

LA RENCONTRE ENTRE HEISENBERG ET BOHR

Robert Six

I. LA RENCONTRE DE COPENHAGUE

L'on sait qu'en automne 1941, Werner HEISENBERG rencontre Niels BOHR dans son laboratoire de Copenhague, à l'occasion d'un séjour dans la capitale danoise occupée par les troupes allemandes. Malheureusement, les deux hommes n'ayant pris aucune note il est difficile de savoir ce qu'ils se sont dit réellement. Cependant, on pense que cette rencontre capitale entre deux sommités dans le domaine nucléaire fut placée dès l'abord sous une mauvaise étoile et qu'elle fut empreinte d'incompréhension de la part de BOHR vis-à-vis des vrais motifs qui avaient poussé son ancien élève et ami à le rencontrer.

La thèse généralement retenue et défendue par Robert JUNCK* dans son livre « *Plus clair que mille soleils* » est la suivante.

« On avait rapporté à BOHR que HEISENBERG, au cours d'une réception donnée en son honneur peu de temps auparavant, avait défendu l'agression allemande contre la Pologne. Fait exact car HEISENBERG, pour se camoufler, s'exprimait en société tout autrement que dans l'intimité, surtout à l'étranger. Mais BOHR, amoureux fanatique de la vérité, ne pouvait ni ne voulait reconnaître ce double jeu, appris sous la tyrannie totalitaire. Aussi, manifesta-t-il, lors de la visite de HEISENBERG, une extrême réticence, voire de la froideur, à l'égard de son ancien élève préféré.

Après avoir sollicité la compréhension de son maître pour l'état de contrainte où se trouvaient les physiciens allemands, HEISENBERG amena la conversation avec prudence sur la bombe atomique. Mais il n'alla pas jusqu'à avouer sans artifice que son groupe et lui étaient prêts à empêcher la construction de l'arme atomique si, de l'autre côté, on voulait agir dans le même sens. Chacun tâta le terrain avec précaution, puis renonça. Comme HEISENBERG lui demandait s'il croyait à la possibilité de construire cette bombe, BOHR, qui n'avait plus rien appris depuis avril 1940 sur les progrès, tenus secrets, des recherches atomiques en Angleterre et en Amérique, répondit en toute bonne foi : « Non. » HEISENBERG entreprit alors de lui démontrer avec éloquence que, selon sa propre conviction, la fabrication de la bombe était certes possible et même réalisable dans un proche avenir si on déployait dans ce dessein l'énergie voulue ».

JUNCK R. (1958) – *Plus clair que mille soleils*, Arthaud, page 96.

***Robert JUNGK**, est un historien qui s'est notamment intéressé aux problèmes politiques et moraux auxquels se sont trouvés confrontés ceux qui avaient construit les premières bombes atomiques.

Evidemment **BOHR** est ébranlé par ces déclarations et il ne porte plus une réelle attention à la suite du discours de **HEISENBERG**. Ce dernier s'en rend compte et quitte **BOHR**, convaincu d'avoir aggravé la situation. Effectivement la méfiance de **BOHR** à l'égard des physiciens allemands s'est accrue et il a la conviction qu'ils travaillent à la réalisation d'une bombe.

J'ai voulu connaître l'opinion du principal intéressé, **Werner HEISENBERG**, et j'ai repris son livre, « *La Partie et le Tout* », publié en allemand en 1969 qui relate ses souvenirs de 1920 à 1965.

« En automne 1941, alors que nous avons déjà une idée assez claire des développements techniques possibles, je m'arrangeai pour me faire inviter par l'ambassade d'Allemagne à Copenhague en vue de faire une conférence scientifique dans cette ville. Je voulais saisir cette occasion pour discuter avec Niels du programme de l'uranium. Si j'ai bonne souvenance, ce voyage eut lieu en octobre 1941. Je rendis donc visite à Niels à son appartement à Carlsberg ; cependant, je n'entamai le thème délicat, dont j'étais venu discuter avec lui, que le soir au cours d'une promenade que nous fîmes à proximité de la maison. Comme je devais craindre que Niels ne fût surveillé par certains services allemands, je parlai avec une extrême prudence, n'utilisant que des expressions vagues. J'essayai de faire comprendre à Niels qu'en principe on pouvait fabriquer des bombes atomiques, que cela demanderait un énorme effort technique et que nous autres physiciens devions nous demander si nous avons le droit de travailler ce problème. Malheureusement, Niels fut tellement effrayé par mes premières allusions concernant la possibilité théorique de fabriquer des bombes atomiques qu'il ne fut plus en mesure de comprendre ce que je voulais lui dire ensuite et qui était à mes yeux le plus important, à savoir qu'une telle fabrication exigeait un énorme effort technique. C'était là pour moi un fait essentiel, puisque dans une certaine mesure cela donnait aux physiciens un pouvoir de décision concernant la production éventuelle de bombes atomiques. [...]

