

NUCLÉAIRE XIX

LA BOMBE POUVAIT-ELLE ETRE ALLEMANDE ? (2ÈME PARTIE)

Robert Six

VI. FORMATION D'UN « CLUB ATOMIQUE »

Au moment du déclenchement de la guerre, il existait en Allemagne deux groupes concurrents dans le domaine de la recherche nucléaire. L'un, *Uranverein*, se trouvait sous la férule du *Ministère de l'Education du Reich* ; l'autre dépendait de l'*Office de l'armement de l'armée de terre*.

En août 1939, l'Armée, à la suite de l'article de FLÜGGE, commence vraiment à s'intéresser au problème de l'uranium. Le *Conseil de Recherche du Reich* est dissout, et en septembre, un « *secundarium club* » voit le jour sous la direction du *Service du Matériel de l'armée*. L'expert en physique atomique de ce département est Kurt DIEBNER (1905-1964), qui est épaulé par le jeune physicien Erich BAGGE (1912-1996), un pupille de Werner HEISENBERG.

Le 1^{er} septembre 1939, l'Allemagne envahit la Pologne. HEISENBERG est rappelé sous les drapeaux et il est affecté à l'*Office des Armements* à Berlin où il aura à travailler, en collaboration avec un certain nombre d'autres physiciens, à l'*étude des applications techniques de l'énergie atomique*. VON WEIZÄCKER fait partie du lot. Les deux amis ont de nombreuses occasions pour discuter de leur situation dans ce conflit qu'ils croient court et qu'ils n'approuvent pas.

« Tu fais donc partie également de notre "club atomique", attaque HEISENBERG pour engager la discussion. Je suppose donc que, de ton côté, tu as déjà pas mal réfléchi à ce que nous devons faire, étant donnée la tâche que l'on nous a confiée. De prime abord, c'est évidemment une physique très intéressante. S'il y avait la paix, et s'il ne s'agissait pas d'autre chose, nous serions sans doute tous heureux de travailler sur un problème d'une telle importance. Mais c'est la guerre ; et tout ce que nous faisons peut entraîner des dangers extrêmes pour nous ou pour d'autres. Nous devons donc bien réfléchir à ce qu'il convient de faire. »

« Tu as certainement raison, répondit **Carl Friedrich**, et j'ai moi aussi déjà envisagé la possibilité de prendre mes distances, d'une façon quelconque, vis-à-vis de cette tâche. Probablement pourrions-nous, sans trop de difficulté, nous engager comme volontaires pour partir au front ; peut-être aussi pourrions-nous essayer de collaborer plutôt à d'autres développements techniques qui seraient moins dangereux. Mais, en définitive, je suis arrivé à la conclusion que nous devrions accepter ce travail sur le problème de l'uranium ; et cela précisément parce qu'il s'agit d'un projet qui débouche sur des possibilités extrêmes. Si l'exploitation technique de l'énergie atomique se situe dans un avenir encore lointain, cela ne peut pas faire de mal que nous nous en occupions. Dans ce cas, ce projet nous donne même la possibilité de faire traverser la guerre, sans trop de dangers, aux plus doués des jeunes gens que nous avons attirés, au cours des dix dernières années, à la physique atomique.

D'un autre côté, si la technique atomique se trouve pour ainsi dire devant notre porte, il est préférable que nous exercions une certaine influence sur son développement plutôt que de le voir confié à d'autres ou au hasard. Bien entendu, je ne sais pas pendant combien de temps les scientifiques pourraient réellement contrôler un tel développement. Mais peut-être, tout de même, y aura-t-il un stade intermédiaire, plus ou moins long, pendant lequel les physiciens pourront effectivement exercer un tel contrôle. »

« Une telle chose ne serait possible, objecta **Werner**, que si une relation de confiance véritable pouvait se créer entre les services officiels, au sein de l'Office des Armements, et nous-mêmes. Mais tu sais bien que, il y a un an, j'ai été convoqué plusieurs fois à la Gestapo ; et il m'est assez désagréable de penser à la cave de l'immeuble de la Prinz-Albrecht-Strasse, avec au mur cette inscription en gros caractères : "Respirer profondément et calmement." Dans ces conditions, je ne peux vraiment pas imaginer une relation de confiance entre les autorités et nous. »

