

LA PREMIERE PILE

par

Corbin Allardice et Edward R. Trapnell

(Cet article, écrit en 1946, est le premier compte rendu détaillé de la construction et du fonctionnement du premier réacteur nucléaire. Bien qu'il s'agisse d'un article de vulgarisation, il n'a été rédigé qu'après ample consultation de plusieurs chercheurs s'occupant directement de cette fameuse expérience et maints passages sont la transcription des souvenirs personnels qu'ils ont conservés de l'événement du 2 décembre 1942. Cet article est reproduit ici avec l'autorisation de ATOMIC ENERGY COMMISSION des Etats-Unis.)

Le 2 décembre 1942, l'homme a provoqué pour la première fois une réaction nucléaire en chaîne auto-entretenu, et l'a contrôlée.

Tard dans l'après-midi de ce jour-là, sous les tribunes ouest de Stagg Field, à Chicago, un petit groupe de chercheurs étaient témoins de la naissance d'une nouvelle ère de la science. Un événement, qui allait changer le cours de l'histoire, se déroulait dans une ancienne salle de jeu de squash.

Il était 3 h. 25 très précises lorsque George Weil retira la barre de contrôle recouverte de cadmium et par ce geste libéra et contrôla l'énergie atomique.

Lorsque tous ceux qui étaient présents se rendirent compte de ce qui venait de se produire, un sourire s'épanouit sur leurs visages tandis qu'ils applaudissaient discrètement. Cet hommage allait à Enrico Fermi, lauréat du prix Nobel et principal artisan du succès de l'expérience.

Né à Rome le 29 septembre 1901, Fermi étudiait l'uranium depuis de nombreuses années, lorsqu'en 1934, il exposa de l'uranium à un bombardement neutronique et produisit ce qui semblait être les éléments 93 et 94 (l'uranium est l'élément 92). Toutefois, en y regardant de plus près, on pouvait croire à une fantaisie de la nature; en effet, plusieurs autres éléments étaient présents, mais aucun ne semblait trouver sa place dans la classification périodique, au voisinage de l'uranium, où Fermi savait qu'ils auraient dû être s'ils étaient bien les éléments transuraniens 93 et 94. Il fallut attendre cinq ans pour que Fermi lui-même comprenne qu'il avait en fait provoqué la fission de l'uranium et que les éléments dont la présence était inexplicable appartenaient au groupe intermédiaire de la classification périodique.

Fermi reçut le prix Nobel en 1938 pour ses travaux sur les éléments transuraniens. Il partit en Suède avec sa famille pour recevoir son prix. Il fut sévèrement critiqué par la presse fasciste pour ne pas avoir porté l'uniforme fasciste et pour ne pas

avoir reçu son prix en saluant la main levée. Fermi et sa famille ne revinrent jamais en Italie.

Ayant emporté la plupart de ses affaires personnelles, Fermi quitta la Suède pour Londres et, de là, partit pour les Etats-Unis, qu'il ne devait plus quitter.

Cet explorateur moderne de l'inconnu était à Chicago en ce jour froid de décembre de 1942. Un profane aurait vu un étrange spectacle dans le local où Fermi travaillait. La pièce mesurait moins de 10 mètres sur 20 et était entourée sur trois côtés par une sorte de tenture grise faite de l'enveloppe d'un ballon; au centre se dressait une structure de briques noires et de gros madriers, de forme carrée à la base et s'arrondissant en sphère aplatie vers le haut. Les flancs se dressaient verticalement jusqu'à mi-hauteur et la partie supérieure formait une sorte de dôme qui la faisait ressembler à une ruche. Pendant la construction de cette pile compliquée, d'apparence grossière (le nom de pile allait dorénavant s'appliquer à tous les dispositifs du même genre), les chercheurs disaient en plaisantant: "Si les gens voyaient ce qu'on est en train de faire avec leur million et demi de dollars, ils penseraient que nous sommes fous; s'ils savaient pourquoi, ils en seraient convaincus."

Dans le cadre du fantastique programme de la bombe atomique, dont l'expérience de la pile de Chicago était une étape décisive, le succès du 2 décembre apporta un élément de plus à la solution de l'énigme atomique. L'aboutissement des études sur la réaction en chaîne fut un stimulant pour les chefs de l'équipe du projet de la bombe et eut en même temps un effet rassurant, car le Génie militaire de Manhattan avait progressé sur de nombreux fronts. On négociait des contrats pour la production en série de réacteurs, un terrain avait été acheté à Oak Ridge (Tennessee) et des dépenses s'élevant à plusieurs millions de dollars avaient été engagées.

