

L'atome au service de la guerre



Jamais une découverte scientifique n'a été si rapidement appliquée, jamais de tels moyens financiers et humains n'ont été mis au service d'une aventure techno-scientifique. Tout cela dans un seul but: la bombe atomique.

Ce 6 août 1945 à 2 heures 30 locale, la météo sur Hiroshima étant satisfaisante, le bombardier B 29 *Enola Gay* décolle de l'aéroport militaire américain de Tinian, dans les îles Mariannes. Le commandant Tibbets, qui s'entraîne depuis des mois à cette mission, est le seul de l'équipage à connaître la nature de la bombe de quatre tonnes qu'il transporte dans ses soutes.

A 8 h 15, la bombe est larguée sur Hiroshima; elle explose quarante-cinq secondes plus tard, à 600 m d'altitude au-dessus du centre de la ville. Les deux blocs d'uranium 235 qu'elle contient sont violemment projetés l'un contre l'autre par l'explosif ; la masse critique de combustible nucléaire étant atteinte, la réaction en chaîne se propage en un éclair. Les premiers noyaux d'uranium éclatent projetant des neutrons qui vont casser les noyaux voisins, qui émettent à leur tour des neutrons qui déclenchent de nouvelles fissions... La puissance nucléaire s'emballe: 10^{24} noyaux d'uranium fissionnent en une cascade de "générations", soit en moins d'un millionième de seconde. Pour la première fois dans l'histoire humaine, la matière se métamorphose en une colossale énergie. La destruction d'un peu plus d'un kilogramme d'uranium libère 60 000 joules, l'équivalent de 13 000 tonnes de TNT concentré dans un tout petit espace. La température atteint plusieurs centaines de millions de degrés, la pression plusieurs millions d'atmosphères. La première bombe atomique, que les Américains ont baptisé *Little-Boy* (petit garçon), a recréé les conditions qui règnent à l'intérieur du Soleil. Mais c'est un soleil de mort.

L'énergie née de la fission nucléaire se libère de trois façons: 35 % sous forme d'énergie thermique, 50 % emporté par l'onde de choc et le souffle, et 15 % émis

sous forme de radiations nucléaires. Dès le premier millionième de seconde, l'énergie thermique est emportée, dans un flash de lumière blanche éblouissante, par des rayons X qui transforment l'air en une boule de feu - d'environ un kilomètre de rayon et de plusieurs millions de degrés - planant quelques secondes sur Hiroshima, et par une onde thermique qui se propage à la vitesse de la lumière, brûlant tout sur son passage. Au sol, la température atteint plusieurs milliers de degrés sous le point d'impact; dans un rayon de 1 km, tout est instantanément vaporisé et réduit en cendres. Jusqu'à 4 km de l'épicentre, bâtiments et humains prennent feu spontanément ; les personnes situées dans un rayon de 8 km souffrent de brûlures du 3ème degré.

Engendrée par la phénoménale surpression due à l'expansion des gaz chauds, une onde de choc se forme et progresse à près de 1000 km/h, semblable à un mur d'air solide de forme sphérique. Accompagnée de vents d'une violence inouïe qui projettent les débris et entretiennent des tempêtes de feu, elle réduit tout en poussières dans un rayon de 2 km. Sur les 90 000 bâtiments de la ville, 62 000 sont entièrement détruits.

Le troisième effet de l'explosion nucléaire, le plus spécifique mais pas le moins meurtrier, est le rayonnement. Les radiations issues directement des fissions nucléaires sont constituées principalement de neutrons et rayons gamma. Outre leurs redoutables effets sur les organismes vivants, ils contaminent différents éléments - tels que l'iode, le sodium, le strontium - qui deviennent eux-mêmes radioactifs. Ce rayonnement secondaire, très peu connu il y a cinquante ans, est d'autant plus terrifiant que ses effets (cancers, leucémies...) n'apparaissent que des jours, des mois, voire des années après l'explosion.