« La confiance ne peut jamais exister entre des services quelconques, mais uniquement entre êtres humains. Pourquoi n'y aurait-il pas à l'Office des Armements des hommes qui ne manifesteraient pas de préjugés à notre égard et qui seraient prêts à discuter avec nous sur ce qu'il serait raisonnable de faire ? Au fond, c'est là notre intérêt commun. »

« Peut-être bien ; mais c'est tout de même un jeu très dangereux. »

« Il existe des degrés très divers de confiance. Le degré de confiance que l'on pourra atteindre ici suffira peut-être à empêcher une évolution par trop déraisonnable. Mais, en fait, que penses-tu de notre problème sur le plan de la physique ? » (W. HEISENBERG, op. cité, pp. 235-237.)

Jusqu'à présent, HEISENBERG n'avait fait que des recherches théoriques sur la base des résultats de ses collègues Otto HAHN et Fritz STRASSMANN.

« On a l'impression que l'uranium qui se trouve dans la nature ne permet pas, en tout cas, de produire une réaction en chaîne avec des neutrons rapides, et par conséquent de faire des bombes atomiques. C'est là une grande chance. Pour une telle réaction en chaîne, seul l'uranium 235 pur, ou du moins très fortement enrichi, serait utilisable ; mais celui-ci ne pourrait être obtenu, au mieux, qu'au prix d'un énorme effort technique. Peut-être existe-t-il encore d'autres substances se prêtant au même type de réaction ; mais il doit être au moins aussi difficile de les obtenir. En tout cas, je pense qu'il n'existera pas de bombes atomiques de cette nature dans un proche avenir, ni chez les Anglais et les Américains, ni chez nous. Cependant, si l'on joint à l'uranium naturel une substance de freinage qui ralentit rapidement tous les neutrons libérés au cours du processus de fission - plus précisément, qui les ramène à la vitesse des neutrons thermiques -, alors il sera peut-être possible de mettre en route une réaction en chaîne qui pourrait fournir de l'énergie de manière contrôlable. Bien entendu, la substance de freinage ne doit pas absorber les neutrons. Il faut donc choisir des substances dont le coefficient d'absorption de neutrons soit très faible. L'eau ordinaire ne sera sans doute pas appropriée de ce point de vue. Mais peut-être l'eau lourde ou le carbone entièrement pur - par exemple sous la forme de graphite - présentent-ils les propriétés requises. C'est ce qu'il faudra vérifier expérimentalement dans un proche avenir. Je crois que nous pouvons, en toute bonne conscience - même vis-à-vis des autorités, - nous concentrer sur l'étude de la réaction en chaîne dans un tel brûleur à uranium, et laisser à d'autres le soin de l'obtention de l'uranium 235. Car la séparation isotopique correspondante ne pourra donner lieu, au mieux, à des résultats techniquement utilisables qu'au bout d'un temps très long. »

« Tu aurais donc tendance à croire que l'effort technique exigé par le brûleur à uranium que tu envisages - en admettant qu'il soit effectivement réalisable - serait nettement moindre que celui exigé par la fabrication de bombes atomiques ? »

« Cela me paraît absolument certain. La séparation de deux isotopes lourds, de masse aussi voisine que l'uranium 235 et l'uranium 238, avec par ailleurs l'objectif de produire des quantités d'uranium 235 correspondant au moins à quelques kilogrammes, c'est un problème technique absolument horrible. Dans le cas du brûleur à uranium, il s'agit peut-être simplement de produire de l'uranium chimiquement très pur, ainsi que du graphite et de l'eau lourde, les ordres de grandeur étant de quelques tonnes. L'effort matériel à fournir pourrait être inférieur d'un facteur 100 ou 1000. Je pense donc que, aussi bien en ce qui concerne votre groupe berlinois de l'Institut Kaiser Wilhelm que le nôtre travaillant à Leipzig, notre rôle devrait être de nous limiter de prime abord aux travaux préliminaires en vue du brûleur à uranium. Bien entendu, nous devons collaborer étroitement. »

