

Fissile et fertile

<https://www.irsn.fr/savoir-comprendre/dialogue-pedagogie/fissile-ou-fertile>

Dans l'industrie nucléaire, on distingue deux types de noyaux :

- les **noyaux « fissiles »**, qui sont susceptibles de subir une fission, quelle que soit l'énergie des neutrons qui les percutent. C'est notamment le cas des isotopes 233 et 235 d'uranium (U233 et U235), des isotopes 239 et 241 du plutonium (Pu239 et Pu241) ;
- les **noyaux « fertiles »**, qui ne sont fissiles qu'au contact d'un neutron ayant une énergie suffisante. Ce sont par exemple le thorium 232, l'uranium 238, le plutonium 240. Ces noyaux dits fertiles peuvent se transformer en noyaux fissiles après capture d'un neutron, soit directement, soit après une ou plusieurs désintégrations beta (avec émission de rayonnement beta).

Par exemple, l'uranium naturel est un mélange :

- d'uranium 238 (fertile) dans une proportion de 99,275 % ;
- d'uranium 235 (fissile), dans une proportion de 0,719 % ;
- d'uranium 234 (fissile) à 0,006 %.

En fonction du **type de centrale nucléaire**, on peut soit :

- enrichir l'uranium en augmentant son taux naturel en isotope fissile, l'uranium 235 (au sein des réacteurs à eau pressurisée, employés en France) ;
- utiliser l'uranium naturel et accélérer les neutrons.

<https://www.connaissancedesenergies.org/questions-et-reponses-energies/quelle-est-la-difference-entre-un-element-fissile-et-un-element-fertile>

Les éléments instables les plus lourds se distinguent par leur comportement lorsque les noyaux de leurs atomes capturent un neutron.

- **Un élément est dit « fissile »** lorsque son noyau a une probabilité importante de se fracturer en deux noyaux plus légers, dotés d'une énergie cinétique considérable se transformant en chaleur, avec émission de rayonnement et de 2 à 3 neutrons capables d'entretenir une réaction en chaîne.
- **Un élément (plus stable) est dit « fertile »** lorsque son noyau commence par absorber le neutron pour donner un noyau plus lourd, lui aussi instable et qui est fissile.

Un seul élément fissile, l'uranium 235, subsiste à faible teneur (0,7%) dans l'uranium naturel présent dans la croûte terrestre. Après enrichissement de l'uranium naturel en isotope 235, c'est l'énergie de la fission de cet isotope qui est exploitée dans la majorité des près de 440 réacteurs électronucléaires en fonctionnement dans le monde. Deux éléments fertiles existent en abondance dans l'écorce terrestre, l'uranium 238 (99,3% de l'uranium naturel) et le thorium 232. La fertilisation de leur noyau par un neutron rapide les transforme en isotopes fissiles, respectivement le plutonium 239 et l'uranium 233. La fission du plutonium 239, produisant environ 3 neutrons pour 1 absorbé, est apte non seulement à entretenir la réaction en chaîne mais aussi à le régénérer en fertilisant au moins un autre noyau d'uranium 238. C'est l'avenir de l'électronucléaire.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Isotope_fissile

Les principaux isotopes fissiles avec un neutron thermique sont

- protactinium : $^{230}_{91}\text{Pa}$;
- thorium : $^{227}_{90}\text{Th}$;
- uranium : $^{231}_{92}\text{U}$, $^{232}_{92}\text{U}$, $^{233}_{92}\text{U}$ et $^{235}_{92}\text{U}$;
- neptunium : $^{236m}_{93}\text{Np}$ et $^{238}_{93}\text{Np}$;
- plutonium : $^{236}_{94}\text{Pu}$, $^{237}_{94}\text{Pu}$, $^{239}_{94}\text{Pu}$, $^{241}_{94}\text{Pu}$ et $^{243}_{94}\text{Pu}$;
- américium : $^{241}_{95}\text{Am}$, $^{242m}_{95}\text{Am}$, $^{242}_{95}\text{Am}$ et $^{244}_{95}\text{Am}$;
- curium : $^{242}_{96}\text{Cm}$, $^{243}_{96}\text{Cm}$, $^{245}_{96}\text{Cm}$ et $^{247}_{96}\text{Cm}$;
- californium : $^{249}_{97}\text{Cf}$ et $^{251}_{97}\text{Cf}$.

Actinides														
Actinium	Thorium	Protactinium	Uranium	Neptunium	Plutonium	Americium	Curium	Berkelium	Californium	Einsteinium	Fermium	Mendelevium	Nobelium	Lawrencium
89 Ac [227]	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [266]