



Abdelkader Bachta

Université de Tunis

Les fondements théoriques des techniques nucléaires*

- Les techniques, y compris celles que supposent nécessairement l'expérience en physique, sont des ensembles de procédés qui visent un objectif précis et reposent sur un fondement théorique avec quoi elles peuvent entretenir des rapports complexes et dont la détermination permet de saisir leur rationalité.
- Les techniques nucléaires impliquent deux opérations essentielles qui sont la fission et la fusion aboutissant, toutes les deux, à la production de l'énergie et donnant lieu soit à la bombe, soit au réacteur.
- Il est toujours intéressant de chercher les fondements théoriques de ces techniques qui, paradoxalement, menacent l'existence de l'homme et contribuent, largement, à son développement. C'est ce que nous comptons faire, dans ce bref essai, en nous situant successivement sur le plan des moyens et sur celui de la fin.

I- La théorie des opérations : Les techniques y sont constitutives

1/ Il faut évoquer ici la physique nucléaire. Cette science, qui s'occupe du noyau atomique, se charge des liens internes et externes relatifs à ses constituants (neutrons et protons)¹, mais aussi des réactions nucléaires dont les plus importantes sont, justement, la fission et la fusion.

* C'est le texte d'une communication au congrès de l'ASPLF de Venise 2010.

¹ Il y a la force de liaison interne qui concerne le rapport des constituants (neutrons, protons) ; il existe aussi la force de liaison externe qui intéresse la relation entre le noyau et les électrons qui

2/ La première réaction est une destruction de noyaux lourds pour en obtenir d'autres qui sont moyens en émettant des particules alpha ou des neutrons, etc. Cette opération n'est pas spontanée, mais artificielle ; ce qui entraîne la nécessité de certaines techniques qui portent uniquement sur l'uranium 235 et 232 et le plutonium 239, les seuls éléments répondant positivement. Il y a en général trois cas :

a- Quand on a affaire à moins d'un neutron valable, la réaction ne réussit pas et cesse.

b- Lorsqu'on dispose de plus d'un neutron valide, le résultat c'est l'explosion ; la porte est ouverte, dans ce cas, à la construction de la bombe.

c- En présence d'un seul neutron acceptable, la réaction continue ; on peut faire alors un réacteur.

Comment donc assurer le nombre de neutrons remplissant les conditions requises ? On cite, généralement, deux conditions fondamentales qui sont :

a/ La section efficace : Les neutrons qui passent à côté du noyau n'entraînent, évidemment, aucune fission. Pour être fissionné, le noyau de l'uranium doit bénéficier d'un certain diamètre. La question regarde aussi la vitesse des neutrons : plus elle est petite, plus grandes sont les chances de fission.

b/ La masse critique : En outre, il nous faut avoir la matière suffisante pour réussir cette réaction. Si la substance que nous avons est faible, les neutrons s'enfuient et ne la rencontrent pas².

3/ La fusion se présente, au contraire, comme le rassemblement de noyaux légers pour en avoir de moyens. Cette modification de la matière est, en principe, spontanée. Mais elle suppose l'existence de deux entités électriquement positives ; ce qui donne lieu, normalement, à la répulsion. Cependant, on utilise, en général, des techniques bien déterminées pour surmonter cette difficulté naturelle. Nous ne pouvons, à ce propos, indiquer que certaines conditions générales.

a- La matière susceptible d'être fusionnée doit être portée, pour longtemps, à une température très haute. On peut répondre à cette exigence, en faisant usage de la bombe A à fission.

b/ D'un autre côté, pour parvenir à la fusion, on a besoin, généralement, du tritium qui ne se trouve pas dans la nature, mais que des réacteurs spéciaux peuvent produire³.

l'entourent... On ne doit pas oublier non plus l'énergie de liaison qui regarde le manque d'énergie lorsqu'on tient compte de celles relatives aux neutrons et protons.

² Pour ce qui est de la fission, cf., par exemple, le texte de *Lavalard, in science et vie*, n°26.

4/ Il ressort, aisément, de ce qui précède que ce fondement théorique « opérationnel » est inséparable de certaines techniques. Celles-ci y sont, comme on l'a parfois observé, constitutives.⁴

II- La théorie de la production de l'énergie : Les techniques y sont fondatrices et vérificatrices.

1/ Il est, incontestablement, question, à ce niveau, de la théorie einsteinienne de la masse. Complément dynamique de la cinématique de juin 1905, cette théorie qui est née en septembre de la même année, dans un petit texte intitulé, *L'inertie d'un corps dépend-elle de sa capacité d'énergie ?* veut dire, en somme, que toute matière contient de l'énergie susceptible d'être dégagée. C'est le sens profond de l'équation, $E=mc^2$ que les documents postérieurs de l'auteur, où mûrira l'idée, clarifieront. Einstein y traite deux types d'énergie qui touchent, respectivement, la radiation et le mouvement (énergie cinétique) et qu'il finit par fondre dans un seul et même concept⁵.