Trois ans avant l'expérience du 2 décembre, on avait découvert que, sous l'action d'un bombardement neutronique, l'atome d'uranium se séparait

parfois en deux parties. On découvrit plus tard que, lors de ce phénomène, de nouveaux neutrons étaient émis et pouvaient à leur tour briser d'autres atomes d'uranium. On en déduisit qu'il était possible de provoquer une réaction en chaîne, analogue à certains égards à la réaction qui est à l'origine de l'énergie solaire. Les faits permettaient en outre de penser que, si l'on mettait en présence, dans certaines conditions, des quantités suffisantes d'uranium, il en résulterait une réaction en chaîne auto-entretenu. La quantité d'uranium nécessaire à une réaction en chaîne dans des conditions données s'appelle la "masse critique" et l'on parle communément de la "taille critique" d'un réacteur.

On étudiait sans relâche depuis trois ans le problème de la réaction en chaîne auto-entretenu lorsqu'on construisit enfin, presque un an après Pearl Harbor, un réacteur de taille critique. Il marcha. La réaction en chaîne auto-entretenu était devenue une réalité.

Des années d'efforts et d'études ont précédé la première démonstration de ce phénomène. Son histoire remonte au moins à l'automne 1938, lorsque deux savants allemands, Otto Hahn et Fritz Strassmann, qui travaillaient à l'Institut Kaiser Wilhelm, à Berlin, trouvèrent du baryum dans les substances résiduelles d'une expérience au cours de laquelle ils avaient exposé de l'uranium au bombardement de neutrons émis par une source radium-béryllium. Cette découverte fit sensation dans le laboratoire, étant donné la différence de masse atomique entre le baryum et l'uranium. On avait déjà constaté, lors d'expériences analogues, la présence d'éléments autres que l'uranium, mais ils ne différaient de celui-ci que d'une ou deux unités de masse. Or, entre le baryum et l'uranium, il y avait une différence d'environ 98 unités. On se demandait d'où pouvait bien venir cet élément. Il devint évident que l'atome d'uranium exposé à un bombardement neutronique s'était scindé pour constituer deux éléments différents représentant chacun à peu près la moitié de sa masse atomique.

Avant de publier les résultats de leurs travaux dans la revue scientifique allemande Die Naturwissenschaften, Hahn et Strassmann se mirent en rapport avec Lise Meitner qui s'était enfuie du Reich et travaillait alors avec Niels Bohr, à Copenhague.

Lise Meitner fut vivement intéressée par le phénomène et chercha immédiatement à analyser mathématiquement les résultats de l'expérience. Elle conclut que le baryum et les autres éléments résiduels provenaient de la fission de l'atome d'uranium. Toutefois, lorsqu'elle fit la somme des masses atomiques de ces éléments résiduels, elle cons-

tata qu'elle était inférieure à la masse atomique de l'uranium.

A cela, il n'y avait qu'une explication possible : la fission de l'uranium engendrait deux éléments, de masse presque égale à la moitié de celle de l'uranium. Une fraction de la masse de l'uranium avait disparue. Lise Meitner et son neveu, O.R. Frisch, pensèrent que la fraction disparue s'était convertie en énergie. En vertu de la théorie exposée en 1905 par Albert Einstein, selon laquelle le rapport de la masse à l'énergie s'exprime par l'équation $E = mc^2$ (c'est-à-dire que l'énergie est égale à la masse multipliée par le carré de la vitesse de la lumière), l'énergie libérée devait être de l'ordre de 200 millions d'électrons volts par atome fissionné.

Einstein lui-même avait déclaré, près de 35 ans auparavant, que sa théorie pourrait fort bien se trouver confirmée par les recherches sur les éléments radioactifs. Bohr envisageait de se rendre en Amérique pour étudier d'autres problèmes avec Einstein, qui avait trouvé un havre à Princeton Institute for Advanced Studies. Bohr se rendit en Amérique, mais il discuta surtout avec Einstein le rapport de Lise Meitner et de Frisch. Bohr arriva à Princeton le 16 janvier 1939. Il eut des entretiens avec Einstein et avec J.A. Wheeler, un de ses anciens élèves. La nouvelle parvint aux oreilles de physiciens qui se trouvaient dans cette région, et notamment d'Enrico Fermi, alors à Columbia. Fermi et ses collaborateurs se mirent immédiatement au travail pour détecter la forte décharge ionisante qui devait accompagner la fission et la libération d'énergie qui en résulte.

Avant la fin des expériences, Fermi dut quitter Columbia pour assister à une conférence de physique théorique à l'Université George Washington, à Washington, D.C. Il y rencontra Bohr avec qui il échangea des renseignements et parla du problème de la fission. Fermi avança l'hypothèse d'une émission de neutrons et, au cours de cette conversation, ils commencèrent à croire à la possibilité d'une réaction en chaîne.