Cependant, la frayeur causée à Niels par mon information concernant la possibilité de construire, en principe, des bombes atomiques, l'avait mis dans un état tel qu'il n'était plus accessible à la suite de ce que je venais lui exposer. [...]. Une conversation ultérieure entre Niels et Jensen n'eut pas davantage de résultat positif ».

W. HEISENBERG (1972)) *La Partie et le Tout*, Albin Michel, pp.247-249.

Ce témoignage rejoint la thèse de **Robert JUNCK**.

II. LA FUITE DE BOHR

Depuis, **Jeremy BERSTEIN**, professeur de physique à l'**Université Rockefeller**, a mené sa propre enquête en cherchant à retrouver et interroger les personnes qui ont été mêlées aux conclusions de cet entretien.

On sait qu'à un moment donné, au **début du mois de septembre 1943**, **Niels BOHR**, se sentant menacé par la Gestapo, quitte clandestinement le Danemark pour rejoindre l'Angleterre, puis les Etats-Unis. Sa fuite fut rocambolesque. Accompagné de sa femme et de quelques autres personnes, ils rampent dans une obscurité complète et rejoignent une plage près de Carlberg. Ils traversent l'Oresund, chenal séparant les deux pays, jusqu'en Suède. **Le 6 octobre**, les **BOHR** sont emmenés en avion par les Britanniques vers l'Ecosse, puis ils gagnent Londres, où **Niels** rencontre le physico-chimiste **John ANDERSON**, responsable du projet britannique de bombe atomique. Celui-ci le met au courant de l'avancement du programme anglo-américain. **BOHR**, d'après le témoignage de son fils **Aage** qui sera son assistant durant toute la guerre, est stupéfait par le degré de connaissances acquises par les équipes alliées. Sachant que seul l' ^{235}U a subi la fission lors des expériences de **HAHN** et **STRASSMANN**, il est convaincu que la réalisation d'une arme est pratiquement impossible étant donné que la séparation des isotopes de l'uranium s'avère fastidieuse. **En décembre 1939**, lors d'une conférence, il déclare :

« Avec les moyens techniques actuels, il est impossible de purifier l'isotope rare de l'uranium en quantité suffisante pour réaliser la réaction en chaîne. »

De plus, il se remémore la conversation qu'il a eue **en 1941** avec son ancien disciple et ami **W. HEISENBERG**. **Aage BOHR** rapportera plus tard (son père est décédé **en 1962**) :

« HEISENBERG avait soulevé la question des applications militaires de l'énergie atomique. Mon père, très réticent, exprima son scepticisme en raison des difficultés techniques considérables qu'il faudrait surmonter, mais il eut l'impression qu'HEISENBERG pensait que ces nouvelles possibilités décideraient de l'issue de la guerre si celle-ci se prolongeait. »

Dès le milieu des années 1940, tous les physiciens savaient qu'il existait une autre filière que celle de l'uranium pour obtenir une réaction en chaîne. Il s'agit du plutonium qui n'existe pas à l'état naturel. Pour l'obtenir, il faut bombarder dans un réacteur des barres d'uranium avec des neutrons. Sa séparation de l'uranium restant s'avère beaucoup plus facile étant donné les propriétés chimiques différentes. Est-ce cela qu'HEISENBERG tenta de dire à BOHR ? Si, oui, pourquoi ? Les versions ultérieures de cet entretien, des deux protagonistes, se contredisent. Nous ne connaissons jamais la vérité.

