

Qu'est-ce qu'un nucléide ?

par Georges GUINIER, *retraité.*

Deux *Dictionnaires de Physique* donnent la réponse, réponse unique quant au fond, bien qu'elle soit formulée de deux façons, différentes mais équivalentes. Dans celui de Jean-Pierre SARMANT (Hachette, nouvelle édition, 1981), on lit :

Nucléide ou nuclide. Ensemble d'atomes ayant des noyaux identiques. Le nucléide A_ZX est entièrement défini par la donnée de son numéro atomique Z et de son nombre de masse A .

Dans celui de MATHIEU, KASTLER et FLEURY (Masson et Eyrolles, 2^e édition, 1985) :

Nucléide. Espèce atomique E , caractérisée par la composition de son noyau atomique, c'est-à-dire par son nombre atomique Z (nombre de protons) et par son nombre de masse A (nombre de nucléons). Symbole A_ZE .

Du point de vue historique, le mot *nucléide* a commencé à être utilisé aux environs de 1935, c'est-à-dire dès qu'on a su préparer des masses notables d'un nucléide pur ; par masse notable, il faut entendre soit quelques microgrammes, ce qui était souvent le cas avant 1940 et le reste actuellement pour certains radionucléides de vie courte utilisées en médecine, soit des grammes, des kilogrammes, voire des tonnes, comme cela arrive parfois maintenant. L'emploi de ce terme s'est imposé parce que deux nucléides isotopes ont des propriétés différentes. Certes, leurs propriétés chimiques sont généralement si voisines qu'elles sont pratiquement identiques. Par contre, bien évidemment, leurs propriétés nucléaires sont très différentes. Par exemple, on peut faire une « bombe atomique » si on dispose de quelques dizaines de kilogrammes du nucléide uranium 235 ou du nucléide plutonium 239 ; cela est impossible avec les nucléides uranium 238 et plutonium 240, dont les noyaux ne sont pas fissiles. Pour un nucléide radioactif, la *période* est une caractéristique essentielle. Si on considère un seul noyau, on ne peut pas définir sa durée de vie ; tout au plus, peut-on raisonner en termes de probabilité. Par contre, pour un nucléide, collection d'un très grand nombre d'atomes, la période est une grandeur bien définie, facilement accessible à l'expérience et mesurable avec précision.

Quant aux propriétés physiques, soit celles de nucléides isotopes à l'état de corps simple, soit celles de leurs composés, elles sont fréquemment assez différentes pour permettre une séparation. Un cas particulièrement typique et très intéressant est celui des deux héliums liquides. Le lecteur, qui se reportera à l'article « Les basses températures » par F. CARMONA, P. DELHAES, H. GASPAROUX, J.-R. LALANNE, P. DAUDIGNON (B.U.P. n° 611, février 1979; pages 568 à 571 et 589 à 603), constatera que les deux nucléides hélium 4 et hélium 3 se comportent, au-dessous de 2 K, comme deux liquides purs différents. Certes, la raison profonde de la différence de comportement est d'origine nucléaire : pour ${}^4\text{He}$, le noyau a un spin nul et l'atome est un boson ; pour ${}^3\text{He}$, le noyau a un quantum de spin $1/2$ et l'atome est un fermion. Mais la superfluidité et la miscibilité sont des phénomènes collectifs, qui concernent des liquides à notre échelle, c'est-à-dire des collections d'un très grand nombre d'atomes, ou plus exactement de molécules monoatomiques ; les noyaux et leurs propriétés n'interviennent jamais directement et explicitement. Dans la description des phénomènes de miscibilité totale ou partielle des mélanges d'oxyde d'éthyle et d'eau, le concept de corps pur ne pourrait pas être remplacé par une référence à la structure des molécules $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ et H_2O ; de même, le concept de nucléide s'impose dans l'exposé des propriétés des deux héliums liquides.

Signalons que deux nucléides ont reçu un nom ; ce sont deux isotopes de l'hydrogène : le deutérium, stable ; le tritium, radioactif. Tous les autres sont toujours désignés en ajoutant le nombre de masse au nom, ou au symbole, de l'élément. Toutefois, au début de l'étude de la radioactivité, certaines désignations particulières ont été utilisées ; elles sont tombées en désuétude ; à titre d'exemple, citons : radium D pour le plomb 210, ionium pour le thorium 230.

Je constate avec regret que le terme de nucléide est trop souvent employé comme un synonyme de noyau ; dans cette acception erronée, ce mot serait tout à fait inutile et seulement prétentieux. Au contraire, nous espérons que les exemples cités ici suffisent pour convaincre le lecteur de l'utilité et de la richesse du concept de nucléide, défini comme espèce atomique caractérisée par la composition de son noyau, c'est-à-dire comme collection d'atomes ayant des noyaux identiques. Bien entendu, la commodité du mot et du concept apparaît en de nombreuses circonstances, notamment lorsqu'on décrit la production d'énergie grâce aux réacteurs nucléaires des différentes filières et lorsqu'on expose les applications médicales de la radioactivité.

Que, pour l'emploi du terme nucléide, une grande et déplorable confusion règne dans les classes de lycées, j'en trouve la

preuve dans la question IV du sujet donné au Baccalauréat à Paris en 1982, texte reproduit dans le B.U.P. n° 672, mars 1985, page 808. Le sujet, de physique nucléaire, est la fusion d'un deuton et d'un triton ; consécutive à un choc, elle donne une particule α et un neutron. Il ne s'agit en aucune façon d'un phénomène collectif, pour lequel la notion de nucléide s'imposerait ; c'est un phénomène individuel, qui se répète de multiples fois dans l'expérience qui a inspiré l'exercice. Cependant dans le tableau des données la première colonne est intitulée « nucléide ». Certes deux nucléides y figurent : le deutérium et le tritium, mais par erreur ; ces deux termes sont impropres ; ils sont utilisés pour deuton et triton. D'ailleurs, dans la deuxième colonne, les symboles sont 2_1d et 3_1t , qui représentent bien le deuton et le triton, alors que, suivant la même tradition, les symboles des nucléides sont respectivement ${}^2_1\text{H}$ ou D, ${}^3_1\text{H}$ ou T. Mais dans la colonne « nucléide », on trouve la particule α et le neutron ; par quelle aberration peut-on considérer le neutron comme un nucléide ?

Cet article ne traite qu'une question de vocabulaire ; pour un professeur, ce n'est peut-être pas futile, car un bon enseignement de la Physique suppose un langage correct, où tous les termes techniques ont un sens précis et sont utilisés de façon pertinente.