Avant la fin de l'entretien, les conclusions de Lise Meitner et de Frisch furent confirmées par les résultats d'expériences menées dans quatre laboratoires des Etats-Unis (Carnegie Institution de Washington, Columbia, John Hopkins et Université de Californie). On apprit plus tard que des expériences analogues faites par Frisch et Lise Meitner le 15 janvier apportaient la même confirmation. En France, Frédéric Joliot-Curie aboutit aux mêmes conclusions et les publia dans le numéro du 30 janvier des Comptes rendus, revue scientifique française.

Walter H. Zinn, savant d'origine canadienne, et Leo Szilard, d'origine hongroise, travaillant tous deux à Columbia University, entreprirent le 27 février 1939 des expériences tendant à dénombrer les neutrons émis par la fission de l'uranium. Simultanément, Fermi et ses collaborateurs, Herbert L. Anderson et H. B. Hanstein, entreprirent des recherches dans le même sens. Les résultats de ces travaux furent publiés en même temps dans le numéro d'avril de Physical Review; ils montraient la possibilité d'une réaction en chaîne, étant donné l'émission de neutrons qui accompagnait la fission de l'uranium.

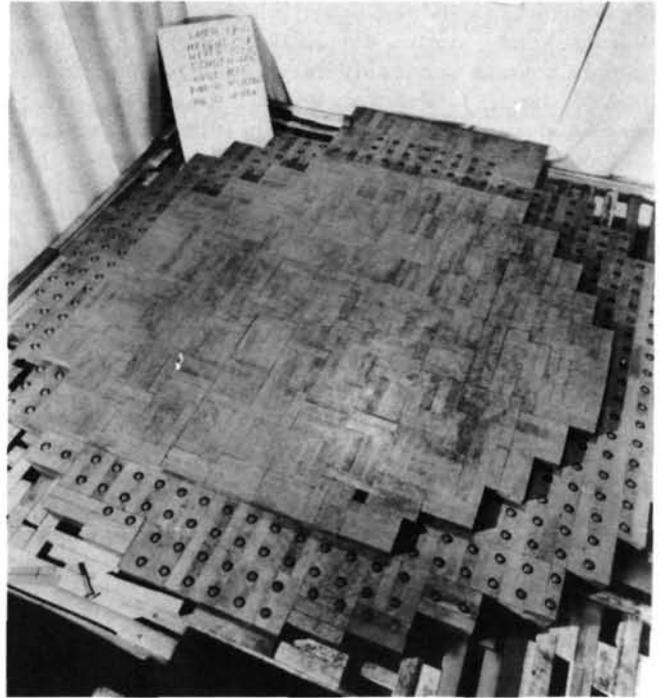
Les mesures de cette émission, effectuées par Fermi, Zinn, Szilard, Anderson et Einstein, furent d'une importance capitale dans la recherche de la réaction en chaîne.

Les travaux sur le réacteur à uranium reçurent une impulsion nouvelle lorsque le plutonium fut découvert, en mars 1940, au laboratoire de radioactivité de Berkeley (Californie). Cet élément, inconnu dans la nature, résultait de la capture d'un neutron par l'atome d'uranium-238 dont la structure subissait alors deux transformations successives accompagnées d'une émission de rayons bêta. On pensait que le plutonium pourrait se fissionner, tout comme le faisait l'isotope rare de l'uranium, l'uranium-235.

À Columbia, pendant ce temps, Fermi, Zinn et leurs collaborateurs s'efforçaient d'établir les plans d'un modèle utilisable de réacteur à uranium. Il fallait notamment trouver la substance appropriée pour ralentir les neutrons se déplaçant à des vitesses relativement élevées. En juillet 1941, on procéda à des expériences sur l'uranium pour mesurer le facteur de multiplication (le facteur "k") qui était le secret de la réaction en chaîne. Si ce facteur pouvait atteindre une valeur assez supérieure à l'unité, il deviendrait possible de provoquer une réaction en chaîne dans une masse de matière de dimensions suffisantes. Si "k" restait inférieur à l'unité, une réaction en chaîne ne pourrait pas se produire.

Étant donné que les impuretés contenues dans l'uranium et dans le ralentisseur allaient capter des neutrons qui ne pourraient plus, de ce fait, provoquer de nouvelles fissions, et que des neutrons pouvaient d'autre part s'échapper du réacteur sans rencontrer d'atomes d'uranium-235, on se demandait si l'on pourrait jamais obtenir une valeur de "k" supérieure à l'unité.

