

britanniques. Leurs collègues allemands avaient bien pire à traiter que l'échec d'un projet de recherche, aussi terrible soit-il.

L'*Uranprojekt* confrontait les Alliés à un curieux paradoxe éthique : leurs chercheurs avaient développé la bombe atomique pour rattraper les physiciens allemands, lesquels étaient souvent leurs anciens professeurs, collègues ou camarades d'étude... Toutefois, en réalité, la course à la bombe dans laquelle ils s'étaient crus engagés n'avait pas eu lieu. Eux qui vivaient dans la sécurité d'une démocratie avaient travaillé avec acharnement afin de lâcher le monstre atomique dans le monde, tandis que leurs collègues allemands, qui survivaient dans l'insécurité d'une dictature inhumaine, n'avaient travaillé qu'à la mise au point d'un réacteur nucléaire...

Pas de bombe faute de moyens ?

Le premier livre jamais écrit sur l'*Uranverein* est celui de Samuel Goudsmit, intitulé *Alsos* et publié en 1947. Né en Hollande, ce physicien nucléaire dirigea l'opération Alsos, menée par l'armée américaine pour occuper dès que possible les installations de l'*Uranverein*, arrêter ses membres, les interroger et mettre en sécurité leurs documents. Dans son livre, il écrit que les Allemands avaient travaillé pendant la guerre à un réacteur et non à une bombe, car ils n'avaient pas compris la différence...

Malgré ce témoignage clé, la version dominante de l'histoire de l'*Uranverein* est celle de l'historien américain Mark Walker (*Nazi Science: Myth, Truth, And The German Atomic Bomb*, 2001). Selon lui, le projet de bombe atomique allemande aurait échoué parce que sa réalisation dépassait les possibilités économiques du III^e Reich dans les conditions de la guerre ; une réalité que le gigantisme du Projet Manhattan – le projet américain de bombe atomique – confirme.

Outre la version de Mark Walker, deux livres opposés dans leurs conclusions, mais bien documentés, ont paru : celui de l'historien américain Thomas Powers, qui fait de Heisenberg un héros de la résistance (*Heisenberg's war*, 1993), et celui de son collègue Paul Rose, pour qui Heisenberg aurait plutôt été un nazi incapable qui aurait voulu développer la bombe, mais aurait échoué (*Heisenberg and the Nazi Atomic Bomb Project*, 2001). Tout physicien nucléaire s'étonne que deux versions aussi opposées

■ L'AUTEUR



Manfred POPP, physicien nucléaire, a longtemps dirigé le programme de recherche nucléaire civil allemand.

puissent être déduites des mêmes sources. En fait, toutes deux sont plausibles, mais la réalité est probablement intermédiaire.

Le premier livre d'un historien allemand n'a paru qu'en 2005. Dans son ouvrage *Hitlers Bombe*, Rainer Karlsch décrit les activités de l'*Uranverein* de façon plus correcte sur le plan scientifique que Mark Walker. Il surprend toutefois en affirmant qu'à la fin de la guerre, le *Heereswaffenamt*, c'est-à-dire le Bureau central pour la production d'armes de l'armée allemande – la *Wehrmacht* – aurait développé et testé des bombes à fusion en tant que petites armes tactiques. Ses arguments n'ont convaincu aucun physicien.

Quoi qu'il en soit, Paul Rose et Rainer Karlsch sont tous deux convaincus que les physiciens allemands savaient calculer la masse minimale de matière fissile nécessaire pour produire une bombe, ce que l'on nomme la masse critique, et qu'ils l'avaient fait dans le cas du plutonium. Pour sa part, Mark Walker estime cela possible. Selon ces historiens, les chercheurs de l'*Uranverein* auraient découvert quasi en même temps que les physiciens alliés que, pendant le fonctionnement d'un réacteur à uranium, un nouvel élément comptant 94 protons – l'« élément 94 » – se forme. Ils auraient alors déduit de la

WERNER HEISENBERG est à la fois l'un des plus grands physiciens théoriciens du XX^e siècle, un père de la théorie quantique, un chercheur mal vu par les nazis et, avec Carl Friedrich von Weizsäcker, l'un des premiers dirigeants de l'*Uranprojekt*, un projet qu'il a contribué à concentrer sur la physique d'un réacteur nucléaire, plutôt que sur celle de la bombe. Par volonté d'évitement implicite, semble-t-il.