III. LE MYSTERIEUX SCHEMA D'HEISENBERG

Un deuxième mystère subsiste. Il semble que lors de cet entretien, HEISENBERG aurait remis à BOHR un schéma, qui s'est retrouvé en décembre 1943 au Laboratoire de Los Alamos. Comment est-il arrivé là ? Le 29 novembre 1943, Niels BOHR et son fils Aage embarquent à Glasgow à bord du voilier *Aquitania* pour New York. A leur arrivée, le 6 décembre, ils débarquent sous le nom de code de Nicholas BAKER et James BAKER. Le 28 décembre, Niels rencontre à Washington des responsables américains dont le général Leslie GROOVES en charge du Projet Manhattan. BOHR est embrigadé dans cette affaire et envoyé à Los Alamos. Le 31 décembre, dès son arrivée, il est mis en présence d'un certain nombre de physiciens afin de les informer dans la mesure du possible du projet nucléaire allemand. Au cours de son enquête, Jeremy BERSTEIN eut plusieurs entretiens, entre 1977 et 1979, avec Hans BETHE, qui se rappela clairement avoir vu lors de cette réunion de 1943, ce croquis.

« HEISENBERG donna un croquis à BOHR. Ce croquis nous fut transmis plus tard, à Los Alamos, par BOHR. C'était à l'évidence le dessin d'un réacteur, mais, en le voyant, nous avons conclu que les Allemands étaient complètement fous. Avaient-ils l'intention de bombarder Londres avec un réacteur ? ».

Ce n'est qu'après la guerre, lorsque les savants allemands furent fait prisonniers que les chercheurs alliés apprennent que leurs collègues connaissaient parfaitement le principe qui permet d'obtenir du plutonium dans un réacteur et qui ensuite servirait à fabriquer une bombe. Pourtant, au moment même, BOHR s'inquiète de l'utilisation possible de ce réacteur comme arme. L'histoire du croquis s'arrête là.

Mais, en 1994, des doutes subsistant, BERSTEIN relance son enquête. Lors d'une de ses visites à l'Université Rockefeller, où il est professeur associé, notre enquêteur est sollicité par Abraham PAIS, biographe d'EINSTEIN et de BOHR. Celui-ci a reçu, quelques mois auparavant, un appel téléphonique de Thomas POWERS qui rédige un livre intitulé « *La guerre d'Heisenberg* ». Connaissant l'épisode du croquis, il voulut la vérifier en contactant Aage BOHR à Copenhague.

Dans la réponse du 16 novembre 1989, le fils de Niels précisait :

« Heisenberg ne dessina certainement pas un réacteur au cours de sa visite en 1941. Il ne fut pas du tout question du fonctionnement d'un réacteur. »

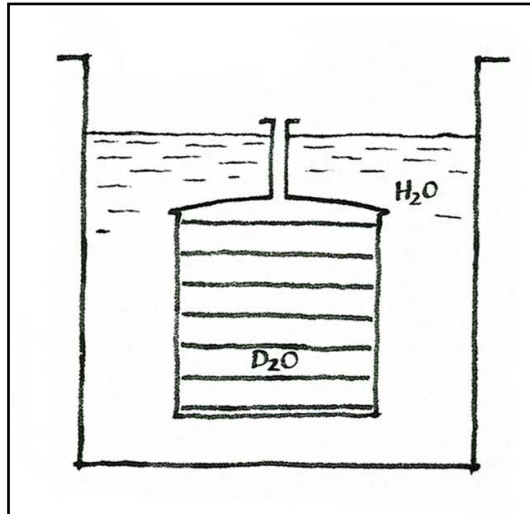


Fig. 128 – Ce schéma semble être analogue à celui présenté par N. BOHR à Los Alamos, à la fin 1943. Il s'agit, en fait, d'un

Pour justifier son propos **Aage** dit avoir consulté les archives à Copenhague, où toutes les notes et journaux personnels de son père étaient conservés. Aucune mention d'un quelconque dessin remis par **HEISENBERG**. Ensuite **POWERS** avait interrogé **BETHE** qui confirma ce qu'il avait dit à **BERSTEIN** quelques années avant. Cette contradiction entre les deux hommes est embarrassante.