Il faut se féliciter que la recherche d'un facteur "k" supérieur à l'unité ait posé des problèmes complexes et ardues, car si les savants du Troisième Reich avaient trouvé le secret du contrôle des neutrons et obtenu cette valeur de "k", ils auraient été



L'unique photo prise au cours de la construction du premier réacteur du monde, à l'Université de Chicago. Prise en novembre 1942, elle montre la structure de la pile: couches alternées de graphite inactif et de graphite contenant de l'uranium métal et de l'oxyde d'uranium (Photo Laboratoire national d'Argonne)

bien près de fabriquer une bombe atomique pour les Nazis.

L'un des premiers problèmes à résoudre était de déterminer la meilleure façon de placer l'uranium dans le réacteur. Fermi et Szilard suggérèrent de le placer dans un réceptacle fait d'une matière modératrice, constituant ainsi une maille cubique d'uranium. Cette disposition semblait offrir le maximum de chance pour qu'un neutron rencontre un atome d'uranium. De toutes les matières possédant les qualités modératrices requises, le graphite était le seul que l'on pouvait se procurer en quantité suffisante et au degré de pureté voulu.

L'étude des réacteurs à maille uranium-graphite commença à Columbia en juillet 1941, mais après la réorganisation du "Projet Uranium" en décembre 1941, Arthur H. Compton fut chargé de cet aspect des travaux, sous la direction de l'Office of Scientific Research and Development, et l'on décida que les travaux sur les réacteurs en chaîne seraient centralisés à l'Université de Chicago. En conséquence, les équipes de Columbia et de Princeton furent, dès le début de 1942, transférées à Chicago, où était installé le Laboratoire de métallurgie.

D'une façon générale, l'équipe de physique nucléaire expérimentale dirigée par Fermi avait pour

tâche principale de provoquer une réaction en chaîne ; la section de chimie, organisée par F. H. Spedding (placée ensuite successivement sous la direction de S. K. Allison, J. Franck, W. C. Johnson et T. Hogness) s'occupait de la chimie du plutonium et des méthodes de séparation, et le groupe de recherches théoriques, dirigé par E. P. Wigner, était chargé d'élaborer des plans de réacteurs de production. Toutefois, les problèmes se chevauchaient et les divers aspects scientifiques et techniques du processus de la fission étaient étudiés par le groupe qui paraissait le mieux équipé pour la tâche.

A Chicago, les recherches sur les réacteurs de taille sous-critique se poursuivaient. En juillet 1942, les mesures effectuées sur ces réacteurs expérimentaux étaient allées assez loin pour que l'on puisse dresser les plans d'un réacteur expérimental de taille critique. C'est à cette époque que l'on fit fabriquer, sur les plans de Zinn, les matrices servant à comprimer les oxydes d'uranium. Cette décision était lourde de conséquences, puisque toute la construction du réacteur dépendait de la forme et de la taille des morceaux d'uranium.

Il fallait utiliser des oxydes d'uranium, parce qu'il n'existait pas d'uranium métallique suffisamment pur. Plusieurs usines cherchaient à produire de l'uranium métallique, mais il ne fut pas possible d'en obtenir en quantités suffisantes avant le mois de novembre. A la mi-novembre, la Westinghouse and Manufacturing Company, la Metal Hydrides Company, et F. H. Spedding, qui travaillait alors au Iowa State College de Ames (Iowa), avaient livré plusieurs tonnes d'uranium métallique très purifié qui furent placées dans le réacteur, aussi près de son centre que possible. Norman Hilberry s'occupait de l'acquisition de produits ralentisseurs et d'oxydes d'uranium et R. L. Dawn de l'acquisition d'uranium métallique pur.

Bien que les plans pour les matrices destinées à presser l'oxyde d'uranium aient été établis en juillet, il fallut procéder encore à d'autres mesures pour permettre le contrôle de la réaction, pour réviser les estimations concernant les dimensions critiques finales de la pile et pour calculer d'autres paramètres. On construisit trente piles sous-critiques expérimentales avant de terminer la pile finale.

Entre-temps, Vannevar Bush, Directeur de l'Office of Scientific Research and Development, avait recommandé au Président Roosevelt la constitution d'un organisme spécial du Génie de l'armée à qui serait confiée l'entière responsabilité de la mise au point d'une bombe atomique. Pendant l'été, on créa le Manhattan Engineer District et en septembre 1942 le Général L. R. Groves en prit le commandement.

La construction de la pile de Chicago commença en novembre. Le projet prit de l'ampleur : on

commença l'usinage des blocs de graphite, on moula des pastilles d'oxyde d'uranium et on mit au point les appareils de mesure. Les deux équipes de "construction" de Fermi, l'une dirigée par Zinn et l'autre par Anderson, travaillaient presque sans interruption. V. C. Wilson dirigeait les travaux relatifs à l'instrumentation.

