes sont basées sur des processus atomiques ou nucléaires qui ne sont pas interdits par le CTBT, ce qui les rend accessibles à tous les pays, même les puissances non nucléaires. Leur développement dépend en grande partie des dernières avancées de la recherche fondamentale et de simulations informatiques très sophistiquées. Leur fabrication sera beaucoup plus complexe que les bombes des première et deuxième générations. Cela restreindra leur diffusion aux pays technologiquement les plus avancés. Mais les avantages tactiques de ces armes sont indéniables puisque la plupart ne produiront qu'une radioactivité résiduelle, sans aucune comparaison avec les bombes plus anciennes. Etant donné les progrès dans ce domaine, les premiers prototypes pourraient bien voir le jour au cours de la prochaine décennie.

A. Vos

truments représentent une des clés permettant la mise au point de bombes H de la nouvelle génération. Et si le secret militaire a été levé, c'est parce qu'un autre groupe a déjà publié officiellement une telle expérience de fusion inertielle directe par superlaser (des Allemands de l'Institut Max-Planck d'optique quantique à Garching en 1997).

Les superlasers permettront de réaliser des bombes ayant une charge explosive moins importante que celle des armes nucléaires actuelles et dont les effets secondaires radioactifs seraient considérablement diminués. Car aux yeux des experts militaires, le «problème» des bombes thermonucléaires, telles qu'elles sont construites aujourd'hui, est qu'elles sont

inutilisables. Elles constituent un moyen de dissuasion, certes, mais ne peuvent pas raisonnablement être utilisées sur un champ de bataille (lire ci-dessous).

D'une part, leur taille minimale, pour qu'elles fonctionnent, est définie par des grandeurs physiques immuables qui en font des explosifs d'une puissance équivalente à au moins un millier de tonnes de TNT (les missiles conventionnels les plus puissants atteignent péniblement quelques centaines de kilos de TNT). Il n'est pas possible de franchir ce seuil sans changer radicalement de technologie. D'autre part, toutes les bombes H contiennent une bombe atomique de fission servant à amorcer la réaction ther-

monucléaire de fusion. D'où une pollution nucléaire intense qui s'ajoute à une destruction massive.

«Bombinettes» nucléaires
La recherche militaire s'est depuis longtemps concentrée sur de nouveaux types d'allumeurs de réaction thermonucléaire de fusion, plus petits, plus précis et plus fiables. Parmi ceux-ci, le superlaser est en bonne place. Avant leur invention, les lasers possédaient des puissances relativement modérées, très insuffisantes en tout cas pour induire directement des réactions de fusion thermonucléaire.

Les progrès eux-mêmes se faisaient très lentement. En 1984-1985 pourtant, les travaux de deux chercheurs, l'Ar-

gentin Oscar Eduardo Martinez et le Français Gérard Mourou, ont permis un saut impressionnant dans la montée en puissance des lasers. Leur technique, baptisée amplification par sifflement, a permis à cette puissance d'être multipliée par un million en moins de quinze ans. Cette augmentation prodigieuse est du même ordre que celle qui sépare les énergies chimiques et nucléaires. Et ce n'est pas fini.

Théoriquement, les physiciens savent depuis des années que la lumière laser pourrait induire directement des réactions de fusion et de fission nucléaire à condition qu'elle soit suffisamment concentrée (environ 10^{21} watts/cm²). La cinquième édition du Rapport technique sur les armes nu-

Les limites d'un traité

Le Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (CTBT) a été adopté par l'Assemblée générale des Nations unies le 10 septembre 1996. Il met théoriquement fin aux explosions d'armes nucléaires dans la nature. Les tests en laboratoire, en revanche, ne sont pas concernés. Le CTBT autorise notamment les micro-explosions, c'est-à-dire la déflagration de bombes de quelques millimètres de grandeur à base de matière fissile ou fusionnable. Ces explosions peuvent notamment être déclenchées par des lasers assez puissants et permettent l'étude en détail de la fusion thermonucléaire, dont les mécanismes ne sont pas parfaitement connus. Ce travail est indispensable pour le perfectionnement des armes actuelles et le développement des armes futures. Les armes nucléaires de quatrième génération seront cent ou mille fois plus puissantes que les missiles conventionnels actuels. Ce ne seront donc toujours pas des armes à destruction massive. En outre, elles n'utiliseront pas ou peu de matière fissile - la radioactivité résiduelle produite serait très faible. Pour ces raisons, elles ne tomberont pas sous le coup du CTBT.

Les cinq puissances nucléaires, les États-Unis, la Russie, la Grande-Bretagne, la France et la Chine, développent toutes des superlasers ayant des puissances de plus en plus élevées. De plus, les États-Unis et la France construisent des installations laser géantes qui seront terminées dans quelques années et dont une partie pourra être convertie en superlaser: le NIF en Californie et le laser mégajoule près de Bordeaux. Mais d'autres pays sont entrés dans la danse. L'Allemagne et le Japon, notamment, ont déjà rapidement comblé leur retard dans la course à l'armement nucléaire.

Pour en savoir plus: INESAP Technical Reports: **FOURTH GENERATION NUCLEAR WEAPONS**, 5e édition, 1999, 160 pages. Enseignements: INESAP c/o IANUS, Hochschulstr. 10, Darmstadt University of Technology, 64289 Darmstadt. Fax +49 61/51 166309, e-mail: ianus@rzpub.tu-darmstadt.de **L'UNIVERS DES PLASMAS**, par Pascal Braud, Ed. Flammarion, 1999, 235 pages. **A. Vos**