Le 9 août 1945, une deuxième bombe nucléaire, au plutonium cette fois, écrase la ville de Nagasaki. Le lendemain 10 août, l'empereur du Japon Hiro Hito capitule sans conditions. Selon les estimations, à la fin de l'année 1945 la bombe d'Hiroshima avait tué 140 000 personnes, celle de Nagasaki 70 000. Des dizaines de milliers de blessés devaient succomber au cours des années suivantes.

Les premières réactions de l'opinion, révélées par la presse de l'époque, ont parfois de quoi surprendre, voire choquer l'homme d'aujourd'hui. La population américaine est en liesse. "Une révolution scientifique" titre *Le Monde* du 8 août; "Une révolution stratégique" annonce *Le Parisien libéré* du même jour. Mais il faut se replacer dans le contexte : la bombe atomique, c'est d'abord la fin de la guerre et la victoire sur les Japonais. L'horreur atomique n'apparaîtra qu'en suite. En août 1945, on ne dispose que des informations américaines, on ignore encore l'effet des radiations et surtout on sort à peine de six années de guerre, de privations, d'atrocités et de bombardements parfois terriblement meurtriers : l'aviation britannique, en détruisant Dresde, avait fait environ 200 000 victimes en une nuit. Le bombardement de Tokyo avait tué près de 100 000 personnes, et le gouvernement japonais refusait toujours de capituler. Officiellement, la décision

d'utiliser les bombes atomiques, prise par le Président américain Truman seul, était motivée par le souci d'épargner les vies humaines qu'aurait coûté l'invasion du Japon. D'autres raisons, moins avouables, s'y sont bien entendu ajoutées : faire une démonstration à l'URSS de la puissance militaire américaine, et aussi utiliser ces armes si révolutionnaires et si efficaces qui avaient coûté deux milliards de dollars aux Etats-Unis.

"Une révolution scientifique", la bombe d'Hiroshima fut sans doute également cela, " aussi importante que l'invention du feu ", dira même le physicien Louis de Broglie. Le plus impressionnant est qu'il a fallu moins de six ans pour domestiquer ce feu nucléaire. Treize ans avant Hiroshima, la structure du noyau de l'atome était inconnue ; sept ans avant, on ignorait tout de la fission nucléaire ! La construction de bombes à l'échelle industrielle, quelques mois seulement après la découverte de la réaction en chaîne, constitue un exploit technique inégalé, qui ne fut probablement réalisable, hélas, qu'au nom d'un enjeu militaire majeur.

Le compte à rebours commence en 1932, avec la découverte, par l'anglais James Chadwick, du neutron, qui dévoile la structure du noyau atomique: celui-ci est composé de deux types de particules, les protons et les neutrons. En 1934, Irène et Frédéric Joliot-Curie s'aperçoivent qu'en bombardant des noyaux avec des particules on peut en fabriquer de nouveaux, plus lourds et instables: c'est la radioactivité artificielle. L'Italien Fermi se met alors à bombarder systématiquement tous les noyaux jusqu'au plus lourd connu, l'uranium. Ce faisant, Fermi est, sans le savoir, le premier à faire fissionner l'uranium !

Il faut attendre décembre 1938 pour que la physicienne allemande Lise Meitner et son neveu Otto Frisch, réfugiés en Suède, comprennent que le noyau d'uranium, bombardé de neutrons, se casse en deux en libérant une énergie considérable: l'énergie nucléaire. L'effet produit par cette découverte chez les physiciens est non moins énorme ! Et, immédiatement, apparaît la possibilité d'une réaction en chaîne, avec ses deux usages possibles: la production d'énergie - si cette réaction est contrôlée - et la bombe - si on ne la maîtrise pas. Dès mai 1939, Joliot et ses collaborateurs déposent des brevets sur la production d'énergie à partir de l'uranium. Mais le physicien hongrois Léo Szilard, émigré aux Etats-Unis, pressent aussitôt le pouvoir dévastateur de ces découvertes et, conscient de la menace nazie et du haut niveau scientifique de l'Allemagne, persuade Einstein d'alerter le Président des Etats Unis. Dans sa fameuse lettre datée du 2 août 1939, Einstein informe Roosevelt de l'existence d'une nouvelle forme d'énergie utilisable dans des bombes, et lui conseille de chercher à se procurer de l'uranium et d'encourager les recherches.