Les premières évaluations des dimensions critiques de la pile furent pessimistes. Par précaution, on décida d'enfermer la pile dans une enveloppe en toile de ballon, qui pourrait être évacuée avec l'air pollué par les produits de fission.

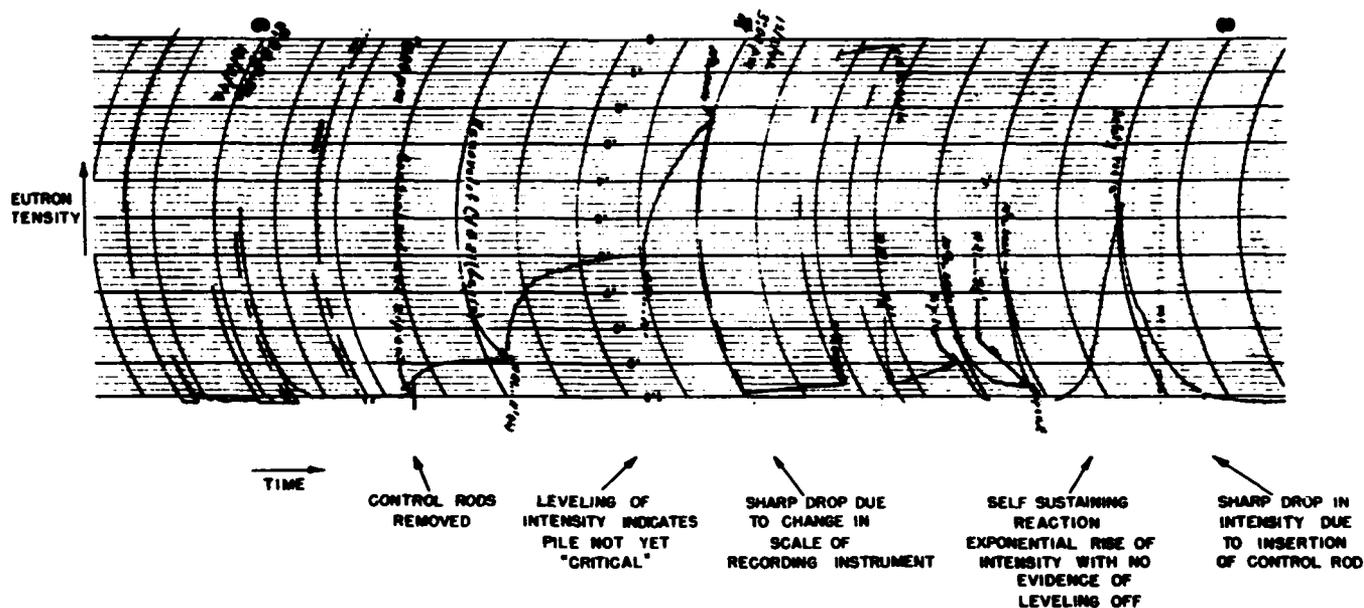
Cette enveloppe fut construite par la "Goodyear Tyre and Rubber Company". Les ingénieurs de cette société, qui était spécialisée dans la construction d'enveloppes pour les appareils plus légers que l'air, furent un peu déconcertés par l'aérodynamique d'un ballon carré. Pour des raisons de sécurité, on ne pouvait indiquer à la société Goodyear à quel emploi était destinée l'enveloppe; aussi le "nouveau ballon carré" de l'armée donna-t-il lieu à maintes plaisanteries joyeuses.

On pendit l'enveloppe en laissant un des côtés ouvert; on plaça au centre de la salle une première couche circulaire de briques en graphite. Cette couche et les autres couches de la pile furent entourées d'un cadre de bois. Une couche sur deux contenait l'uranium. En procédant ainsi couche par couche, on construisit une sorte de sphéroïde aplati, véritable "pile" d'uranium et de graphite.

L'atelier d'usinage des briques de graphite était installé dans les tribunes ouest de Stagg Field. Semaine après semaine, cet atelier fabriqua des briques de graphite. Le travail fut mené à bien sous la direction de Zinn par des mécaniciens qualifiés dont le chef était un certain August Knuth, constructeur de moulins. En octobre, Anderson et ses collaborateurs se joignirent à l'équipe de Zinn.