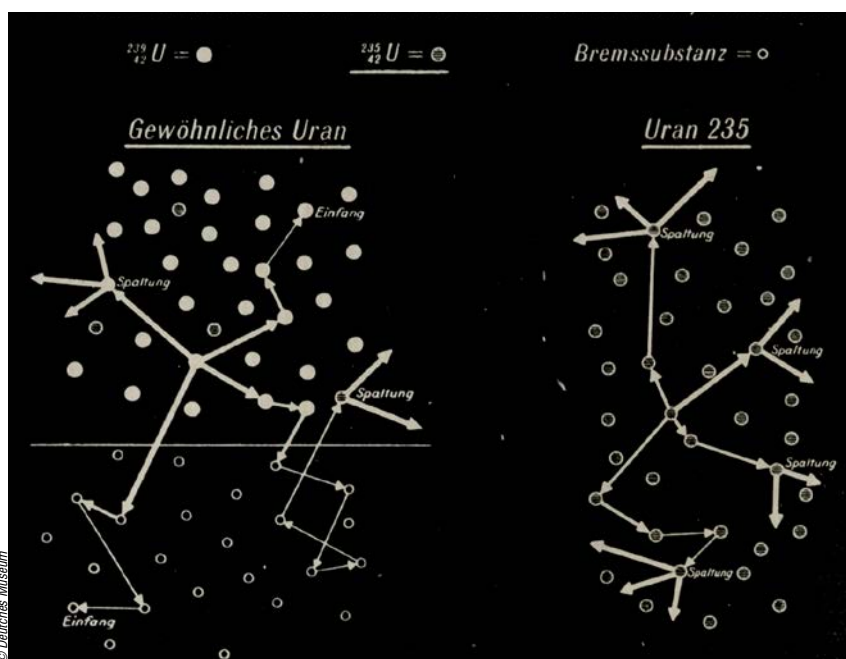


théorie nucléaire du physicien danois Niels Bohr que cet élément est plus fissile que l'uranium 235, l'isotope d'uranium le plus fissile. Or cela semble très improbable d'un point de vue scientifique.

L'élément 94 n'a été découvert qu'en 1941 aux États-Unis, où il fut nommé plutonium, et les chercheurs allemands ne l'apprirent qu'en 1946. Comment aurait-il pu en être autrement ? Leurs réacteurs expérimentaux ne pouvaient produire de plutonium ! Jeremy Bernstein, un physicien qui a beaucoup publié sur l'*Uranprojekt*, s'est demandé pourquoi les chercheurs allemands n'avaient pas, comme leurs collègues américains, créé quelques microgrammes de plutonium dans l'un de ces accélérateurs circulaires – un cyclotron – que l'on emploie tant en physique nucléaire. Au cours des années 1930 en effet, plusieurs pays européens en avaient construit, mais l'Allemagne n'en possédait pas. Elle aurait pu réquisitionner les cyclotrons de la France et du Danemark occupés, mais rien ne fut entrepris en ce sens. Les chercheurs allemands ne pouvaient donc connaître les propriétés de l'élément 94, ce qui exclut qu'ils aient pu calculer une masse critique de plutonium.