Aussi, **BERSTEIN** cherche parmi les survivants, les physiciens se trouvant à **Los Alamos** à l'époque et susceptibles d'avoir vu ce fameux croquis. Il y avait **Victor WEISSKOPF**, proche d'**OPPENHEIMER**, et **Rudolf PEIERLS**. Aucun des deux savants n'a connaissance du dessin et ils conseillent à **BERSTEIN** d'interroger à nouveau **H. BETHE**. Mais avant, il a l'idée de contacter **Robert SERBER**, professeur émérite de physique à l'**Université de Columbia**. En mars 1943, ce dernier était chargé, à **Los Alamos**, de présenter la physique des bombes aux nouveaux arrivants. Effectivement, **SERBER** se souvient du croquis et des circonstances exactes dans lesquelles il l'avait vu. C'était le 31 décembre 1943, dans le bureau d'**OPPENHEIMER** qui l'avait convoqué. Il lui montra un croquis en lui demandant ce qu'il en pensait. **SERBER** répondit que c'était le dessin d'un réacteur nucléaire ce qu'approuva **OPPENHEIMER** en ajoutant qu'il s'agissait en fait d'un croquis d'**HEISENBERG** remis par **BOHR**. Ce dernier, présent dans la pièce, n'en disconvint pas. **SERBER** précise à **BERSTEIN** qu'il possède des documents concernant cette réunion : une lettre d'**OPPENHEIMER** envoyée au général **GROOVES**, le lendemain de la réunion, et un texte de deux pages écrit par **H. BETHE** et **E. TELLER**, sur les possibilités explosives du réacteur représenté. Malheureusement, aucune mention du dessin et d'**HEISENBERG**. Cependant, la dernière phrase de la lettre d'**OPPENHEIMER** révèle que **BOHR** a parlé de ces sujets à **GROOVES**, à Washington. Peut-être, les archives du général **GROOVES** contiennent-elles des informations à ce sujet ? Entre-temps, **BERSTEIN** a écrit à **BETHE** qui lui répond :

« Je suis certain qu'il y avait un croquis. Niels BOHR nous l'avait présenté, à E. TELLER et à moi, et nous avons immédiatement constaté que c'était le dessin d'un réacteur et non d'une bombe. Je ne peux pas dire si le croquis avait été fait par HEISENBERG ou si BOHR l'avait redessiné de mémoire, mais la réunion du 31 décembre avait été spécialement organisée pour nous montrer ce que Niels BOHR savait du projet de bombe allemande. »

BETHE tente d'expliquer le mystère en ajoutant :

« HEISENBERG pensait que l'étape principale de la fabrication d'une bombe était d'utiliser un réacteur pour fabriquer du plutonium. Mais un réacteur pouvait aussi servir de source d'énergie. Niels BOHR connaissait fort mal ce domaine. HEISENBERG voulut probablement montrer à BOHR que les Allemands n'étaient pas en train de faire une bombe, mais plutôt un réacteur. BOHR se méprit, et c'est seulement le 31 décembre 1943 qu'on lui expliqua finalement que ce n'était pas une bombe. Ce croquis m'avait beaucoup impressionné. Encore une fois, je suis surpris que Viki [WEISSKOPF] et Aage l'aient oublié. Que dit SERBER ? ».

Malgré cela, Aage resta sur ses positions, ce que confirme Finn AASERUD, son assistant, dans une réponse à une lettre de BERSTEIN :

« Aage BOHR maintient qu'il est tout à fait impossible que BOHR ait rapporté aux Etats-Unis un croquis de la rencontre de 1941 avec HEISENBERG, et il pense que la discussion à Los Alamos dont vous faites état n'avait absolument rien à voir avec cet entretien de 1941. »

N'étant toujours pas convaincu, BERSTEIN reprit le texte rédigé par H. BETHE et E. TELLER à l'issue de cette réunion de décembre 1943. La première phrase du deuxième chapitre attire son attention. Il y sent la marque d'HEISENBERG :

« La pile [réacteur] proposée est constituée de feuilles d'uranium immergées dans de l'eau lourde. »

Les auteurs ne pensent pas à un quelconque ancien schéma développé par les équipes américaines, mais bien au réacteur décrit par BOHR qui est en fait celui inventé par HEISENBERG, vers la fin de 1939 et qui n'a jamais fonctionné comme nous l'avons vu plus haut.

