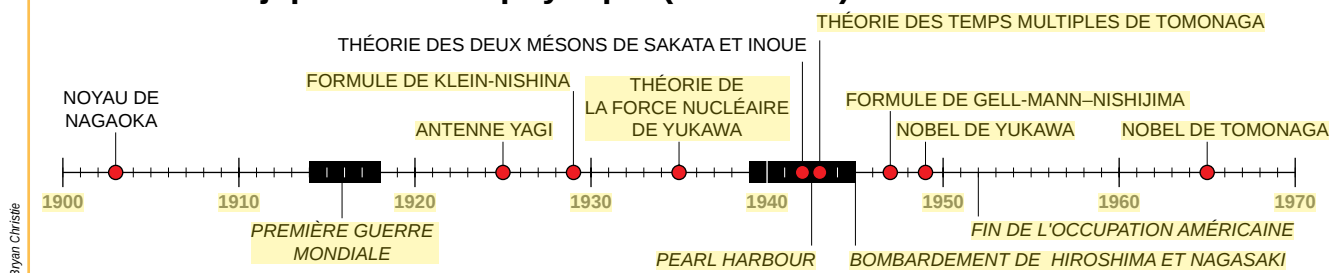


Découvertes japonaises en physique (1900-1970)



mécanique quantique (proton et neutron ont un spin entier).

Toutefois, les physiciens quantiques avaient remplacé les lois classiques par les lois quantiques pour expliquer le comportement des électrons et des photons, et Heisenberg, Bohr et les autres n'étaient pas à une révolution près : ils étaient près à renoncer aux lois qu'ils venaient d'établir et à en énoncer de nouvelles pour les protons et les neutrons. Toutefois, dans son modèle, Heisenberg prévoyait un rayon d'action de la force nucléaire 200 fois trop grand et il semblait inadapté de détruire certaines lois pour aboutir à un modèle faux.

Yukawa comprend que le rayon d'action d'une force est inversement proportionnel à la masse de la particule qui la transmet. Ainsi la force électromagnétique a un rayon d'action infini, car elle est transmise par des photons dont la masse est nulle. Au contraire, la force nucléaire, confinée à l'intérieur du noyau, devrait avoir pour véhicule une particule 200 fois plus lourde que l'électron, et dont le spin devait être entier.

En 1935, Yukawa publie ses résultats dans les Comptes rendus de la Société japonaise de mathématiques et de physique. Bien qu'elle ait été écrite en anglais, la publication reste ignorée de la communauté scientifique internationale pendant deux ans. En 1937, Carl Anderson et Seth Neddermeyer,

de l'Institut de technologie de Californie, découvrent, sur des traces laissées par les rayons cosmiques, des particules chargées qui ont à peu près la masse des particules de Yukawa. Était-ce la même particule ? Les physiciens étaient en proie au doute, car de telles particules, détectées au niveau de la mer, auraient dû être absorbées par l'atmosphère : leur durée de vie était 100 fois plus longue que Yukawa ne l'avait prévu.

Ignorant ces mesures, Tomonaga travaille avec Nishina sur l'électrodynamique quantique. En 1937, il rend visite à Heisenberg, à l'Université de Leipzig, et collabore pendant deux ans à la théorie des forces nucléaires. Yukawa passe également dans ce laboratoire, sur le chemin d'un Congrès Solvay qui se tient à Bruxelles. Toutefois, le congrès est annulé et les deux Japonais quittent l'Europe précipitamment.

La guerre marque la fin de l'âge d'or de la physique quantique. Les fondateurs de la nouvelle physique, jusqu'alors réunis dans des centres européens, tel Göttingen, se dispersent, beaucoup émigrant aux États-Unis. Heisenberg est le seul grand nom de la physique à rester en Allemagne ; il continue, du moins au début, à travailler sur la théorie des champs – une généralisation de l'électrodynamique quantique – et entretient une correspondance avec Tomonaga.

LA PHYSIQUE PENDANT LA GUERRE

En 1941, quand le Japon entre à son tour en guerre, Yukawa est professeur à Kyoto. La philosophie marxiste est alors en vogue chez les intellectuels qui y voient une façon de s'opposer au militarisme du gouvernement impérial. Parmi les étudiants et les collègues de Yukawa figurent deux étudiants communistes, Mitsuo Taketani et Shoichi Sakata. Ceux-ci ont une théorie du progrès scientifique fondée sur l'opposition thèse, antithèse, amenant une synthèse, et une progression spiralée de la recherche. Taketani publie imprudemment dans un journal marxiste des articles qui attirent l'attention de la police : il est arrêté et emprisonné pendant six mois en 1938 avant d'être libéré grâce à l'intervention de Yukawa et de Nishina. Totale-ment immergé dans la physique, Yukawa ne s'engage dans aucun combat politique, mais protège les opposants qui travaillent dans son laboratoire.

Pendant que la guerre fait rage dans le Pacifique, les physiciens continuent leurs recherches. En 1942, Sakata et Takeshi Inoue proposent que la particule découverte par Anderson et Neddermeyer n'est pas la particule de Yukawa, mais une particule plus légère, un muon, issu de la désintégration de la « vraie » particule de Yukawa, le pion. Ils publient leur hypothèse dans un journal japonais.