Roosevelt est convaincu: il faut fabriquer la bombe avant l'Allemagne. Un Comité de l'uranium est constitué, et les recherches se poursuivent dans plusieurs laboratoires américains. Deux voies se dessinent pour la fission nucléaire. Tout d'abord, celle de l'uranium: le danois Niels Bohr a calculé qu'un seul isotope

relativement rare, l'uranium 235, fissionne ; par conséquent il faut séparer celui-ci du reste de l'uranium. Mais comment séparer des isotopes chimiquement identiques ? L'obstacle paraît presque infranchissable. L'autre piste est celle du plutonium : ce nouvel élément, qui n'existe pas dans la nature, vient d'être obtenu en bombardant de l'uranium 238 (l'isotope le plus abondant), et s'avère fissionner très facilement. Reste à le produire en quantité suffisante.

Les événements s'accélérent à la fin de 1941. Entre temps, en effet, les travaux des physiciens ont montré que quelques kilogrammes d'uranium 235 suffisent pour fabriquer une bombe et qu'il est possible de séparer les isotopes de l'uranium par différentes méthodes physiques. La recherche atomique est totalement réorganisée et, en août 1942, la fabrication de l'arme atomique est confiée à un département placé sous le contrôle de l'armée, avec à sa tête le colonel Groves. Son nom de code: projet Manhattan. D'énormes crédits sont engagés, un programme et un calendrier établis, et on recrute des milliers d'ingénieurs, techniciens et scientifiques, parmi lesquels de nombreux émigrés d'Europe.

Dès le 2 décembre 1942, à Chicago, Fermi construit la première pile atomique du monde, en superposant des briques d'uranium et de graphite, et la première réaction en chaîne produit un demi-watt d'énergie ! Trois grandes piles, industrielles celles-là, sont alors mises en chantier pour la production de plutonium, ainsi que trois usines chimiques pour séparer ce plutonium. Ces constructions emploient 45 000 personnes.

L'autre grand but - la séparation de l'uranium 235 - est poursuivi de front. En 1943, on construit dans le Tennessee des dizaines d'unités de séparation électromagnétique, une usine de diffusion gazeuse (voir photo) et une installation de diffusion thermique comprenant plus de 2 000 colonnes de 15 m de haut. Mais c'est à Los Alamos (Nouveau-Mexique) que sont calculées et conçues les futures bombes. Dans cet immense laboratoire construit de toutes pièces au milieu du désert travailleront, dans l'urgence et le plus grand secret, des centaines de physiciens dont plus de 20 prix Nobel ou futurs prix Nobel, sous la direction de J.R. Oppenheimer.

Pour quelques grammes d'uranium 235 de plus



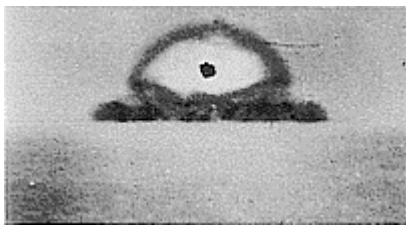
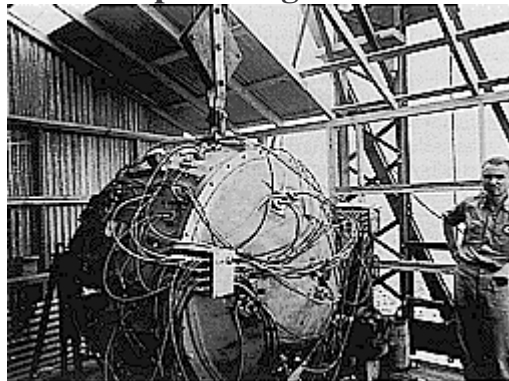
Dans un effort industriel sans précédent, les américains ont, durant l'année 1943, construit en quelques mois plusieurs usines de séparation isotopique pour obtenir, à l'été 1945, quelques kilogrammes d'uranium 235. Ici, à Oak Ridge, dans le Tennessee, l'usine

K25 de séparation par diffusion gazeuse.

