



Yoichiro Nambu

Les physiciens japonais pendant la guerre

LAURIE BROWN • YOICHIRO NAMBU

Pendant les pires heures de la guerre, les physiciens japonais se réfugient dans la théorie et deux écoles de physique prospèrent.

Entre 1935 et 1955, les contributions à la physique des théoriciens japonais sont d'autant plus étonnantes que ces physiciens travaillent dans des conditions moralement difficiles et physiquement éprouvantes. Ils n'en élaborent pas moins la théorie quantique de l'électromagnétisme et postulent l'existence de nouvelles particules élémentaires dont l'existence ne sera vérifiée expérimentalement que plus tard.

Cette fécondité sera récompensée : juste après la guerre, alors que le Japon est encore en ruines, le prix Nobel est décerné à deux de ses physiciens.

Les résultats sont d'autant plus remarquables que l'intérêt pour les sciences est, au pays du Soleil levant, beaucoup plus récent qu'en Europe. En 1639, le Japon avait coupé tout contact avec le monde extérieur, et il fallut attendre deux siècles pour qu'en 1854 l'isolement soit rompu par l'escadre américaine du Commandant Perry qui ouvre le Japon au commerce international et aux valeurs occidentales. En 1868, un groupe de samouraïs oblige le shogun (un dictateur militaire) à démissionner, et l'empereur, qui n'avait plus aucun pouvoir, revient sur le trône. C'est le début de l'ère japonaise moderne : le nouveau régime envoie des étudiants en France, en Allemagne, en Grande-Bretagne et aux États-Unis, pour qu'ils y étudient les langues, les sciences, les techniques et la médecine ; il crée, dans les grandes villes japonaises, des universités calquées sur le modèle occidental.

Hantoro Nagaoka est l'un des premiers physiciens japonais. Son père, un ancien samouraï, lui avait enseigné la calligraphie et le chinois. Après un voyage à l'étranger, il revient au Japon avec des monceaux de livres de science, s'excuse auprès de son fils de ne pas lui avoir enseigné un savoir plus utile, et l'encourage à étudier les disciplines scientifiques. À l'Université, Nagaoka s'interroge sur les dons des Asiatiques pour les

sciences. Après avoir étudié l'histoire des sciences chinoises pendant une année, il décide que les Japonais ne souffrent pas de handicap majeur.

En 1903, ses études portent leur fruit et il propose un modèle atomique où un petit noyau est entouré d'anneaux d'électrons. Ce modèle «saturnien», le premier où un noyau concentre la masse de l'atome, est révolutionnaire : ce noyau ne sera découvert qu'en 1911 par Ernest Rutherford, à Cambridge.

Parallèlement, les succès de la technologie militaire japonaise sont illustrés par leurs victoires dans les guerres contre la Chine (1895), la Russie (1905) et leurs succès lors de la Première Guerre mondiale. Plusieurs laboratoires de recherche privés sont créés et, en 1917, un institut de physique et de chimie gouvernemental, nommé Riken, est inauguré à Tokyo : il associe recherche fondamentale et recherches appliquées.

Un jeune physicien prometteur, Yoshio Nishina, est envoyé à l'étranger en 1919 ; il se rend en Grande-Bretagne, en Allemagne, puis réside pendant six ans à l'Institut Niels Bohr de Copenhague. Avec Oskar Klein, il calcule la probabilité pour qu'un photon – un quantum de lumière – «rebondisse» sur un électron. Cette interaction est essentielle pour la toute nouvelle théorie quantique de l'électromagnétisme, l'électrodynamique quantique.

Quand il revient au Japon, en 1928, Nishina y insufflé les méthodes et les problèmes modernes, et «l'esprit de Copenhague», c'est-à-dire un style de recherche démocratique où, contrairement aux normes qui règnent encore dans les universités japonaises, chacun s'exprime librement sans souci des préséances hiérarchiques. De grands physiciens, notamment Werner Heisenberg et Paul Dirac, lui rendent visite et donnent des cours à des amphithéâtres d'étudiants subjugués.

À ces cours assiste Shinichiro Tomonaga, un des rares étudiants qui comprennent l'enseignement de Heisenberg. Tomonaga, comme son collègue Hideki

Yukawa, enseignent bénévolement la mécanique quantique depuis un an et demi : à cause de la crise internationale, ils n'ont pas de travail rémunéré. Ils avouent tous deux en plaisantant que la crise économique les avait obligés à une vie universitaire...

Ils sont aussi rivaux : en 1932, Tomonaga devient membre de l'équipe de Nishina à l'Institut Riken, tandis que Yukawa va à l'Université de Osaka et, à la stupeur envieuse de Tomonaga, s'intéresse à des questions fondamentales, notamment au problème des divergences. Les physiciens avaient mis en évidence une «maladie grave» de l'électrodynamique quantique, les infinis qui résultaient des modèles quantiques. Ainsi l'électron interagissait, semblait-il, avec les photons de son propre champ électromagnétique de telle sorte que sa masse (ou son énergie propre) augmentait indéfiniment. Yukawa progresse peu sur cette question, qui devait occuper les plus brillants physiciens pendant deux décennies. «Chaque soir, je détruisais les idées que j'avais élaborées dans la journée. C'était désespérant», confiera-t-il plus tard.

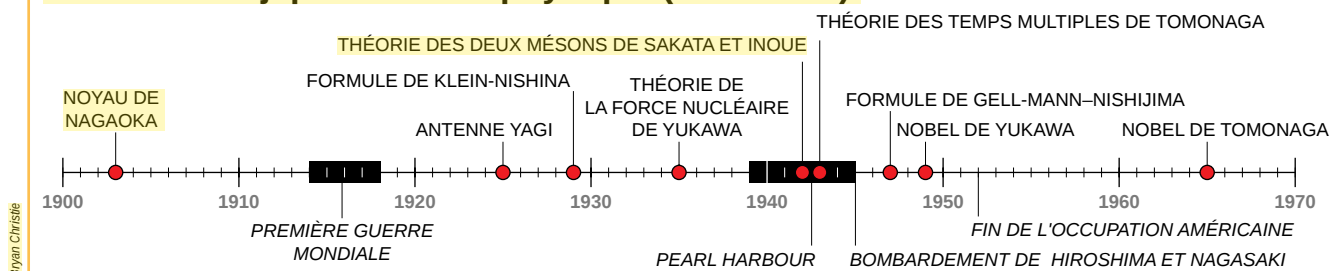
L'INTERACTION DU PROTON ET DU NEUTRON

Yukawa se penche alors sur un problème apparemment plus simple : la nature de la force d'interaction d'un proton et d'un neutron. Heisenberg avait proposé une théorie où cette force résultait de l'échange d'un électron entre le proton et le neutron. Comme l'électron a un moment angulaire intrinsèque, nommé spin, égal à un demi, cette idée était en contradiction avec la conservation du moment angulaire, un principe fondamental de la

YOICHIRO NAMBU (*ci-contre*), en janvier 1942, dans une pièce du département de physique de l'Université de Tokyo. En haut, Y. Nambu (*au premier plan*) et deux étudiants ont été photographiés, en 1953, avec le physicien Richard Feynman (*au deuxième rang, à gauche*).



Découvertes japonaises en physique (1900-1970)



Bryan Christie

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



Nishina Memorial, Hiroshi Ezawa

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).