Décrivant cette phase des travaux, Albert Wattenberg, l'un des membres de l'équipe Zinn, a dit : "Nous avons appris ce que c'était que de travailler dans les mines de charbon. Après huit heures d'usinage du graphite, nous étions transformés en nègres. La première douche ne faisait qu'enlever la partie superficielle de la couche de poussière charbonneuse. Une demi-heure après, cette poussière recommençait à suinter par tous les pores de notre épiderme. Le sol cimenté où nous coupions le graphite était aussi glissant qu'un parquet ciré, car, comme vous le savez, le graphite est un lubrifiant sec." Avant que l'édifice ne fût à moitié achevé, les calculs indiquèrent que les dimensions critiques à partir desquelles la réaction en chaîne se produirait étaient un peu inférieures aux prévisions. A mesure que le temps passait, la pile s'élevait et prenait for-

**DEC. 2 1942 START-UP
OF
FIRST SELF-SUSTAINING CHAIN REACTION
NEUTRON INTENSITY IN THE PILE AS RECORDED BY A GALVANOMETER**



Photocopie du graphique d'enregistrement de l'intensité des neutrons lors de la mise en marche du réacteur de Chicago. On l'appelle souvent «l'acte de naissance» de l'ère atomique (Photo Laboratoire national d'Argonne)

me. A mesure que sa taille augmentait, la tension nerveuse des hommes allait croissant. La logique et la théorie scientifique leur disaient que la pile allait diverger. Il ne pouvait pas en être autrement. Toutes les mesures l'indiquaient. Il fallait maintenant passer de la théorie à la pratique. A mesure que le moment si attendu approchait, les savants refaisaient leurs calculs et prêtaient plus d'attention aux moindres détails.

Fermi, qui avait l'esprit vif, dirigeait la conception et la construction de la pile et ses coéquipiers disaient de lui qu'il était "plein d'assurance, mais sans aucune vanité".

Les calculs qu'avait faits Fermi à partir des mesures effectuées sur la pile encore inachevée étaient si exacts que bien avant l'achèvement de la pile et l'expérience du 2 décembre, il put prédire presque à une brique près le point où le réacteur commencerait à diverger.

Mais parmi tous ces hommes qui donnaient le meilleur d'eux-mêmes avec une confiance sans bornes, bien peu connaissaient l'enjeu de leur réussite. A Washington, le Manhattan District avait entamé des négociations avec la société Dupont de Nemours pour la conception, la construction et l'exploitation d'une

installation fondée sur les principes encore non vérifiés de la pile de Chicago. Il en sortit l'usine de Pasco, dans l'Etat de Washington, dont la construction coûta 350 millions de dollars.

A Chicago, au début de l'après-midi du 1er décembre, les essais indiquaient que l'on approchait bientôt de l'état critique. A 16 heures, l'équipe de Zinn fut remplacée par celle d'Anderson. Peu après, on plaça la dernière couche de briques de graphite et d'uranium sur la pile. Anderson, aidé par Zinn qui était resté, procéda à plusieurs mesures de l'activité dans la pile. Les deux hommes étaient certains que, lorsqu'on retirerait les barres de contrôle, la pile divergerait. Mais ils préférèrent attendre que Fermi fût présent avec les autres membres de l'équipe. Les barres de contrôle furent donc verrouillées et l'on suspendit tout travail ce jour-là.

Le soir, on annonça aux hommes qui avaient travaillé à la pile que l'expérience aurait lieu le lendemain matin.

Vers 8 h. 30, le mercredi 2 décembre, les hommes commencèrent à se rassembler dans la salle de squash.

L'un des côtés de la salle était surplombé par un balcon qui la dominait de trois mètres. Fermi,

Zinn, Anderson et Compton s'étaient groupés autour des instruments à l'extrémité est de ce balcon. Les autres observateurs se rassemblèrent de l'autre côté. R. G. Nobles, l'un des jeunes savants qui travaillait à la pile, a décrit cette situation en ces termes : "Les 'huiles' entouraient le poste de contrôle et les 'pékings' durent rester derrière."

Dans la salle de squash, juste au-dessous du balcon, se tenait George Weil, qui avait pour tâche d'enlever la dernière barre de contrôle. Dans la pile, on avait placé trois séries de barres de contrôle. La première série provoquait l'arrêt automatique et pouvait être commandée depuis le balcon. Il y avait ensuite la barre de sécurité pour les cas d'urgence : à une des extrémités de cette barre, on avait fixé une corde qui traversait la pile et pesait lourdement sur l'autre extrémité. On retira cette barre de la pile et on l'attachait par une autre corde au balcon. Armé d'une hache, Hilberry était prêt à couper cette corde si quelque chose d'imprévu arrivait ou si les barres d'arrêt automatique ne fonctionnaient pas. La troisième barre, manoeuvrée par Weil, empêcherait l'entrée en divergence tant qu'on ne l'aurait pas relevée d'une longueur appropriée.