En février 2002, on retrouve une lettre écrite par BOHR, datée de 1957 et destinée à HEISENBERG, mais jamais envoyée. BOHR y prétend que lors de leur rencontre en 1941, le destinataire n'exprima aucun scrupule moral concernant le projet allemand de bombe atomique, et qu'il avait passé les deux dernières années avant cette rencontre à travailler exclusivement sur ce projet. Il était convaincu qu'elle déciderait de l'issue de la guerre.

Que doit-on en conclure ? Est-ce une preuve de l'implication d'HEISENBERG dans le programme allemand comme l'affirment de nombreux historiens des sciences, ou faut-il garder l'hypothèse que BOHR n'avait pas compris les intentions d'Heisenberg lors de cette réunion ?

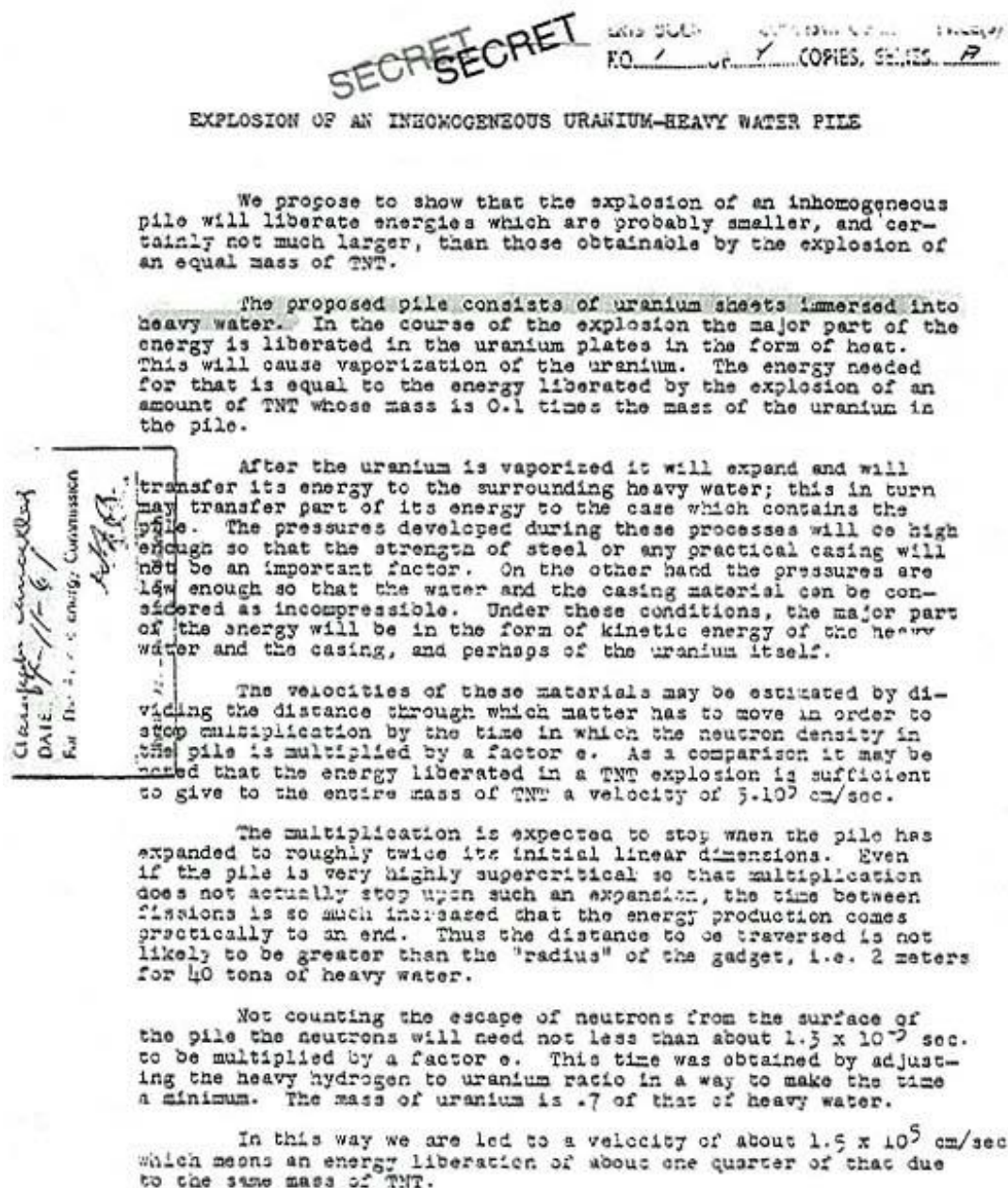


Fig. 129 – Compte rendu de H. BETHE et E. TELLER

Traduction de la note précédente

Explosion d'une pile inhomogène à eau lourde en uranium

Nous proposons de montrer que l'explosion d'une pile inhomogène libérera des énergies probablement plus petites, et certainement pas beaucoup plus grandes, que celles pouvant être obtenues par l'explosion d'une masse égale de TNT.