Le 16 juillet 1945, la première bombe au plutonium est expérimentée à Alamogordo, en plein désert; c'est la réplique de celle qui sera lâchée sur Nagasaki. Il n'y aura pas de "répétition" pour la bombe à uranium, les stocks d'uranium 235 sont tout juste suffisants pour la bombe d'Hiroshima.

Depuis le début de 1944, il était évident que, la défaite de l'Allemagne étant proche, la bombe changeait de destination: le Japon devenait sa cible. Certains scientifiques, comme Léo Szilard, exprimèrent leur opposition à son utilisation ; d'autres, tel Niels Bohr, tentèrent de convaincre Churchill et Roosevelt d'instaurer un contrôle international. Un conseil scientifique, constitué d'Oppenheimer et de trois prix Nobel, Fermi, Compton et Lawrence, est au contraire d'avis d'utiliser la bombe contre le Japon, pour convaincre le monde du danger qu'elle représente. Mais les sentiments des scientifiques importent peu ; la décision du Président Truman (qui vient de succéder à Roosevelt) est prise. A partir de février 1945, les éléments des deux bombes sont acheminés secrètement vers l'île de Tinian. On connaît la suite.

Répétition générale



Testé dans le plus grand secret le 16 juillet 1945, dans le désert Alamogordo, au Nouveau-Mexique, la toute première bombe au plutonium, baptisée Trinity, est identique à celle qui détruira Nagasaki quelques semaines plus tard. Son explosion, d'une puissance équivalente à 20 000 tonnes de TUT, a été filmée par les scientifiques.

Depuis le 9 août 1945, il n'y a plus eu d'attaque nucléaire. Est-ce l'effet de la dissuasion - cette stratégie de l'absurde qui veut que l'on accumule une force terrible pour ne pas oser s'en servir, tout en persuadant l'adversaire qu'on l'utilisera en cas d'attaque ? La menace, elle, n'a jamais cessé. Dès 1954, la première bombe H thermonucléaire (fondée sur la fusion) explose sur l'atoll de Bikini, avec une

puissance de 15 mégatone, 1000 fois supérieure à celle d'Hiroshima. Depuis, les armes se sont multipliées, diversifiées, perfectionnées, et les vecteurs aussi. Après la fin de la guerre froide, le nombre de pays détenteurs de l'arme nucléaire s'est accru, et la situation stratégique est devenue confuse et instable, si bien que la lutte contre la prolifération est plus urgente que jamais. Même si les arsenaux ont un peu diminué grâce aux accords de désarmements, l'espèce humaine a encore très largement les moyens de se suicider. Saura-t-elle maîtriser ce pouvoir-là, comme elle a su maîtriser la puissance de l'atome ?

HÉLÈNE GUILLEMOT
Science & Vie n° 935 août 1995

[Retour sommaire](#)

Les ravages de la bombe A

De la mort immédiate aux cancers, la diversité des effets de la bombe ne permet toujours pas de dénombrer les victimes avec précision. "Little Boy" tue encore...

Selon les estimations officielles, 350 000 personnes étaient présentes à Hiroshima le 6 août 1945. La quasi-totalité de celles qui se trouvaient dans un rayon de 1 km autour du point d'explosion sont décédées, sur le coup ou dans les quatre mois qui ont suivi. La bombe aurait fait quelque 140 000 victimes jusqu'en décembre 1945. Un chiffre très approximatif, étant donné le désordre qui régnait alors. Après cette date, les recensements sont plus délicats à établir, et le nombre total des victimes ne sera jamais connu.

