

Le nucléaire, c'est quoi ? - 1/5

De base, tout le monde sait que nucléaire = électricité, grosses bombes, et dangereux. Et après ? Y a pas mal de "détails" à savoir sur le sujet...

Comment ça marche ?

La matière, qu'elle soit solide, liquide ou gazeuse, vivante ou inanimée, est constituée d'atomes.

Les atomes sont eux-mêmes constitués de particules élémentaires : les protons et les neutrons, qui forment ensemble le noyau de l'atome.

On appelle réaction nucléaire le processus entraînant une modification du noyau des atomes. Les atomes qui constituent la matière sont en général stables, mais certains d'entre eux se transforment spontanément en émettant des rayonnements qui emportent de l'énergie. C'est ce qu'on appelle la radioactivité.

La science nucléaire a de nombreuses applications bénéfiques, notamment en archéologie (datation au carbone 14) et en médecine (étude du cheminement des substances dans l'organisme par marquage radioactif, destruction de cellules cancéreuses à l'aide de faibles rayonnements radioactifs, radiologie,...) mais les deux réactions qui suscitent le plus d'intérêt sont celles qui peuvent permettre de produire de l'électricité et des bombes :

La fission nucléaire consiste à projeter un neutron sur un atome lourd "fissile" (uranium 235 ou plutonium 239) pour le faire éclater en 2 atomes plus légers. Cela produit aussi de la chaleur, des rayonnements radioactifs, et 3 neutrons capables à leur tour de provoquer une fission : c'est le mécanisme de la réaction en chaîne.

La fusion thermonucléaire consiste à rapprocher suffisamment 2 atomes d'hydrogène (deutérium et tritium) afin de les faire fusionner en un atome d'hélium. Cela produit aussi de la chaleur et un neutron. Pour aboutir à cette fusion, il faut vaincre la répulsion électrostatique qu'il y a entre les atomes, ce qui suppose que le mélange de deutérium et de tritium soit porté à une température de l'ordre de quelques dizaines de millions de degrés.

Produire de l'électricité

La première centrale nucléaire Française a été mise en service en 1956, et ce type d'énergie s'est vraiment développé lors de la crise pétrolière des années 70.

Comme dans les centrales thermiques classiques fonctionnant au charbon, au pétrole ou au gaz, l'objectif est de faire chauffer de l'eau afin d'obtenir de la vapeur dont la pression permet de faire tourner une turbine, laquelle entraîne un alternateur qui produit de l'électricité.

Dans une centrale nucléaire on utilise pour cela la chaleur libérée par la fission (*cliquez sur les photos pour les agrandir*).

Une centrale nucléaire peut-elle exploser avec autant de puissance qu'une bombe ?

Non, car une bombe est conçue pour libérer une très forte quantité d'énergie pendant un temps très court (moins d'un milliardième de seconde). Ceci suppose des matériaux très concentrés en matière fissiles et des mécanismes spécifiques. Dans un réacteur nucléaire, au contraire, on cherche à produire une réaction pas trop

Le nucléaire, c'est quoi ? - 2/5

intense, pour pas faire fondre les alentours, et la plus longue possible, donc on utilise des combustibles à faible enrichissement, donc impropres à faire une bombe (le risque est que la cuve fonde et libère des matériaux radioactif, comme à Tchernobyl, mais normalement ça ne peut pas arriver).

Car dans la nature, on trouve l'oxyde uranium sous forme de minerai, mais une fois extrais celui-ci ne contient que 0.7 % d'uranium 235, le seul utilisable pour la fission. Il convient de "l'enrichir" pour le rendre utilisable, grâce à des procédés physiques complexes, longs et coûteux.

En France les centrales nucléaires utilisent de l'uranium enrichis à 3,5 % (100 kg contiennent alors 96,5 kg d'uranium 238 et 3,5 kg d'uranium 235), alors que pour faire une bombe il faut de l'uranium 235 pratiquement pur.