La pile proposée est constituée de feuilles d'uranium immergées dans de l'eau lourde. Au cours de l'explosion, la majeure partie de l'énergie est libérée dans les plaques d'uranium sous forme de chaleur. Cela entraînera la vaporisation de l'uranium. L'énergie nécessaire pour cela est égale à l'énergie libérée par l'explosion d'une quantité de TNT dont la masse est 0,1 fois la masse d'uranium dans la pile. Une fois l'uranium vaporisé, il se dépensera et transférera son énergie à l'eau lourde environnante ; à son tour, celle-ci peut transférer une partie de son énergie dans le container qui contient la pile. La pression développée au cours de ce processus sera suffisamment élevée pour que la résistance de l'acier ou de tout boîtier pratique ne soit pas un facteur important. D'autre part, les pressions sont suffisamment faibles pour que l'eau et le matériau du boîtier puissent être considérés comme incompressibles. Dans ces conditions, la majeure partie de l'énergie sera sous forme d'énergie cinétique de l'eau lourde et du tubage, peut-être de l'uranium lui-même.

Les vitesses de ces matériaux peuvent être estimées en divisant la distance à travers laquelle la matière doit se déplacer afin d'arrêter la multiplication au moment où la densité de neutrons dans la pile est multipliée par un facteur c . A titre de comparaison, on peut noter que l'énergie libérée dans une explosion de TNT est insignifiante pour donner à l'ensemble de la masse de TNT une vitesse de $3,10^7$ cm / sec.

On s'attend à ce que la multiplication s'arrête lorsque la pile s'est agrandie à environ deux fois les dimensions linéaires initiales. Même si la pile est très fortement supercritique de sorte que la multiplication ne s'arrête pas réellement à une telle expansion, le temps entre les fissions est tellement augmenté que la production d'énergie s'arrêtera pratiquement. Ainsi la distance à parcourir n'est pas susceptible d'être supérieure au rayon du "gadget", soit à 2 mètres pour 40 tonnes d'eau lourde.

Sans compter l'échappement de neutrons de la surface de la pile, les neutrons auront besoin d'au moins environ $1,3 \times 10^7$ sec pour être multipliés par un facteur e . Cette durée a été obtenue en ajustant le rapport hydrogène lourd / uranium pour réduire la durée au minimum. La masse d'uranium est de 0,7 fois celle de l'eau lourde. De cette façon, nous sommes conduits à une vitesse d'environ $1,5 \times 10^5$ cm / sec, ce qui signifie une libération d'énergie d'environ un quart de celle due à la même masse de TNT.

IV. RAISONS DE L'ECHEC ALLEMAND

En fait, l'étude de la « bombe allemande » n'a jamais dépassé le stade de projet. D'après l'historien Mark WALKER, on peut remonter aux décisions prises en 1942. A l'époque les équipes de scientifiques des deux bords étaient arrivées au même degré de connaissances. Elles connaissaient la possibilité de construire une arme nucléaire à partir de la fission du noyau d'uranium.

Du côté des Alliés, on pensait que la guerre serait longue et que les chercheurs pourraient, en fonction des moyens mis à leur disposition, fabriquer la bombe avant la fin du conflit.

Du côté allemand, il suffisait de quelques mois pour gagner la bataille. Aussi, suite à la méfiance d'HITLER et au désaveu de GOERING qui estimait que le projet risquait d'engloutir trop de ressources pour un résultat incertain, les recherches nucléaires restèrent de l'ordre du domaine public et non pas couvert par le secret militaire.