Des effets à court terme...

La première manifestation de l'explosion: un éclair qui rend aveugle (au moins temporairement) jusqu'à plusieurs kilomètres à la ronde ceux qui regardent dans sa direction. L'onde thermique qui se propage ensuite entraîne la vaporisation immédiate des corps humains non protégés les plus proches de l'hypocentre. Un peu plus loin, c'est la carbonisation intégrale, l'évaporation des viscères, et enfin des brûlures plus ou moins graves, essentiellement limitées aux endroits du corps exposés à la chaleur radiante. Les autres brûlures surviennent au cours des incendies et tornades de feu qui se déclenchent dans les secondes qui suivent: l'embrassement de la ville est total dans la demi-heure. La destruction par le feu s'étend sur 13 km².

L'effet de souffle est la principale cause de décès à courte distance, éliminant à coup sûr ceux qui auraient survécu à l'onde thermique ou au rayonnement nucléaire initial (voir plus loin). Les effets les plus importants sont dus à la chute des bâtiments. Viennent s'y ajouter les effets directs qui lèsent les poumons soumis à l'effet de compression et d'aspiration caractéristique du souffle. Plus loin, l'effet de souffle cause des lésions du thorax et de l'abdomen et des fractures. Jusqu'à 3 km de l'hypocentre, le souffle provoque la rupture des tympanes.

Au voisinage de l'hypocentre, le rayonnement ionisant initial provoque un choc immédiat et mortel. Jusqu'à 1 km de distance, les victimes souffrent du "mal des rayons", qui se manifeste par des vomissements, des nausées, une anorexie et des diarrhées sanguinolentes. Un état de malaise général s'ensuit. La mort survient en moins de dix jours. De nombreuses victimes sont atteintes de troubles cérébraux, convulsions et délires. Les hémorragies sont fréquentes. L'irradiation de la moelle osseuse, en détruisant les cellules productrices des globules blancs, entraîne un déficit immunitaire important, qui laisse la porte ouverte à de nombreuses infections (les globules blancs sont en effet les "éboueurs" de notre système sanguin). La production de plaquettes est aussi compromise, ce qui perturbe la coagulation. Autres symptômes caractéristiques : la calvitie et le purpura (hémorragie cutanée), qui commencent entre une et quatre semaines plus tard chez les personnes les moins touchées. Ces symptômes sont ressentis jusqu'à 5 km de distance et plus. La fièvre commence au cours des cinq premiers jours et peut durer plusieurs semaines. L'irradiation peut aussi, à des doses plus faibles, provoquer la stérilité et des ulcérations de la peau. L'ingestion de particules radioactives (iode 131) entraîne une hypothyroïdie qui peut évoluer vers un cancer de la thyroïde.

Enfin, le chaos qui suit l'explosion provoque une stupeur et une incapacité à prendre des décisions. La plupart des survivants ne pensent qu'à fuir. Le sentiment d'être un mort vivant, la honte d'avoir survécu sont des handicaps sérieux à la réinsertion d'un grand nombre de survivants.

... et à long terme

Les effets à long terme sur la santé, mis à part les problèmes psychologiques que nous venons d'évoquer, sont essentiellement liés à l'irradiation et aux retombées radioactives. Car les conséquences de la bombe se font encore sentir aujourd'hui. Cependant, leur évaluation n'est pas simple. En effet, les survivants ont été atteints de façon très hétérogène. Ainsi, selon que certains se sont baignés dans des eaux contaminées ou en ont ingurgité, les doses reçues et les organes touchés ne sont pas les mêmes. Une corrélation précise dose-effet reste donc difficile à établir.

