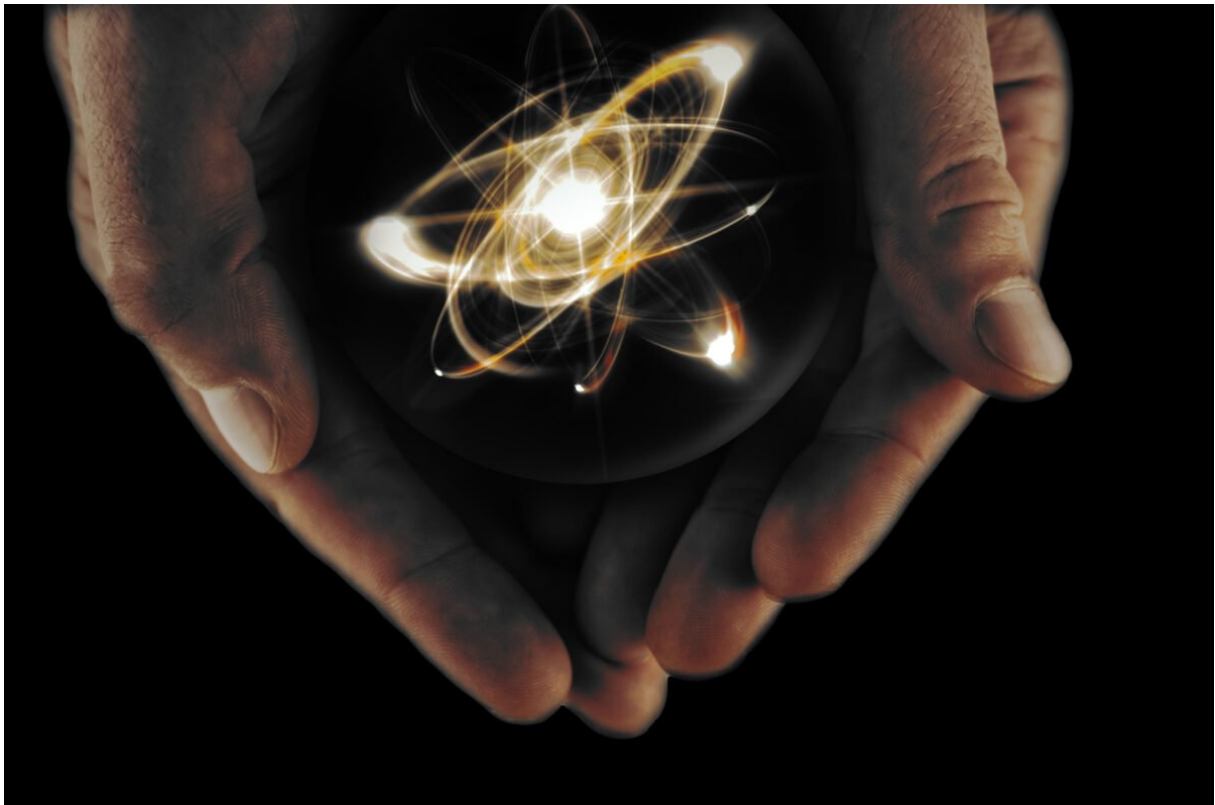


Le triple miracle du nucléaire

Trois véritables miracles de la nature permettent au génie humain de maîtriser l'énergie nucléaire pour produire durablement de l'électricité en abondance. Sans cette triple particularité (ce don de Dieu ?) enfouie au plus profond de la matière, l'énergie nucléaire ne serait contrôlable pour produire de la chaleur et de l'électricité.

Par **Michel Gay**

Publié le 24 octobre 2023 à 5h00



L'U235 représente actuellement 0,7% de l'uranium naturel

Le premier miracle

L'uranium 235 (U235) est le seul élément « fissile » (qui peut fissionner, se casser) naturel restant sur Terre après l'explosion de la **supernova** qui a donné naissance au système solaire il y a **plusieurs milliards d'années**. Tous les autres éléments ayant cette propriété ont disparu de la Terre depuis leur création.

Lorsqu'il est percuté par un neutron, le noyau de son atome (qui contient 235 protons et neutrons), il se casse en deux ou trois « morceaux » en libérant de l'énergie.

L'U235 représente actuellement 0,7% de l'uranium naturel (abondant sur terre) contenant 99,3% d'un autre uranium légèrement différent : l'uranium 238 (U238). Ce dernier n'est pas fissile mais « fertile » car il peut devenir fissile en absorbant des neutrons au cours des réactions nucléaires.

Répetons-le, c'est le seul élément naturel qui permet de tirer parti de la fantastique réserve d'énergie contenue dans le cœur de la matière.

Sans l'U235, sans cette **unique** « allumette nucléaire initiale » naturelle encore disponible sur Terre aujourd'hui l'exploitation de l'énergie nucléaire ne serait pas possible car les autres éléments fissiles « artificiels » sont créés à initialement partir de l'U235.

Le deuxième miracle

Lorsque le noyau de l'atome d'U235 se casse (c'est la **fission**), il libère lui-même plusieurs neutrons (en général 2 ou 3) qui vont aller fissionner d'autres noyaux fissiles, qui eux-mêmes vont produire de l'énergie et d'autres neutrons. **Cette réaction en cascade « d'éclatements » successifs est appelée « réaction en chaîne ».**

Si ce noyau d'U235 n'émettait pas lui-même au moins deux neutrons par éclatement, l'exploitation du nucléaire (fondée sur cette réaction en chaîne) ne serait pas possible.