2/ Pour élucider le premier genre d'énergie, notre savant s'appuie sur des expériences hypothétiques qui mènent à un certain degré de technicité et qui font écho, en fait, au paragraphe 8 du texte fondateur examinant la transformation et la quantification de l'énergie due aux rayons lumineux. C'est pourquoi la conjecture expérimentale de base va porter sur un système d'ondes planes et lumineuses se situant dans des coordonnées x, y, z en mouvement uniforme par rapport à d'autres x', y', z' etc. Le résultat ultime est la mesure de l'énergie l .

- S'agissant de l'énergie cinétique, le savant construit des techniques expérimentales idéales (il en a l'habitude) en utilisant le paragraphe 10 de l'œuvre de juin, qui s'est occupé de la dynamique de l'électron lentement accéléré et où on a établi l'énergie cinétique de l'électron. Einstein a annoncé, d'ailleurs, dans ce dernier texte, la possibilité de généraliser cette conclusion à toutes les autres espèces de corps.

³ En ce qui concerne la fusion, cf. le même texte, de Lavalard.

⁴ Cf. Michel Paty, *La physique du 20^e siècle*, EDP 2003, page 275. On doit remarquer, à ce propos, que c'est la une spécificité de la physique nucléaire ; dans la physique classique, par exemple, le rapport existe, mais extérieurement.

⁵ In *Réflexions sur l'électromagnétisme, l'éther, la géométrie et la relativité*. Traduction de M. Solovine et Madame Tonnelat – Gauthier Villars 1972.

- Signalons, enfin, dans le même ordre d'idées, que la théorie relativiste de la masse doit tenir compte d'expériences liées à deux sciences hétérogènes que la relativité entend concilier, savoir la mécanique et l'électromagnétisme. L'auteur lui-même reconnaît cet objectif et ces dettes⁶.

D'une façon générale, il d'agit, sur ce plan, de techniques en relation avec l'expérience et qui fondent la théorie.

3/ D'autre part, le concept de technique, se retrouve au niveau de l'illustration et de la vérification de la théorie. L'auteur y fait allusion dans l'article de septembre 1905 en indiquant le cas de l'émission et de l'absorption du radium comme preuve de son point de vue⁷. Mais l'idée va être plus claire dans les textes ultérieurs.

- C'est ainsi que, parlant de la vérification expérimentale de sa théorie, il pense, dans *L'évolution des idées en physique* que les projectiles dont la vitesse est fort grande la vérifient pleinement. Il cite alors les atomes des substances radioactives, ceux du radium. Il opère, ensuite, une généralisation en invoquant tout le domaine des atomes, qui se caractérisait par des vitesses énormes⁸.

La même idée est reprise, à peu près, dans *La Relativité*, où il est dit, en substance, que les électrons et les ions ayant des vitesses extraordinaires pourraient, à leur tour, contrôler avec succès la loi dynamique en question^{8bis}.

- Il s'agit, par conséquent, de techniques expérimentales qui ont trait aux atomes. Sans être un homme de laboratoire, Einstein est connu pour son atomisme. C'est à ce champ expérimental en rapport avec des techniques déterminées que notre savant revient pour vérifier sa théorie de la masse.

- Les théories fondant « l'industrie nucléaire » sont, par conséquent, elles-mêmes inséparables de diverses techniques tributaires de l'expérience physique en usage et dépendant, largement, de la vie des atomes. Il y a lieu, cependant, de relever, à ce propos, deux niveaux qui sont :

1) L'examen des réactions nucléaires essentielles montre que de telles techniques sont constitutives du fondement théorique.

Ce qui se comprend parfaitement : a) Il s'agit de la physique expérimentale dont la dose de technicité est, obligatoirement, grande. b) Il est question de

⁶ Cf. par exemple, les deux textes de juin et de septembre 1905. En fait cette reconnaissance existe, également, dans les textes postérieurs.

⁷ Ibid.

⁸ Edition de Flammarion 1948, P. 142.

^{8bis} Edition de Payot 1956 p : 56.

l'infiniment petit matériel qui exige, comme on l'a déjà noté, le recours continu à des techniques appropriées⁹.

2) L'étude de la production de l'énergie dévoile que les rapports entre théorie et technique persistent mais que celle-ci perd sa fonction constituante. On peut parler, sur ce plan, de relations d'influence externe où chaque terme conserve, pour ainsi dire, son autonomie.

Ce n'est pas étonnant, car on est au niveau de la physique théorique qui a toujours réclamé le soutien de l'expérience. Maxwell est parti d'expériences électromagnétiques que ses équations ont résumées ; celles-ci ont été vérifiées expérimentalement, plus tard, par Hertz¹⁰. Einstein lui-même a, constamment, cherché des expériences pour asseoir ses points de vue théoriques¹¹.

Ainsi donc, la rationalité qui nous occupe n'est pas pure ; au contraire, elle combine la savoir et la pratique, l'*homo sapiens* et l'*homo faber*, dans une synthèse qui a pris, comme on l'a vu, deux formes essentielles.

⁹ Cf. Michel Paty – Ibid.

¹⁰ Nous retrouvons, en quelque sorte, les rapports de la physique classique avec les techniques expérimentales.

¹¹ C'est ainsi que, n'ayant pas trouvé des expériences vérifiant le concept de champ unitaire, il ne l'a pas admis.