

Annexe 2

Glossaire nucléaire

Noyau : au centre de l'atome ; son diamètre est environ 100 000 fois inférieur à celui de l'atome. Néanmoins le noyau porte presque toute la masse de l'atome. Il est composé de N neutrons et de Z protons, liés par des forces nucléaires intenses, mais de courte portée.

Isotopes : deux noyaux ayant même nombre de protons, mais différant par le nombre de leurs neutrons sont isotopes. Exemples : hydrogène N=0, Z=1 et deutérium N=1, Z=1 ; uranium 238, Z=92 N=146 (N+Z=238) et uranium 235, Z=92 N=143. Les propriétés chimiques de deux isotopes d'un même corps sont identiques.

Neutron : contrairement au proton, le neutron est instable et il se désintègre en une quinzaine de minutes en un proton (plus un électron et un neutrino) ; c'est la radioactivité *bêta*. Il est stabilisé à l'intérieur du noyau (conséquence du principe de Pauli). En revanche un noyau avec excès de neutrons est instable (radioactivité bêta)

Noyau fissile : noyau susceptible d'absorber un neutron et de se casser en deux éléments plus légers, avec émission simultanée de neutrons : exemples uranium 235 ou plutonium 239. C'est ainsi qu'après absorption d'un neutron l'uranium 235 peut se fissionner en baryum 141 et krypton 92 avec émission de 3 neutrons. Ces produits de fission sont dotés d'une grande énergie cinétique : la fission produit beaucoup d'énergie. L'uranium 235 est le seul élément fissile présent sur terre.

Noyau fertile : noyau devenant fissile après absorption d'un neutron. Exemple : l'uranium 238 après absorption d'un neutron devient (à l'issue d'une séquence impliquant le neptunium 239) du plutonium 239 fissile (demi-vie 24 000 ans).

Actinides : l'uranium (Z=92) est le dernier élément stable de la classification des éléments. Les éléments de Z plus élevés, neptunium Z=93, plutonium Z=94, amerícium Z=95, curium Z=96..., sont instables et ils n'existent que par suite des activités nucléaires. Ces actinides transuraniens sont présents dans les déchets de l'industrie nucléaire, le plutonium étant de loin le plus abondant.

Uranium enrichi : l'uranium naturel se compose des deux isotopes U 238 pour 99,3 % et U235 pour 0,7 %. Cette proportion en éléments fissiles doit être augmentée et *enrichie* à 3-5 % pour permettre à un réacteur à eau de fonctionner (enrichissement par diffusion gazeuse progressivement supplantée par l'ultracentrifugation). Pour les usages militaires l'enrichissement en U235 est porté à plus de 80 %. Les opérations d'enrichissement ont pour résidu de l'uranium *appauvri* c'est-à-dire constitué du seul isotope 238 non fissile.

Réaction en chaîne : la fission par un neutron d'un élément fissile comme l'U235 produit plusieurs neutrons qui à leur tour peuvent faire fissionner d'autres noyaux d'U235. On peut donc avoir une réaction auto-entretenu. Dans un réacteur avec du combustible faiblement enrichi l'absorption des neutrons par des noyaux non fissiles comme l'U238 permet de contrôler cette chaîne de réactions. En revanche il faut une sphère d'U235 presque pur d'une cinquantaine de 50 kg pour fabriquer une arme nucléaire.

Modération : les neutrons énergétiques émis par une fission doivent être ralentis afin de pouvoir être absorbés par un autre U235 et conduire à une nouvelle fission. Ce ralentissement est obtenu par des collisions des neutrons avec un élément modérateur, l'eau dans les réacteurs à eau pressurisée (REP) en service en France ou dans les réacteurs à eau bouillante (REB) comme ceux de Fukushima.

Retraitement : les combustibles usés sortis des réacteurs, après un temps de séjour dans une piscine d'entreposage lors duquel les produits de fission à vie courte, les plus radioactifs, perdent leur activité. Puis ils sont envoyés dans l'usine de retraitement de La Hague où l'on extrait le plutonium et l'on conditionne (vitrification) les déchets ultimes.

Combustible MOX (Mixed Oxyde Fuel) : composé du plutonium issu du retraitement pour 7 % et de l'uranium appauvri, U238 résidu des opérations d'enrichissement, pour 93 %. Ce combustible a des capacités énergétiques comparables à celui de l'uranium enrichi. En France 20 centrales sont autorisées à utiliser ce combustible. À l'heure actuelle on ne retire pas les combustibles usés des réacteurs « moxés ».

Réacteurs modérés par de l'eau : (voir annexe 3)

REP, réacteurs à eau pressurisée (cas des 58 réacteurs français) ; dans le circuit primaire l'eau ralentit les neutrons pour leur permettre de faire fissionner l'U235 ; la chaleur est transférée dans le circuit secondaire à de la vapeur qui actionne une turbine

REB, ces réacteurs à eau bouillante (comme à Fukushima) ne comportent qu'un seul circuit d'eau.

Réacteurs à neutrons rapides, surgénérateurs : réacteurs sans modérateur. Chargés en plutonium et en uranium 238, une partie des neutrons de fission du plutonium est absorbée par l'U238 qui conduit à du Pu 239 (d'où le nom de surgénérateur). Ces réacteurs utilisent donc l'isotope 238 de l'uranium, 140 fois plus abondant que l'élément fissile 235 des réacteurs à neutrons lents usuels. L'U238 peut être remplacé par du thorium, qui doit être également activé par un élément fissile.

Sûreté nucléaire

Ensemble de dispositions prises pour assurer le fonctionnement normal d'une installation nucléaire, pour prévenir les accidents ou en limiter les effets, aux stades de la conception, de la construction, de la mise en service, de l'utilisation, de la mise à l'arrêt définitif et du démantèlement d'une installation nucléaire ou d'un dispositif de transport de matières radioactives (JO du 3 août 2000)

Sécurité nucléaire

Ensemble de dispositions prises pour assurer la protection des personnes et des biens contre les dangers, les nuisances ou gênes de toute nature résultant de la réalisation, du fonctionnement, de l'arrêt, des démantèlements d'installations nucléaires fixes ou mobiles, ainsi que de la conservation, du transport, de l'utilisation et de la transformation des substances radioactives naturelles ou artificielles (JO du 3 août 2000).

La langue anglaise ne distingue pas les notions de Sûreté nucléaire et de Sécurité nucléaire (*Nuclear safety*).