Le plutonium 239, l'autre élément fissile, n'existe pas dans la nature et est obtenu par l'irradiation de l'uranium 238 dans les réacteurs nucléaires. Après un retraitement il peut être utilisé en mélange avec l'uranium naturel dans les combustibles Mox (oxydes mixtes uranium-plutonium) pour les centrales nucléaires, ou bien concentré pour les bombes.

1 gramme d'Uranium 235 fournit autant d'énergie que la combustion de 2,4 tonnes de charbon ou 1,6 tonne de pétrole.

L'inconvénient de ce mode de production d'énergie est de produire des déchets radioactifs très dangereux pour l'homme et pour l'environnement, et qui posent des problèmes de stockage.

C'est pourquoi le rêve ultime de l'industrie nucléaire est de parvenir à maîtriser la fusion, qui est environ 6 fois plus énergétique que la fission, qui ne produit pas ces déchets radioactifs indésirables, et dont le combustible est facile à trouver. Cependant produire une réaction de fusion continue exige de reproduire les conditions qui règnent au coeur du Soleil, et la réaction ne pourra plus avoir lieu dans une cuve matérielle mais devra se faire grâce à un confinement par des lasers ou de puissants champs magnétiques. Cette technologie arrivera sans doute vers 2050.

Bombe A, bombe H

La bombe A est constituée de plusieurs blocs d'uranium 235 ou de plutonium, chacun de ces blocs devant être inférieur à une taille minimum, "la masse critique", pour éviter que la réaction en chaîne se produise spontanément. La mise à feu va donc consister à rapprocher ces blocs à l'aide d'un explosif classique, de façon à ce que la masse soit suffisante pour déclencher la réaction en chaîne.

Elle développe une puissance de destruction comparable à des milliers de tonne de TNT (de 1 à 500 kilotonnes).

La bombe H, encore appelée bombe à hydrogène ou bombe thermonucléaire, fonctionne selon le principe de la fusion nucléaire. Pour obtenir l'énergie nécessaire à cette réaction elle utilise l'explosion d'une bombe A en guise "d'allumette". Théoriquement il n'y a pas de limites à la puissance qu'on peut lui donner.

Pendant la guerre de 1939-45, la totalité des explosifs utilisés par les 2 camps a représenté environ 2 mégatonnes (soit 2 millions de tonnes de TNT).

La plus puissante bombe nucléaire ayant été testée faisait 50 mégatonnes. Il s'agit d'un essai soviétique effectué en 1961 en Nouvelle-Zemble (île située au nord de la Russie, au delà du cercle polaire). L'explosion a été tellement puissante que l'onde de choc a fait 3 fois le tour de la Terre.

Le nucléaire, c'est quoi ? - 3/5

Les vecteurs

Disposer de la bombe nucléaire n'est pas tout, encore faut-il pouvoir la balancer loin. Pour cela il y a plusieurs solutions :

- la larguer à partir d'un avion
- l'équiper de son propre moyen de propulsion

Cette dernière méthode est la plus efficace et la plus pratique car elle limite les contraintes imposées par les interventions humaines.

Le top du top c'est le missile balistique. Contrairement au missile de croisière (comme par exemple le Tomahawk) qui vole près du sol, le missile balistique suit une trajectoire parabolique. C'est-à-dire que à partir d'une certaine puissance, il effectue une partie de son trajet dans l'espace ! En effet les engins opérationnels les plus puissants ressemblent à des petites fusées et peuvent franchir une distance de l'ordre de 10 000 km en 30 minutes puisque volant hors de l'atmosphère ils atteignent des vitesses de l'ordre de 28 000 km/h.

Emportant des charges de l'ordre de la mégatonne et pouvant être lancés soit à partir d'une plate-forme fixe (silos enterrés dans le sol) soit de sous-marins, ils représentent aujourd'hui la composante principale de la dissuasion nucléaire.

[ICI](#) vous pouvez voir un peu l'arsenal des pays concernés : ça fait peur !