« Ce que tu me dis là, dit Carl Friedrich, me paraît très clair, et aussi très rassurant, en particulier parce que les travaux sur le brûleur à uranium pourraient s'avérer utiles également en vue de l'après-guerre. Si une technique atomique pacifique doit exister à ce moment-là, elle sera sans doute basée sur le brûleur à uranium, qui pourra alors être utilisé comme, générateur d'énergie dans les centrales de force motrice, sur les bateaux, etc. Ces travaux faits pendant la guerre pourraient peut-être aboutir à la formation d'une équipe de jeunes physiciens, compétents en ce qui concerne les éléments initiaux de la technique atomique ; cette équipe pourrait constituer une cellule de base en vue des développements techniques ultérieurs. Si nous définissons notre ligne de conduite de cette manière, il sera important, dans nos discussions avec les gens de l'Office des Armements, de veiller dès à présent à ne parler que très rarement et très accessoirement de la possibilité de bombes atomiques. Bien entendu, nous devons aussi constamment avoir cette possibilité présente à l'esprit, ne serait-ce que pour ne pas être totalement pris au dépourvu si l'autre camp prépare quelque chose dans ce domaine. Du reste, je trouve assez peu plausible, du point de vue historique, que l'issue de la présente guerre puisse être décidée par la production de bombes atomiques pourrait être marquée par la technique atomique et par d'autres progrès techniques.

Cette guerre est à tel point orientée par des forces irrationnelles, par les espoirs utopiques des jeunes et les ressentiments virulents d'un certain nombre d'anciens, qu'une issue tranchée grâce à la possession de bombes atomiques contribuerait encore moins à la solution des problèmes qu'une décision qui serait due à l'épuisement ou à un retour à la raison. Mais l'après-guerre, par contre pourrait être marquée par la technique atomique et par d'autres progrès techniques. »

« Tu n'envisages donc pas non plus la possibilité qu'HITLER puisse gagner la guerre ? » demanda HEISENBERG.

« A vrai dire, répondit VON WEIZSÄCHER, j'ai à ce sujet des sentiments assez contradictoires. Parmi les gens que je connais, ceux qui sont capables de jugements politiques, en particulier mon père, ne croient pas qu'HITLER puisse gagner la guerre. Mon père a toujours considéré HITLER comme un fou et un criminel qui ne pourrait que mal finir; cette conviction ne l'a jamais quitté. Mais cependant, si c'était là toute la vérité, les succès obtenus jusqu'ici par HITLER seraient incompréhensibles. Un fou criminel ne peut pas réussir à ce point. Je pense, depuis 1933, que les gens d'expérience, libéraux et conservateurs, qui - tel mon père - condamnent HITLER, ne le comprennent pas entièrement ; quelque chose de fondamental en lui, c'est-à-dire la motivation de la puissance psychique qu'il exerce sur les hommes, leur échappe complètement. A vrai dire, je ne le comprends pas non plus; je ressens simplement cette puissance. Il a si souvent démenti par ses succès les prédictions que l'on a faites à son sujet. Peut-être y réussira-t-il encore cette fois-ci. »

« Non, répondit HEISENBERG, en tout cas pas si l'épreuve de force est menée à son terme. Car le potentiel technico-militaire du camp anglo-américain est infiniment supérieur au potentiel allemand. On pourrait tout au plus envisager la possibilité que l'autre camp hésite, pour des raisons relatives à un avenir plus lointain, à créer en Europe centrale un vide politique. Mais très probablement cet espoir n'est pas fondé, car le caractère odieux du système national-socialiste, et en particulier son comportement dans la question raciale, ferme la porte à toute solution de compromis. Quand finira la guerre ? Cela, évidemment, personne n'en sait rien. Il est possible que je sous-estime la force de résistance de l'appareil de puissance mis en place par HITLER. Mais en tout cas, nous devons, pour tout ce que nous faisons maintenant, envisager avant tout l'époque qui suivra la guerre. »