Mais les réactions en chaîne dans la matière se produisent à une vitesse vertigineuse. **Ce rythme fulgurant de multiplication des neutrons est recherché, et même volontairement amplifié, dans les bombes nucléaires pour obtenir un effet maximum de chaleur (explosion) en un minimum de temps, comme la poudre noire dans une cartouche de fusil.**

Les deux premiers miracles ne permettraient donc seulement que des réactions explosives... sans un troisième miracle.

Le troisième miracle

Les noyaux de l'U235 absorbent et conserve parfois le neutron incident pendant « un certain temps » avant de se briser (et d'éjecter également 2 ou 3 neutrons). Et certains nouveaux noyaux issus de la fission émettent également des neutrons avec « un certain retard » (jusqu'à plusieurs minutes).

Dans un réacteur nucléaire, ce retard providentiel permet de réguler en permanence la réaction en chaîne, et donc de contrôler la chaleur qui produira l'électricité.

Sans ces « neutrons retardés » (troisième don de Dieu) la maîtrise de la réaction nucléaire dans un réacteur ne serait pas possible pour produire de l'électricité au bénéfice de l'humanité.

Il faut noter que, malgré sa difficulté à fissionner, l'U238 produit tout de même un tiers de la chaleur dans les réacteurs actuels en se transformant auparavant en plutonium 239 (Pu239) fissile par l'absorption d'un neutron grâce à la fission initiale de l'U235.

Un cadeau de l'Univers (de Dieu ?)

La vie de certaines étoiles se termine parfois par une gigantesque explosion appelée supernova.

Ainsi, la nébuleuse du Crabe dans notre galaxie, par exemple, est le reste d'une supernova qui a été observée sur Terre en 1054 par des astronomes chinois.

Ces phénomènes gigantesques produisent des éléments tels que le fer, le platine, l'or, et l'uranium qui ensemencent l'espace galactique. **Ces « poussières d'étoiles » s'agrègent ensuite avec le gaz interstellaire pour former de nouveaux systèmes solaires et des planètes, comme notre Terre.**

Certaines matières radioactives issues de ces transformations naturelles ont disparu avec le temps. D'autres sont toujours présentes en grande quantité dans la croûte terrestre. Ils participent de manière prépondérante (83%) à la géothermie de notre planète (notamment le thorium et l'uranium pour respectivement 44% et 39%). Ce sont les deux seuls éléments naturels utilisables sur terre pour produire de l'énergie nucléaire... en utilisant l'allumette initiale U235.

En effet, il n'existe qu'un seul élément naturel fissile sur terre, c'est l'uranium 235 présent en faible quantité (0,7%) dans l'uranium naturel composé essentiellement (98,3%) d'uranium 238.

Dans les réacteurs nucléaires, d'autres éléments fissiles apparaissent ensuite, tels que du plutonium 239 (Pu 239 si le combustible est l'uranium 238), ou de l'uranium 233 (U233 si le combustible est du thorium).

Ces derniers peuvent aussi à leur tour jouer ce rôle « d'allumette » comme l'U235 et engendrer de la chaleur et de l'électricité pendant des millénaires grâce aux réacteurs « surgénérateurs », dont certains **fonctionnent déjà** et d'autres **sont en préparation**.

Ces derniers utilisent les couples (Pu239-U238) et (U233-Th232) comme combustibles et succéderont probablement aux réacteurs actuels au siècle suivant.

Mais il ne faut pas épuiser l'unique allumette initiale (U235) auparavant ! Ces réacteurs surgénérateurs « durables », dits de quatrième génération, utilisent 100 fois mieux l'uranium naturel (abondant) et le thorium (encore plus abondant). Les réserves mondiales de combustibles nucléaires sont de plusieurs milliers d'années pour ce type de réacteurs.

L'uranium est aujourd'hui sous utilisé

En France, plus de 300.000 tonnes d'U238 sont déjà stockées. Ce stock constitue une réserve de... 3000 ans (trois mille ans) sur notre sol.

En effet, une quantité d'U238 d'environ 100 tonnes par an serait suffisante pour produire l'électricité nécessaire à notre consommation nationale dans des surgénérateurs.

Aujourd'hui (octobre 2023), 58 réacteurs nucléaires sont **en construction** dans le monde, et les 412 en fonctionnement **utilisent moins de 1% (0,6%)** du contenu énergétique de l'uranium naturel.

En France, ce taux d'utilisation peut atteindre 0,8 % en recyclant une fois les matières valorisables (uranium et plutonium) encore présentes dans les combustibles usés.

Donc plus de 99% du « combustible uranium » n'est pas encore utilisé aujourd'hui... mais le sera demain **dans les surgénérateurs** qui, en plus de fabriquer des éléments fissiles, ont deux autres avantages :

- 1) ils permettent d'utiliser le plutonium fissile issu du retraitement des combustibles usés des centrales nucléaires en fonctionnement, ou du démantèlement des armes nucléaires, ce qui économise l'utilisation de l'U235,
- 2) ils produisent moins de déchets pour une même énergie produite.

Une énergie durable à l'échelle humaine

Demain, nos enfants ne manqueront pas **d'énergie nucléaire propre** (la production de déchets est maîtrisée et sera confinée de manière **sûre et durable**) pour produire l'électricité décarbonée nécessaire à leur qualité de vie (chauffage, industries, transports, ...) pendant des milliers d'années **sans utiliser de combustibles fossiles**.

Ce triple « don de Dieu » contenu dans la nature contribuera de plus en plus au confort de l'humanité. Il procurera aux hommes qui le voudront (et qui le pourront) une meilleure qualité de vie grâce à une production d'électricité propre, décarbonée, abondante, bon marché, et durable pour le plus grand bien de notre planète.