Comme cette expérience ne ressemblait à rien de ce qu'on avait fait précédemment, on ne pouvait pas se reposer entièrement sur les barres d'arrêt actionnées mécaniquement. C'est pourquoi trois hommes, Harold Lichtenberger, W. Nyer et A. C. Graves, munis de "poison liquide", avaient pris place sur un échafaudage, au-dessous de la pile; ils étaient prêts à répandre une solution de sels de cadmium sur la pile en cas de défaillance mécanique des barres d'arrêt.

Il y eut d'abord une sorte de répétition générale, chaque groupe simulant les manoeuvres qu'il devait accomplir pendant l'expérience.

A 9 h.45, Fermi ordonna de retirer les barres de contrôle dont le mouvement était commandé électriquement. On entendit le "ouin-ouin" du petit moteur. Tous les yeux étaient fixés sur les lampes indiquant la position des barres.

Mais bientôt, ceux qui se trouvaient sur le balcon se retournèrent pour regarder les compteurs dont le cliquetis s'accéléra dès que les barres furent sorties. Les cadrans de ces compteurs ressemblaient à des montres, dont les aiguilles indiquaient le compte des neutrons. Tout près, se trouvait un appareil enregistreur dont le style tremblotant traçait la courbe de l'activité neutronique dans la pile.

Peu après 10 heures, Fermi décida de retirer et d'arrimer la barre de sécurité qui portait le nom de "Zip" (fermeture éclair).

"Qu'on retire la 'Zip'!", cria-t-il. Zinn retira la "Zip" à la main et l'attachait aux barreaux du balcon. Weil se tenait près de la barre de commande, qui était munie d'un vernier permettant de connaître à chaque instant le nombre de mètres et de centimètres restant encore dans la pile.

A 10 h.37, Fermi, sans cesser de regarder les instruments, dit d'une voix calme :

"Sortez-la de 4 mètres, George." Le cliquetis des compteurs s'accéléra. Le style enregistreur se déplaça vers le haut. Chacun surveillait tous les instruments et l'on procédait aux calculs nécessaires.

"Non, pas encore", dit Fermi, "le tracé montera jusqu'ici et redeviendra ensuite horizontal." Et il indiqua un point sur le graphique. Quelques minutes plus tard, le style atteignit le point indiqué et ne monta plus. Au bout de sept minutes, Fermi ordonna de sortir encore la barre de trente centimètres.

A nouveau, les compteurs se mirent à cliqueter et le style reprit son mouvement ascendant. Mais le cliquetis était irrégulier. Bientôt, il se calma et le diagramme devint horizontal. La pile n'avait pas divergé. Pas encore!

A 11 heures, la barre fut encore sortie de quinze centimètres. Le résultat fut le même : une augmentation du rythme, suivie d'un palier.

Au bout de 15 minutes, on sortit la barre encore un peu plus et on recommença à 11 h.25. A chaque fois, les compteurs s'accéléraient et le style montait de quelques points. Fermi prédisait exactement tous les mouvements des instruments. Il savait que l'heure était proche. Il voulut tout vérifier à nouveau. On remplaça la barre d'arrêt automatique, sans attendre que sa commande fonctionne. La courbe redescendit et les compteurs ralentirent brusquement.

A 11 h.35, on retira et l'on fixa la barre de sécurité automatique. On ajusta la barre de commande et on retira la "Zip". Les compteurs s'accéléraient, cliquetèrent, cliquetèrent de plus en plus vite. La courbe commença à monter. Intensément, le petit groupe regardait et attendait, hypnotisé par le style de l'appareil enregistreur qui poursuivait son ascension.

Boum! On eût cru que la foudre venait de tomber. Le charme fut soudain rompu. Tous les assistants étaient figés. Mais chacun poussa un soupir de soulagement lorsqu'on sut que c'était seulement la barre d'arrêt automatique qui venait de retomber. On avait placé un peu trop bas la limite de sécurité à partir de laquelle l'arrêt automatique se déclenchait.

"J'ai faim", dit Fermi, "allons déjeuner".

Comme tous les grands entraîneurs d'hommes, Fermi savait quand il devait donner un léger répit à son équipe.

Ce fut un étrange repas ; on se serait cru à la mi-temps d'un grand match. Les visages étaient crispés. On parlait de tout sauf de l'expérience. Le formidable Fermi, que je n'ai jamais connu très bavard, était particulièrement taciturne. Mais on voyait que sa confiance était sans bornes. L'équipe revint vers deux heures de l'après-midi dans la salle de squash. Vingt minutes plus tard, la barre automatique était remise en place et Weil se tint prêt à la barre de commande.

"Allez-y, George !", cria Fermi, et Weil retira la barre jusqu'à un point déterminé. Les spectateurs regardaient et attendaient ; ils regardaient les compteurs, le diagramme ; ils attendaient le retour au palier et calculaient la vitesse de la réaction d'après les indications fournies par les instruments.