« Peut-être as-tu raison, finit par dire **Carl Friedrich**. *Il est possible que, inconsciemment, je prenne mes désirs pour des réalités. Car, sans pour autant souhaiter la victoire d'HITLER, nous ne pouvons tout de même pas désirer la défaite totale de notre pays, avec toutes les conséquences affreuses qu'elle entraînerait. Bien sûr, avec HITLER, nous ne pourrions pas non plus obtenir une paix de compromis. Mais, quoi qu'il en soit, il est certain que nous devons préparer dès maintenant la reconstruction qui suivra la guerre.* » (W. HEISENBERG, op. cité, pp. 237-240.)

Lors d'un **entretien** réalisé en **1992**, pour un reportage germano-britannique, **Carl-Friedrich VON WEIZÄCKER**, redéfinit sa position en tant qu'Allemand. **Dès 1939**, il se rend compte de la possibilité de réaliser une arme nucléaire.

« *Il est vrai qu'Hitler va déclencher la guerre cette année mais il ne poursuivra pas. Mais la bombe, elle, sera pour toujours. Par conséquent, étant donné que je suis physicien et que je suis capable de travailler dans ce domaine et que je suis politiquement concerné, je dois absolument m'y intéresser et ne pas rester en dehors.* »

Le **16 septembre 1939**, **DIEBNER** organise, au ministère, à Berlin, la **première rencontre** de ce « **second club atomique** ». Les neuf physiciens atomistes, **BAGGE**, **BASCHE**, **BOTHE**, **DIEBNER**, **FLÜGGE**, **GEIGER**, **HARTECK**, **HOFFMANN** et **MATTAUCH** veulent établir un programme visant à répartir les tâches entre les différents groupes de chercheurs. La séance est ouverte par **Walter BASCHE** qui explique que les services de renseignements ont appris que d'autres pays se sont lancés dans la recherche sur l'uranium. Un **projet uranium** est-il véritablement réalisable ? Seules des recherches minutieuses permettront de répondre à cette question et de savoir si l'ennemi est capable de réussir à obtenir une nouvelle source d'énergie. Dans la discussion, **HARTECK** propose de **séparer l'uranium par un modérateur afin de ralentir les neutrons rapides** émis lors de la fission des noyaux d'uranium. Parmi les objections qui fusent, celle d'**Otto HAHN** qui soulève les dépenses gigantesques qu'il faudrait engager pour obtenir l'isotope ^{235}U qui se prête mieux à la fission. D'autres remarques concernent la pénurie des matières nécessaires (uranium, eau lourde, etc.), ou les problèmes de personnel et le manque de connaissances sur le noyau atomique. Le débat s'enlise. L'intervention de **GEIGER** sera décisive :

« *Je voudrais dire que s'il existe ne serait-ce que l'ombre d'une chance que cette nouvelle source d'énergie existe, alors nous devons entreprendre les travaux pour la découvrir, et le faire immédiatement !* ». (Cité par **Erich BAGGE**. *Die Leipziger Versuche zur Kernenergiefreisetzung*, p. 22.)

Un mois plus tard, une **deuxième réunion** plus importante, à laquelle se sont joints **HEISENBERG** et **VON WEIZÄCKER**, a pour but d'établir le **degré de pureté de l'oxyde**

d'uranium nécessaire aux expériences. HEISENBERG occupe, à ce moment, la chaire de physique théorique à l'Université de Leipzig. Il est intéressant de noter que les physiciens théoriciens furent mal accueillis par certains au sein de ce club et que cela provoqua des dissensions qui persistent tout au long des travaux. Ainsi, il existait une animosité entre HEISENBERG et le physico-chimiste HARTECK, le physicien expérimental BOTHE, et pour d'autres raisons, toujours entre HEISENBERG et DIEBNER. HEISENBERG avait une piètre opinion sur la compétence scientifique de DIEBNER, pupille du physicien expérimental Gerhard HOFFMANN (1880-1945) ayant travaillé à Halle (1928-37) et à Leipzig (1937-45). Du plus, il faut aussi dire que les scientifiques n'avaient pas été invités mais bien convoqués militairement à cette réunion.

