

Freiner la bombe H.

Quelques lecteurs me demandent en quoi consiste exactement cette fusion thermonucléaire dont j'ai parlé dans un précédent article et où les physiciens voient l'inépuisable source énergétique de l'avenir.

On ne saurait évidemment donner qu'une explication bien appauvrie : les mécanismes de fusion relèvent à la fois, en effet, de la physique quantique et la physique relativiste.

Pour comprendre ce qui se passe au moment de la fusion, c'est-à-dire quand l'énergie est dispensée, il faut avoir au moins les données suivantes présentes à l'esprit.

1.- Les corps tels que nous les connaissons sont tous, sans exception, l'effet d'une architecture n'utilisant que trois particules stables : le proton, le neutron et l'électron ; proton et neutron forment le noyau de l'atome ; autour du noyau s'agitent, d'une façon bien difficile à comprendre et totalement impossible à représenter, les électrons ; l'électron et le proton ont une charge électrique égale, mais de signe opposé (proton = plus, électron = moins) ; si donc un noyau comporte 12 protons, il doit, pour être neutre, avoir autour de lui un nuage de 12 électrons (dans ce cas précis, un tel atome est celui du carbone) ; les neutrons du noyau sont en général en nombre égal à celui des protons, mais comme ils sont de charge électrique neutre, ils peuvent donc, sans compromettre l'équilibre électrostatique des + et des -, être en nombres différents : ces corps ayant un nombre de neutrons différents pour un nombre de protons identique sont les isotopes : par exemple, le carbone 14 a 2 neutrons de plus.

Les protons du noyau

Tout cela se trouve dans les livres de vulgarisation. Ce qui fait que le cuivre est du cuivre, l'oxygène de l'oxygène, le phosphore du phosphore, etc., c'est tout simplement (et rien que) le nombre de protons du noyau atomique.

2.- On peut donc, dans l'abstrait, imaginer toutes les transmutations « alchimiques » que l'on voudra : il suffit de faire varier le nombre des protons du noyau. Mais il y a un hic. C'est que les liaisons internes entre particules du noyau sont fantastiquement résistantes. Et heureusement qu'elles le sont. C'est ce qui assure la stabilité des éléments (cuivre, oxygène, carbone, etc.), c'est ce qui fait la solidité du monde physique. S'il n'en était pas ainsi, l'univers ne serait que chaos, et jamais la vie ni l'homme n'y seraient apparus.

3.- On appelle « interactions » entre les particules du noyau ces forces énormes qui en assurent la stabilité. Dans tout atome existant, il y a donc une énorme réserve de forces. De la force en réserve, cela s'appelle de l'énergie. Si je savais libérer entièrement l'énergie contenue dans la pointe bic avec laquelle j'écris ces lignes, non seulement je me trouverais (du moins je l'espère) sur le champ transporté à la droite du Père en train de jouer de la harpe, mais à la place de ma maison et de la colline sur laquelle elle s'élève, il n'y aurait plus qu'un cratère marqué de trois astérisques dans les guides touristiques (« vaut le détour »).

Pour l'instant, on ne connaît que deux façons de libérer une petite partie de cette fabuleuse énergie : ce sont respectivement la *fission* (bombe A et piles atomiques) et la fusion (bombe H). La fission transforme certains atomes lourds (ceux qui comptent beaucoup de protons) en

les cassant en deux autres atomes différents ; est libérée la part d'énergie qui reliait les deux morceaux. Quant à la *fusion*, elle fait exactement l'inverse. Pour comprendre comment deux opérations inverses peuvent toutes deux libérer de l'énergie, il faut malheureusement considérer les chiffres et suivre les calculs. Que l'on ne s'imagine donc pas que c'est là le secret du mouvement perpétuel, et qu'il suffirait d'amorcer un processus alterné de fusion et de fission pour libérer une source d'énergie se multipliant elle-même ! Car la fission et la fusion ne se font pas avec les mêmes noyaux atomiques. En réalité, fusion et fission ne sont que deux processus accélérés opposés de dégradation de l'énergie.