A 14 h. 50, on sortit la barre de commande de trente centimètres. Les compteurs faillirent se bloquer, le style fit un brusque saut sur le tambour enregistreur. Mais ce n'était pas encore le moment crucial. Les taux de comptage et la pente du diagramme restaient stationnaires.

"Encore quinze centimètres", dit Fermi à 15 h. 20. Nouveau bond, nouveau retour à l'horizontale. Cinq minutes plus tard, Fermi cria : "Sortez-la encore de trente centimètres." Weil obéit.

"C'est bientôt le moment", dit Fermi à Compton qui se trouvait à côté de lui. "Maintenant, elle va diverger. La courbe va monter et continuera à monter ; cette fois, il n'y aura pas de palier."

Fermi nota le rythme d'accélération du nombre de neutrons comptés pendant une minute. Silencieusement, avec un léger sourire sur le visage, il fit quelques calculs à l'aide d'une règle.

Au bout d'une minute, il recommença à compter l'accélération. Si elle était et restait constante, il saurait que la réaction en chaîne avait commencé. Il manoeuvrait la règle à calcul avec la vitesse de l'éclair. On le vit retourner la règle et inscrire au dos quelques chiffres.

Trois minutes plus tard, il recommença à calculer le taux d'accélération du nombre de neutrons. Le groupe qui était sur le balcon s'était rassemblé pour regarder les instruments et les autres spectateurs allongeaient le cou derrière eux pour ne pas manquer cet instant historique. Dans le fond, on entendait William Overbeck annoncer le compte des

neutrons dans un haut-parleur. Leona Marshall (la seule femme présente), Anderson et William Sturm relevaient les lectures faites sur les instruments. A ce moment, le cliquetis des compteurs était devenu trop rapide pour les oreilles humaines. C'était un Brrrrrrrrrrr continu. Fermi, toujours très calme, continuait ses calculs.

"Je ne pouvais pas voir les instruments", dit Weil, "il fallait que je surveille constamment Fermi et que j'attende ses ordres. Son visage ne montrait aucune trace d'émotion. Son regard allait d'un cadran à un autre. Son expression était dure à force d'être calme. Mais soudain, tout son visage s'épanouit dans un large sourire."

Fermi referma sa règle à calcul.

"La réaction en chaîne est amorcée", annonça-t-il d'une voix calme et joyeuse. "La courbe est exponentielle." Le premier réacteur nucléaire divergea pendant 28 minutes sous les yeux émerveillés des spectateurs. Le mouvement ascendant du style était devenu presque une ligne droite et rien n'indiquait l'approche d'un palier. C'était bien une exponentielle.

"Bon, remettez la 'Zip'", dit Fermi s'adressant à Zinn qui commandait cette barre ; il était 15 h. 53. Aussitôt, les compteurs se ralentirent, le style descendit, l'expérience était terminée.

L'homme avait provoqué une réaction en chaîne et l'avait arrêtée. Il avait libéré l'énergie du noyau de l'atome et avait contrôlé cette énergie.

Aussitôt après que Fermi eut ordonné l'arrêt de la réaction, un physicien d'origine hongroise, Eugène Wigner, lui tendit une bouteille de Chianti. Pendant tout le temps, il avait tenu cette bouteille dissimulée derrière son dos.

Fermi la déboucha et envoya chercher des gobelets en carton, pour que chacun pût boire. Il versa un peu de vin dans chaque gobelet et silencieusement, avec une grave solennité, sans porter de toast, les savants burent : le Canadien Zinn, les Hongrois Szilard et Wigner, l'Italien Fermi, les Américains Compton, Anderson, Hilberry et une vingtaine d'autres. Ils burent au succès de l'expérience, en émettant l'espoir d'avoir été les premiers à la réussir.

On laissa quelques hommes pour mettre de l'ordre, surveiller les appareils de contrôle et vérifier tous les instruments. Les autres sortirent en file indienne des tribunes de Stag Field et l'un des gardiens demanda à Zinn :

"Qu'y a-t-il, Monsieur ? Il se passe quelque chose ?"

Le gardien ne comprit pas le message qu'Arthur Compton adressait à James B. Conant, de Harvard, par téléphone, car le message était codé.

"Le navigateur italien a atterri dans le nouveau monde", dit Compton.

"Comment se sont comportés les indigènes ?", demanda Conant.

"Fort bien", répondit Compton.

Les entreprises d'information sont invitées à utiliser la documentation contenue dans le présent Bulletin. Toute demande ou communication relative au Bulletin doit être adressée à l'Agence internationale de l'énergie atomique, Division de l'information, Kärntnering 11, Vienne I, Autriche.