En octobre 1939, l'Institut de physique Kaiser-Wilhem est réquisitionné par le Service du Matériel et devient le siège de « **secundarium club** ». Son directeur, le Hollandais Peter DEBYE, qui exerce en Allemagne depuis 1909 et qui occupe le poste depuis 1937, est invité à adopter la nationalité allemande ou du moins à publier un livre pro-nazi prouvant l'authenticité de ses opinions. Il refuse et profite d'une tournée de conférences aux Etats-Unis pour quitter définitivement son pays d'adoption et accepter une chaire à la *Cornell University*. DIEBNER devient le chef administratif de l'Institut. Il n'est pas très apprécié de la plupart des scientifiques « civils ». L'Institut de physique Kaiser-Wilhem devient un centre au sens formel du terme car en fait pendant les années suivantes, seulement une petite partie de l'Institut de physique sera impliqué dans la recherche nucléaire. Parmi les assistants de DIEBNER qui participent au « projet uranium », on trouve Horst KORSCHING (1912-1998), Carl Friedrich von Weizsäcker et Karl WIRTZ (1910-1994). Très vite le groupe est rejoint par Fritz BOPP (1909-1987), Paul MÜLLER et Karl-Heinz HÖCKER (1915-1998).

HEISENBERG en devient le consultant scientifique tout en gardant sa position à l'Université de Leipzig. Il veillera aux destinées de l'Institut durant toute la guerre. Ce sera l'un des points de la controverse dont j'ai parlé en début d'article. Il est jugé avec sévérité par ses collègues étrangers qui critiquent son attitude de pseudo soumission au régime hitlérien. Son ami VON WEIZSÄCHER note à ce sujet :

« Après le départ de DEBYE, nous tombâmes sous la coupe du ministère des Armements et, peu à peu, on nous imposa des éléments parfaitement désagréables... Chaque semaine, nous faisons venir HEISENBERG à l'Institut comme conseiller et, au bout d'un an, il arriva ce que nous avons prévu : HEISENBERG dirigeait effectivement tous les travaux. On put ensuite amener le président et le conseil de la Société Kaiser-Wilhem, qui connaissaient exactement nos idées politiques, à le nommer directeur, ce qui effaça la hantise d'une intrusion indésirable. Pour respecter les droits de DEBYE, que nous continuions à considérer comme directeur de l'Institut, HEISENBERG reçut le titre de "directeur à l'Institut"... ».

(Robert JUNGK – Plus clair que mille soleils – Le destin des atomistes, Arthaud, 1948, p.88.)

Au sein même du milieu scientifique allemand, l'attitude d'HEISENBERG est violemment critiquée par un certain nombre de physiciens. Ceux-ci estiment qu'en

marquant ses distances avec le régime nazi, il aurait encouragé les scientifiques hostiles à **HITLER** et aurait pu devenir l'âme et le chef de leur résistance active. Le savant défendit plus tard son attitude devant l'historien **Robert JUNGK** :

« Dans une dictature, il ne peut y avoir de résistance active que de la part de ceux qui semblent être partisans du système. Celui qui prend publiquement position contre le régime se prive en même temps de toute possibilité de résistance efficace : ou bien, il se contente de critiques occasionnelles et anodines, et son influence politique est réduite à zéro... ou bien, s'il tente de susciter un mouvement d'opinion politique, chez les étudiants par exemple, il échouera sans tarder dans un camp de concentration, et le sacrifice de sa vie même restera pratiquement inconnu, parce qu'on aura pas le droit de parler de lui. Les gens du 20 juillet (quelques-uns étaient de mes amis) m'ont fait éprouver la plus grande honte ; ils ont opposé une vraie résistance au sacrifice de leur vie. Mais leur exemple aussi prouve que toute opposition efficace implique une sympathie feinte pour le pouvoir établi ».*
(R. JUNGK, op. cité, p.88.)