La piste de la bombe à uranium 235

Il leur restait donc à suivre la piste de la bombe à uranium, mais, là non plus, ils ne firent pas le nécessaire. L'idée, celle du Projet Manhattan, consiste à établir une réaction en chaîne explosive dans l'uranium. Pour cela, il faut, plutôt qu'employer des neutrons ralentis comme y poussait l'intuition physicienne dans les années 1940, employer des neutrons de haute énergie, donc rapides. En effet, les physiciens pensaient plutôt à employer des neutrons lents parce que leur probabilité de déclencher une fission est 500 fois plus élevée que celle des neutrons rapides. Cependant, les neutrons rapides déclenchent des fissions bien plus vite, de sorte que lancés dans une population d'uranium 235 assez dense, ils déclenchent une réaction en chaîne explosive : la fission d'un premier noyau bombardé par un neutron produit des neutrons qui déclenchent plusieurs nouvelles fissions, etc. Pour cette raison, avec des neutrons rapides, la réaction en chaîne peut se développer avant que la dilatation de l'explosif nucléaire due à la chaleur n'ait fait chuter la densité d'atomes



DANS UN DESSIN DE 1942, HEISENBERG a schématisé, sans le dire explicitement, les réactions en chaîne dans un réacteur (à gauche) et dans une bombe (à droite). Dans le cas du réacteur, un neutron émis par un atome d'uranium 235 fissionné parvient dans le modérateur, un milieu inerte où les collisions avec les atomes le ralentissent (en bas). Il déclenche alors la fission d'un autre atome d'uranium. Dans une bombe en revanche, les fissions successives sont directement déclenchées par les neutrons qu'émettent les atomes d'uranium 235 fissionnés.

fissiles au point d'arrêter le processus. Évaluer la densité minimale d'uranium 235 nécessaire revient à calculer la masse critique. Pour cela, encore faut-il connaître la probabilité de déclenchement d'une fission par un neutron rapide. En termes de physicien, cela revient à mesurer les « sections efficaces » de l'uranium 235 bombardé par des neutrons rapides. Rien n'indique que l'*Uranprojekt* l'ait fait.

Ses physiciens ne se sont préoccupés en fait que des sections efficaces immédiatement utiles au fonctionnement d'un réacteur : celles de l'uranium naturel bombardé par des neutrons lents. Comme Niels Bohr avait montré que l'uranium 238 ne peut être fissionné par des neutrons de cette énergie (voir la figure page 74), on se concentrait sur les fissions de l'uranium 235, dont l'abondance naturelle n'est que de 0,7202 %...

Lorsque l'on bombarde de l'uranium naturel avec des neutrons rapides, les fissions de l'uranium 235 sont noyées dans celles, bien plus nombreuses, de l'uranium 238. Une séparation isotopique assez poussée pour obtenir des échantillons suffisamment enrichis en uranium 235 aurait pu permettre aux physiciens allemands d'obtenir la section efficace de l'uranium 235 bombardé par des neutrons rapides. Elle ne fut pas réalisée.

Pour déterminer la section efficace de l'uranium 235, les chercheurs de l'*Uranverein* auraient aussi pu prendre une autre voie. Josef Mattauch de l'institut Kaiser Wilhelm de chimie était un spécialiste de la spectroscopie de masse des isotopes. Il aurait pu séparer quelques microgrammes d'uranium 235, puis on s'en serait servi pour déterminer les sections efficaces utiles dans les cyclotrons de Paris ou de Copenhague. Rien ne fut entrepris en ce sens.

Or aucun historien n'a remarqué que l'*Uranverein* ne connaissait pas les sections efficaces nécessaires au calcul des masses critiques de bombes à l'uranium ou au plutonium, ni qu'il avait la possibilité de les déterminer, mais ne l'a pas fait !

L'autre condition nécessaire à la construction de la bombe est de connaître son principe de fonctionnement. L'*Uranverein* la remplissait-il ? Les rapports secrets de recherche allemands nous renseignent à ce propos : il semble que non. Jusqu'en 1942, ses chercheurs les adressaient au *Heereswaffenamt*, leur donneur d'ordre. Il est frappant de constater que dans toute cette masse de documents, de nombreuses fois copiés à la machine afin d'informer les membres de l'*Uranverein*, très peu concernent la bombe.