Pour avoir une idée de la quantité d'énergie libérée par la fusion, je donnerai les deux exemples les plus classiques

– En fusionnant deux atomes d'hydrogène lourd (deutérium), on obtient un atome d'hélium 3, plus un neutron (le neutron manquant à l'hélium, qui devrait, en effet, en avoir 4), et *trois millions trois cent mille électrons-volts*.

– En fusionnant un atome de deutérium avec un atome d'hydrogène hyperlourd (tritium), on obtient un atome d'hélium 4, un neutron et plus de *dix-sept millions d'électrons-volts*.

Ces millions d'électrons-volts proviennent, ne l'oublions pas, *de la fusion de deux atomes seulement*. Pour avoir l'énergie dégagée dans un cas réel (la bombe H) il faut multiplier ces nombres 1) par la masse physique impliquée dans la fusion, et 2) *par le nombre d'Avogadro*, lequel est égal à $6,023 \times 100'000'000'000'000'000'000'000$ (le nombre des zéros est de 23).

L'énergie se mesure en joules, et il faut certes pas mal d'électron-volts pour faire un joule. Sans entrer dans le maquis des transformations d'unité, on voit que la moindre réaction de fusion est un phénomène hors de toute mesure terrestre.

Comment amorce-t-on ces processus ? En rapprochant l'un de l'autre les deux noyaux primitifs assez pour qu'ils fusionnent. Seulement, ils se repoussent entre eux avec une force qui est sensiblement de même ordre que celle (en réalité celles, car il y en a plusieurs) qui assure leur stabilité. Dans la bombe H, le déclencheur est une bombe A. Disons pour se faire une juste idée des choses, que la bombe qui rasa Hiroshima, c'est l'allumette qui met le feu à la fournaise de la bombe H (à fusion thermonucléaire).

Considérons la bombe de Hiroshima comme une allumette, et en imaginant le feu d'artifice que peut déclencher une allumette dans un énorme pétrolier plein à ras bord et tout disposé à exploser, nous aurons une idée des énergies libérées par la fusion.

La pile fait teuf-teuf

La libération à volonté de cette colossale énergie est parfaitement au point. Mais jusqu'à ce jour, *pour la bombe H seulement !* Tout le problème de la fusion consiste à inventer un moyen de maîtriser la bombe H, de façon à en tirer à volonté de l'énergie comme d'un robinet, et sans que la pression fasse sauter le robinet. Si l'un de vous trouve le moyen de mettre un robinet à la bombe H, non seulement sa fortune est faite, mais il changera le cours de l'histoire. En tout cas, il pourra vendre très cher son silence à n'importe quelle compagnie pétrolière.

Pour l'instant, on n'en est qu'à tenter de le mettre en tonne, si l'on me permet un mauvais calembour. À la température où démarrent les réactions de fusion (100 ou 200 millions de degrés, comme je l'ai dit dans une précédente chronique) les atomes à fusionner se présentent sous une forme qui n'est ni solide, ni liquide, ni à proprement parler gazeuse, et qu'on appelle *plasma*. Un plasma est fait de noyaux ayant perdu leurs électrons, et d'électrons libres, et où

tout est donc chargé électriquement (les noyaux en + les électrons en -). Des phénomènes d'une effroyable complication se déclenchent alors, tous redoutablement énergétiques.

On sait déjà comment les confiner pendant un bref instant à l'aide d'un champ magnétique convenable. Un trop bref instant, malheureusement, car il se produit aussitôt des instabilités, des oscillations amplifiées, qui mettent l'appareil en panne presque aussitôt qu'il démarre (c'est une image). La pile thermonucléaire n'en est donc pour l'instant qu'à faire teuf-teuf, et caler. Mais rien ne pourra l'empêcher de démarrer un jour ou l'autre. La physique des plasmas ayant désormais ses laboratoires dans tous les pays avancés, la date de mise au point de la pile thermonucléaire ne dépend pratiquement que des crédits qu'on est décidé à lui accorder. Inutile de préciser que les lobbys pétroliers ne poussent guère à la roue dans les sphères officielles internationales.

Car le succès serait la fin du pétrole. Ces lobbys cependant peuvent tout, sauf mettre en panne l'imagination et la curiosité des savants. Voulue ou redoutée, la pile thermonucléaire sortira un jour des laboratoires.

Aimé Michel