*Le **complot du 20 juillet 1944** est l'événement le plus marquant de la résistance allemande au nazisme. Il fut essentiellement planifié par des militaires voulant le renversement du régime nazi afin de pouvoir négocier une reddition honorable avec les Alliés. Le complot prévoyait deux étapes. La première phase consistait en l'assassinat de Hitler ; la seconde en la prise de pouvoir et la mise en place d'un nouveau régime afin de détourner de son objectif le plan d'urgence établi par les SS, l'*Opération Walkyrie*, prévu pour émettre à l'armée de réprimer une insurrection. L'attentat échoua. La bombe placée par le colonel Claus VON STAUFFENBERG dans la salle de conférence du Wolfschanze explosa, blessant légèrement le Führer. L'incertitude sur le sort de Hitler et l'impréparation des conjuré retardèrent le lancement du coup d'état entraînant l'échec de l'opération qui fut suivi par une répression particulièrement féroce

On en pense ce que l'on veut, mais n'oublions pas le contexte, et n'oublions pas qu'il eut des hommes qui, dans d'autres domaines, ont joué ce jeu et ont réussi à sauver de nombreuses vies. Je pense à l'industriel allemand **Oscar SCHINDLER** (1908-1974), par exemple, qui par son attitude ambiguë parvint à sauver **1.100 juifs**

de son personnel des camps de la mort.

Les travaux expérimentaux reprennent rapidement à Leipzig et à Berlin. **HEISENBERG**, tout en continuant ses recherches, se rend souvent à Berlin pour suivre les études entreprises à l'**Institut Kaiser-Wilhem à Dahlem**, par le groupe chargé du programme uranium. Cette équipe est sous la direction officielle de **C.F. von WEIZSÄCKER**, et elle est chargée du **développement d'une machine à uranium**.

Cependant, les débuts des opérations jouent de malchance. Le spécialiste chargé de l'examen chimique de l'eau lourde à Göttingen, a été rappelé, il faut attendre qu'il soit disponible. De plus, on découvre que le stock d'oxyde d'uranium allemand a été racheté par un autre bureau de l'Armée qui le destine à l'élaboration d'un alliage pour la fabrication d'obus antichars perforants. Lors des premières expériences pratiques faites à Leipzig, le physicien **DÖPEL**, ignorant les propriétés chimiques de l'uranium, saisit le matériau au moyen d'une pelle en métal, ce qui l'enflamme. Voulant verser de l'eau sur la flamme, il ne fait qu'étendre l'incendie, nécessitant l'intervention des pompiers. Il s'en sort avec quelques brûlures sans gravité.

DÖPEL détermine également, avec la participation de **HEISENBERG**, les **propriétés de l'eau lourde**.

Durant l'hiver 1939-1940, **HEISENBERG** qui s'était chargé d'**étudier la réaction en chaîne**, termine ce travail théorique en montrant la différence fondamentale existant entre une pile à uranium, dans lequel la réaction en chaîne est maîtrisée, et une bombe à uranium, où la réaction s'emballé et provoque une explosion. **Le 6 décembre 1939**, il rédige un **rapport secret** : « *La possibilité d'une production d'énergie technique à partir de la fission de l'uranium* », dans lequel il donne ses conclusions en se basant sur la théorie développée par **BOHR** et **WHEELER**. En effet, **en 1939**, lors d'un séjour à l'**Université de Princeton**, aux USA, les deux savants ont établi une **théorie détaillée de la fission** qui permet de prédire si un noyau d'un élément se désintégrera ou non après la capture d'un neutron. Par contre, les physiciens allemands ne sont pas au courant du papier de **PEIERLS** sur la fission avec des neutrons rapides « *Critical Conditions in Neutron Multiplication* »¹.