Les effets

- Radiations thermiques (35% de l'énergie) :

Un flux thermique est émis par la boule de feu et se propage sur une large zone, mais pendant une durée très courte (environ 1 dixième de seconde) et avec une intensité décroissante en fonction de l'éloignement. La chaleur dégagée par une bombe de 1 mégatonne peut enflammer une feuille de papier située à 20 km du point d'explosion.

- Souffle (50% de l'énergie) :

Une impulsion haute pression appelée onde de choc se propage rapidement vers l'extérieur de l'engin. Dans l'air, cette onde de choc est appelée souffle parce qu'elle est semblable à un ouragan et est accompagnée de vents extrêmement violents. Des dommages sont aussi causés par les forts vents qui persistent après le passage de l'onde.

- Radiations nucléaires (15% de l'énergie) :

En plus du souffle et de la chaleur, l'explosion d'une bombe nucléaire laisse des radiations pénétrantes de nature tout à fait différentes des radiations thermiques. Absorbées par le corps, les radiations nucléaires peuvent provoquer de sérieux dommages. C'est l'effet le plus mortel des armes nucléaires et le plus vicieux aussi, car il ne tue pas tout de suite.

Effets d'une bombe de 1 mégatonne sur une ville :

Dès son déclenchement, elle produit une boule de feu de 1 km de diamètre d'une température de 50 millions de degrés : tout ce qui se trouve là est donc instantanément vaporisé.

- Jusqu'à 3 km du point zéro : tout est complètement détruit, 95 % des gens sont morts, les 5 % restant sont gravement blessés.

- De 3 à 5 km du point zéro : les murs des constructions sont soufflés, certaines structures métalliques sont encore debout, les fondations sont visibles, 50 % des gens sont morts, 40 % sont gravement blessés.

Le nucléaire, c'est quoi ? - 4/5

- De 5 à 8 km du point zéro : les immeubles et maisons ne sont pas complètement détruits mais fortement endommagés, 5 % des gens sont morts, 45 % sont gravement blessés.
- De 8 à 12 km du point zéro : les constructions subissent des dégâts mineurs, 25 % des gens sont gravement blessés.

Les experts estiment qu'une telle bombe lancée sur Paris ferait 2 millions de morts tout de suite, et 4 millions au total.

Un peu d'histoire

Vers 450 avant J. C. le philosophe grec Leucippe développe une théorie selon laquelle la matière n'est pas indéfiniment divisible, et prononce le mot "atomos" : "qui ne peut être coupé". C'est au 19ème siècle que des physiciens et des chimistes reprennent cette intuition pour expliquer les propriétés des corps. A partir de là les découvertes vont s'enchaîner rapidement pour aboutir en 1938 à celle de la fission des atomes lourds sous l'action des neutrons.

En 1939, des savants américains et européens mettent en garde le président des Etats-Unis car ils sont convaincus que les allemands sont en train de mettre au point leur propre bombe atomique. Le président donne son accord pour lancer le projet "Manhattan" dont l'objectif est de passer du stade purement théorique au stade de la production en seulement 5 ans. Mais sans le savoir ils se sont engagés seuls dans cette course aléatoire, Hitler ayant jugé cela trop coûteux.

La capitulation allemande signée, le seul ennemi subsistant pour les Alliés était le Japon. Aucun doute n'était possible sur l'issue des combats mais on estimait que les pertes s'élèveraient au minimum à 500. 000 tués, là où la victoire sur l'Allemagne avait entraîné 200. 000 morts. Le 26 juillet 1945, un ultimatum fut adressé au Japon : ou la capitulation, ou l'extermination, celui-ci fut rejeté. Le président Truman donne l'ordre de bombarder Hiroshima le 6 août, puis Nagasaki le 9 août.

La bombe qui est tombée sur Hiroshima avait une capacité explosive d'environ 12 kilotonnes et a tué environ 100. 000 personnes.