On sait cependant que l'irradiation crée des anomalies chromosomiques directement proportionnelles à la dose. Mais les techniques de génie génétique n'étaient pas connues à l'époque ; de plus, les anomalies en question sont autoréparées par les cellules, ce qui interdit de les mesurer à long terme. Enfin, les anomalies

chromosomiques qui pourraient subsister ne provoquent pas nécessairement des maladies; et ces maladies ne sont pas directement prévisibles.

Plutôt que de prendre en compte les doses, les chercheurs ont préféré s'appuyer sur l'épidémiologie, c'est-à-dire le suivi d'une partie des survivants et la comparaison de leur état de santé avec une population qui n'a pas été irradiée. Une comparaison parfois biaisée par des facteurs d'environnement mineurs, qui peuvent pourtant modifier les données. Ainsi, le mode de vie entre en jeu; par exemple, la consommation de tabac, qui fausse les résultats sur les cancers du poumon, ou l'irradiation des personnes vivant dans des sites naturellement pollués par le radon.

Quelques certitudes se dégagent cependant. Dans les dix ans suivant l'explosion, on observe un pic de leucémies et de myélomes (cancers de la moelle osseuse) significatif. Ce n'est que trente ans après l'explosion que se manifeste un surcroît de tumeurs solides, en particulier du sein, de la peau, des poumons, de la vessie, de la thyroïde, des ovaires.

L'irradiation a-t-elle causé des anomalies génétiques héréditaires ? Il est pratiquement impossible de répondre à cette question. En effet, les femmes enceintes en août 1945 se sont presque toutes fait avorter, et les jeunes d'alors, considérées comme des pestiférées, ont rarement trouvé un conjoint - et encore moins eu un enfant.

Par Philippe Chambon
Science & Vie n° 935 août 1995

[Retour sommaire](#)

Une bombe antisoviétique?

Entretien avec Jean-Pierre Rageau, historien, auteur de l'Atlas stratégique.

Sciences et Avenir: Eviter un débarquement coûteux en vies humaines au Japon, est-ce la seule raison qui a poussé les Etats-Unis à se servir de la bombe?

Cette thèse était surtout destinée à donner bonne conscience à l'opinion publique américaine. C'est le bénéfice stratégique de l'utilisation de la bombe qui est important. Pour les Américains, il fallait finir la guerre le plus vite possible. Parce que, dès le 8 août, l'URSS, conformément aux accords de Yalta, allait déclarer la guerre au Japon. Hiroshima, le 6 août, suivi de Nagasaki, le 9, mettent le Japon à genoux, limitant les gains territoriaux soviétiques dans cette région. L'état-major américain s'avoue d'ailleurs stupéfait par l'avancée de l'armée soviétique: ne

trouvant rien devant elle, elle déferle sur la Mandchourie et, en une semaine, elle est en Corée! Enfin, sans les bombes, les Soviétiques se seraient aussi battus sur l'archipel, et il aurait fallu partager le pays en zones d'occupation. Après les explosions atomiques, les Soviétiques joueront la carte de la sagesse: ils se contenteront de récupérer l'aire d'influence perdue par la Russie en 1904.

Comment, à ce moment, la bombe modifie-t-elle les rapports entre les deux grands ?

Depuis 1942, les Américains savent que la guerre ne peut être gagnée sans les Russes et qu'il faudra partager. Après la capitulation de l'Allemagne, le 8 mai, les Soviétiques, sûrs de leur puissance, se sont joués des accords de Yalta: ils ont absorbé les trois pays Baltes, occupés en partie l'Iran, installé un gouvernement à leur dévotion en Pologne et mis plus ou moins la main sur la Bulgarie et la Roumanie. Alors, quand Truman apprend, le 16 juillet, en pleine conférence de Potsdam, que l'essai de la première bombe à Alamogordo est une réussite, les conversations changent du tout au tout: il n'est plus nécessaire de faire des concessions à Staline. On peut dire que les Etats-Unis disposent alors d'une avance technique qui rétablit un certain équilibre et permet de figer les positions pour un temps.

Science et Avenir n°582 août 1995

[Retour sommaire](#)