En février 1940, **VON WEIZSÄCKER** et deux de ses collaborateurs, **MÜLLER** et **HÖCKER**, présentent leur **premier rapport secret** : « *Calcul de la production d'énergie dans la machine à uranium* »². Ils se rendent compte que l'uranium naturel ne convient pas pour la réalisation d'une bombe et qu'il faut de l'uranium enrichi. Le moyen d'obtenir ce matériau consisterait à mettre au point un **réacteur nucléaire** employant de l'uranium naturel qui s'enrichira, lors de la réaction en chaîne, en un sous-produit de l'uranium 239 tout aussi approprié que l'uranium 235 ; ce sera l'« **élément 93** », appelé alors **Eka-Rhenium** (actuellement le **Neptunium** dans la classification périodique des éléments). **Le 17 juillet 1940**, **VON WEIZSÄCKER** consigne ces considérations dans un **essai** intitulé « *D'une possibilité de tirer de l'énergie de l'uranium 238* »³.

¹ **PEIERLS Rudolph** - *Critical Conditions in Neutron Multiplication*. Proceedings of the Cambridge Philosophical Society 35 (1939) pp.610-615.

² **Carl-Friedrich von WEIZSÄCKER, Paul MÜLLER, Karl-Heinz HÖCKER** - *Berechnung der Energieerzeugung in der Uran-maschine, G-60*; rapport non publié (26/02/1940).

³ **Carl-Friedrich von WEIZSÄCKER** - *Eine Möglichkeit der Energiegewinnung aus U 238, G-59*; rapport non publié (17/07/1940).

Remarquons que Kurt STARKE découvrira – indépendamment des chercheurs américains – l'élément 93 à l'Institut Kaiser-Wilhem en 1940/1941 (rapport secret du 20/05/1941). De son côté Friedrich HOUTERMANS (1903-1966, que l'on retrouvera ci-après) prédit, en 1941, qu'un élément supérieur à l'élément 93 sera un bien meilleur matériau pour obtenir la fission de son noyau. Les Allemands ne possédant pas de source de neutrons rapides, ils ne découvriront pas l'élément 94 que les anglosaxons appelleront « plutonium ». STARKE se mettra à sa recherche en 1943/1944, lorsqu'il travaillera, au laboratoire de F. JOLIOT-CURIE, dans Paris occupé, sur le cyclotron, mais sans succès (STARKE Kurt - *Transuranium research in Germany 1939 to 1945. Atomkernenergie/Kerntechnik*)

Un facteur important pour faire fonctionner une machine à uranium est le nombre du facteur de multiplication neutronique. Des expériences étaient en cours pour le déterminer. HARTECK fut le premier à pouvoir, au printemps 1940, entreprendre une expérience avec de l'oxyde d'uranium et du dioxyde de carbone comme modérateur. Même s'il avait pu disposer de la totalité d'oxyde d'uranium disponible à cette époque, la quantité aurait été insuffisante et la pile trop petite pour permettre une réaction en chaîne.

Dès la fin de 1939, HEISENBERG avait déterminé théoriquement qu'il était possible d'utiliser du carbone très pur en lieu et place de l'eau lourde. Cependant, à la suite d'une mauvaise interprétation des résultats d'absorption des neutrons par le carbone, faite par BOTHE, les calculs d'HEISENBERG montrent qu'il faudrait une plus grande quantité de carbone que d'eau lourde. Aussi cette voie fut-elle abandonnée. En août 1940 Robert DÖPEL (1895-1982) du groupe de Leipzig montre expérimentalement que l'eau lourde est un excellent modérateur, ce qui implique automatiquement la construction d'une pile à uranium naturel et eau lourde.

A la fin de l'année 1941, le « club de l'uranium » a établi les bases physiques de l'exploitation technique de l'énergie atomique. La construction d'un réacteur nucléaire fournissant de l'énergie, à partir d'uranium naturel et d'eau lourde, est possible. Pour cela, il faut le minerai et le modérateur.

(A suivre : « La bombe pouvait-elle être allemande (3^{ème} partie) ».)