La Maison Blanche amena à la connaissance du peuple américain le bombardement d'Hiroshima en ces mots, le 6 août 1945 : **"Nous venons de lâcher sur le Japon la force d'où le Soleil tire sa puissance. Nous avons maîtrisé l'énergie fondamentale de l'Univers."** Le 15, l'empereur japonais annonçait sa capitulation.

Au sortir de la deuxième guerre mondiale, les deux superpuissances victorieuses du nazisme (les Etats-Unis et l'URSS) n'arrivant pas véritablement à trouver un terrain d'entente se livrèrent une guerre idéologique et technologique. Les deux protagonistes vont rapidement se doter d'un arsenal ayant la capacité de destruction totale de l'adversaire (bombes + vecteurs), si bien que les armes nucléaires n'étaient plus seulement un moyen d'agression, mais aussi une sorte de "protection psychologique" contre l'adversaire qui s'il attaquait subirait des dommages supérieurs aux enjeux.

Pendant toute la durée de cette "Guerre Froide", de 1950 à 1991, la dissuasion nucléaire a permis de maintenir une paix apparente entre les deux blocs, mais la débauche de puissance a motivé d'autres pays à se doter de l'arme nucléaire.

Au-delà du cercle initial des deux grands, quatre nations procédèrent à des essais nucléaires : Royaume-Uni en 1952, France dès 1960, Chine en 1964, et Inde en 1974. Depuis lors, ces quatre nations se sont pourvues d'un armement nucléaire. Plus tard, ce sera au tour du Pakistan et de la Corée du Nord de se doter également d'une force de frappe atomique relativement fiable. Mis à part ces six Etats, on sait que plusieurs autres pays détiennent des armes nucléaires sans avoir pour autant effectué d'essais détectés : Israël, Iran, Algérie, peut-être même Libye et Afrique du Sud.

Ainsi, "la bombe" a eu la possibilité non seulement d'acquiescer une puissance destructrice toujours plus grande,

Le nucléaire, c'est quoi ? - 5/5

mais aussi de proliférer.

En 1970, les Etats-Unis et la Russie ont négocié un traité de non-prolifération et de désarmement progressif pour obtenir des autres pays qu'ils renoncent à se doter de l'arme atomique mais globalement ce fut un échec, car il ne s'agissait dans un premier temps que d'une réduction de leur stock au 2 tiers qui leur permettait encore largement à chacun de détruire la planète, et de toute façon aucun des deux n'aurait pris le risque d'abandonner complètement son stock de bombe sans être sûr que plus personne n'en ait.

Aujourd'hui, les Etats-Unis se sentent menacés par des pays comme la Corée du Nord qui développe des missiles balistiques longue-portée, et envisagent de mettre en place sur leur territoire un système anti-missile balistique, annulant ainsi l'accord d'interdiction mutuelle qu'ils avaient passé avec la Russie sur la mise en place de ce genre de défense.

En effet, les militaires américains ont actuellement pour tâche de mettre au point le système extrêmement ambitieux et coûteux que réclame l'administration républicaine : des fusées terrestres pour détruire les fusées ennemies en les heurtant après leur lancement, à mi-course ou en phase de retombée, des systèmes d'interception par missiles lancés en mer, et des lasers tirés à partir de Boeing 747 modifiés ou de satellites, le tout coordonné par une architecture complexe de radars.

Cela risque de modifier l'équilibre de la dissuasion nucléaire mondiale.

" Un pays sans armes nucléaires n'est pas vraiment indépendant. Il ne fait pas le poids. On peut lui imposer une politique. Je me sentirais tout nu en entrant en négociation ", déclarait un ministre anglais.

Bon, la photo de Bush est probablement de mauvais goût, mais l'éventualité d'une attaque à la bombe atomique ne peut pas être ignorée de nos jours et serait condamnable, quelles que soient les raisons de ceux qui l'aurait déclenché.

Cela provoquerait une prise de conscience et un traumatisme beaucoup plus important que lors du 11 septembre 2001 (si c'est pas pire).

Espérons qu'il n'y aura jamais de problème avec les armes nucléaires.