Yukawa fait, un jour par semaine, un travail lié à l'effort de guerre, mais il n'en a jamais précisé le détail. Tomonaga, devenu professeur à l'Université de Tokyo, participe davantage à l'effort de guerre. Avec Masao Kotani, il élabore, pour la marine, une théorie des magnétons, des dispositifs utilisés dans les systèmes radar pour produire des ondes électromagnétiques (ce sont aujourd'hui les sources de rayonnement des appareils micro-ondes). Par l'intermédiaire d'un de ses amis, capitaine dans la marine impériale, Heisenberg fait parvenir à Tomonaga un article qui préconise une description des interactions des particules quantiques. C'est une



SORTIE DE CLASSE AU MONT FUJI, en 1936, des physiciens de l'Institut Riken. Shinichiro Tomonaga est le troisième en partant de la gauche et Yoshio Nishina, le « patron », est le troisième en partant de la droite (au premier rang).

théorie ondulatoire que Tomonaga applique aussitôt pour concevoir des guides d'ondes de radar.

Durant cette période, Tomonaga s'attaque à l'augmentation infinie de l'énergie des particules, problème auquel Yukawa s'était déjà frotté et qu'il avait abandonné. Pour ce faire, il met au point une façon de décrire le comportement de diverses particules quantiques en interaction, tels les électrons, quand elles se déplacent à une vitesse proche de celle de la lumière. Généralisant une idée de Dirac, il définit, pour chaque particule, outre les coordonnées d'espace, une coordonnée de temps propre. Ce travail, qui allait devenir un cadre théorique puissant pour l'électrodynamique quantique, est publié en 1943, dans le journal de l'Institut Riken.

En 1943, la plupart des étudiants ont été mobilisés. L'un d'entre nous (Yoichiro Nambu) fait partie des soldats affectés dans une unité de recherche de l'armée sur les radars. Une formidable guerre des services oppose l'armée de terre et la marine, lesquelles mènent séparément leurs recherches et refont souvent le travail de l'autre. Les moyens sont très limités et les techniques primitives : l'armée ne réussit pas à mettre au point des radars mobiles pour suivre les cibles ennemies. Les autorités donnent à Y. Nambu un petit morceau (huit centimètres sur huit) de Permalloy, un alliage de fer et de nickel d'une très grande perméabilité magnétique, et lui demandent de faire ce qu'il peut pour améliorer la détection des sous-marins. On lui demande aussi de dérober à la marine l'article de Tomonaga sur les guides d'ondes, classé secret défense, ce qu'il fait en rendant visite à un professeur qui ne se méfie pas.

Les physiciens les plus jeunes, dans la région de Tokyo, poursuivent leurs études tant bien que mal. Les professeurs de l'Université de Tokyo, ainsi que Tomonaga, leur font des cours le dimanche. En 1944, quelques étudiants sont libérés des recherches militaires qu'ils étaient contraints de faire et reviennent à l'Université. Toutefois les difficultés persistent : plusieurs bâtiments où logent les étudiants ont été incendiés. Tomonaga, de santé fragile, donne parfois ses cours de son lit.

Pendant ce temps, Nishina est chargé, par les militaires, de travailler sur la bombe atomique. En 1943, il conclut ses recherches préliminaires en disant qu'on peut faire une bombe atomique à condition d'avoir assez de temps et assez d'argent. Il charge un jeune physicien spécialiste des rayons cosmiques, Masa Takeuchi, de construire un dispositif pour



Nishina Memorial, Hiroshi Ezawa

NIELS BOHR (à droite) est en grande discussion avec Nishina et Seishi Kikuchi (debout), lors de son voyage au Japon, en avril 1937. Au début des années 1920, Nishina avait rendu visite à Bohr, à Copenhague et, depuis, il était resté en contact avec plusieurs physiciens européens.

isoler l'uranium léger nécessaire à la fabrication d'une bombe. Taketani, à nouveau emprisonné, est également contraint de travailler sur ce projet, mais il est convaincu qu'il n'a aucune chance d'aboutir.

De l'autre côté du Pacifique, quelque 150 000 hommes et femmes participaient au projet Manhattan, parmi eux plusieurs génies qui disposaient de plus de deux milliards de dollars. Le contraste est fort : quand les étudiants japonais comprennent qu'il leur faut du sucre pour faire de l'hexafluorure d'uranium (dont ils pourraient extraire l'uranium), ils le prélèvent dans leurs maigres rations alimentaires. Quand les deux bombes américaines éclatent sur Hiroshima et sur Nagasaki, les Japonais n'ont réussi à produire qu'un morceau d'uranium de la taille d'un timbre poste et qui n'est même pas enrichi.

LA RECONSTRUCTION

Après la reddition des Japonais, en août 1945, le pays est occupé par les Américains pendant plusieurs années. L'administration du général Douglas MacArthur réforme et libéralise le système universitaire et crée de nouvelles universités. Toutefois, la recherche expérimentale dans le

domaine de l'énergie nucléaire est interdite. Tous les cyclotrons sont démantelés et jetés à la mer, de peur qu'ils ne servent aux recherches sur la bombe atomique. L'économie du pays n'offre pas les ressources nécessaires à la recherche expérimentale. Tomonaga vit avec sa famille dans un laboratoire dont la moitié a été bombardée. Y. Nambu arrive à l'Université de Tokyo comme assistant et vit pendant trois ans dans un laboratoire, dormant sur une natte de paille posée sur son bureau (et toujours vêtu d'habits militaires, faute d'autres vêtements). Beaucoup d'autres bureaux sont occupés par des universitaires et par leur famille.

La préoccupation de chacun est de trouver de la nourriture. Y. Nambu trouve parfois des sardines sur le marché aux poissons de Tokyo, mais l'odeur, faute de réfrigérateur, devient rapidement insupportable. Le dimanche, il part à la campagne, quémandant de la nourriture aux fermiers.

D'autres physiciens habitent dans le même bâtiment. Ziro Koba travaille, avec le groupe de Tomonaga, sur le problème de l'énergie propre infinie. Certains se spécialisent dans l'étude des solides et des liquides, aujourd'hui nommée la physique de la matière condensée, sous la