De plus, si les efforts des scientifiques allemands n'ont pas abouti, c'est en raison de divers facteurs, comme :

- le manque de coordination et la lutte d'influence entre les différents services gouvernementaux ;
- l'insuffisance des ressources allouées par l'Armée qui misait avant tout sur ses armes secrètes (V1, V2 et autres missiles) ;
- l'efficacité des bombardements alliés et la gêne qu'ils entraînaient ;
- le manque de matières premières (voir l'épisode de la « Bataille de l'eau lourde).



Fig. 130 - Werner HEISENBERG (1901-1976)

V. EPILOGUE A LA RECHERCHE ALLEMANDE

J'ai eu l'occasion d'entrer en possession d'un opuscule, *Bombe atomique et croix gammée*¹, grâce à l'intervention d'une de mes connaissances dans le milieu scientifique. Cet ouvrage apporte quelques éclaircissements sur l'attitude des scientifiques allemands et la possibilité pour eux de construire une arme nucléaire durant la Seconde Guerre Mondiale. Comme je l'ai montré, des controverses quant à leur engagement volontaire dans la course à la bombe font toujours rage à l'heure actuelle. Cette thèse clarifie, dans une certaine mesure, la situation. L'auteur a eu accès aux retranscriptions des enregistrements réalisés en 1945 lors de la détention des scientifiques allemands à *Farm Hall* près de Londres. Ces enregistrements ont été faits à l'insu des protagonistes et permet ainsi d'avoir une version de première main des considérations des captifs et de comprendre le cheminement de leur raisonnement. Malheureusement, les bandes originales en allemand n'ont pas été gardées et nous n'avons que la transcription anglaise avec ce que cela peut comporter d'imprécisions quant à la traduction ou à l'appréciation des traducteurs.

Il en ressort que tout n'est ni blanc, ni noir et que les scientifiques allemands ont gardé jusqu'au bout l'arrogance de leur soi disant supériorité sur les Alliés. Si le gouvernement nazi avait voulu y mettre le prix, ils prétendent qu'ils seraient arrivés les premiers à construire une arme nucléaire. En revanche, ils cherchent à prouver qu'ils ont ralenti volontairement leurs recherches dans le domaine militaire pour se consacrer plutôt à la mise au point d'un réacteur.

L'auteur nous donne également quelques éclaircissements sur la fameuse *rencontre de Copenhague* entre **N. BOHR** et **HEISENBERG**, car une douzaine de lettres et notes de **BOHR**, écrites entre 1957 et 1962, viennent d'être publiées et contredisent la thèse avancée par **HEISENBERG** après la guerre.

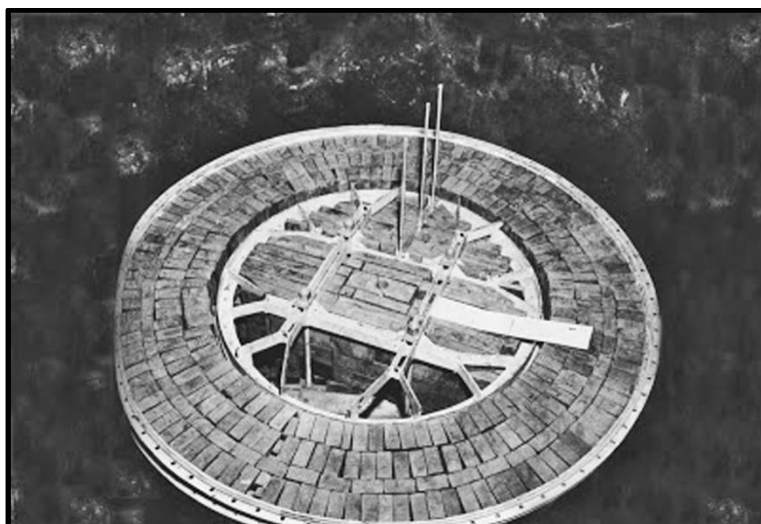


Fig. 131 – Réacteur atomique allemand dans l'état où le trouvèrent l'équipe d'Almos à la fin de la guerre qui se dépêcha de le démonter afin que les Français ne s'en emparent le livre à Frédéric JOLIOT-CURIE

(A suivre : « *Exil des scientifiques* ».)

¹ **Armand A. LUCAS** (2005) – *Bombe atomique et croix gammée*, Académie royale de Belgique – Classe des Sciences.