

## Introduction à la terminologie nucléaire

Volume 39, numéro 2, 1971

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1103719ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1103719ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

HEC Montréal

ISSN

0004-6027 (imprimé)

2817-3465 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer ce document

(1971). Introduction à la terminologie nucléaire. *Assurances*, 39(2), 123–132.

<https://doi.org/10.7202/1103719ar>

# Introduction à la terminologie nucléaire<sup>1</sup>

## I — Notions et terminologie nucléaire

*AR* : *Accident de référence* (en anglais : MCA maximum credible accident) : Comme plus grand accident imaginable on considère généralement la rupture de la conduite principale de refroidissement du circuit primaire qui aurait pour conséquence la perforation partielle de la gaine des éléments de combustible par suite d'un échauffement local excessif, car il se peut dans ce cas que des produits de fission radioactifs gazeux s'échappent dans les alentours.

123

*Arrêt d'urgence (scram)* : interruption rapide de la réaction en chaîne au moyen de barres de sécurité. Les barres de sécurité contiennent, tout comme les barres de réglage, des éléments à forte absorption de neutrons tels que le bore ou le cadmium. Autres possibilités d'arrêt d'urgence : baisse du modérateur fluide et injection dans le modérateur de poisons de neutrons tels que l'acide borique, par exemple.

*Bouclier biologique* : bouclier en béton lourd qui a pour fonction de protéger les alentours des rayons émanant du réacteur. La zone située à l'intérieur du bouclier biologique constitue principalement la zone dite chaude du réacteur.

*Cœur* : noyau du réacteur. Il est formé par les éléments de combustible.

*Combustible nucléaire* : mélange de matière fissile et fertile sous une forme chimique appropriée, par exemple sous forme de métal, d'oxyde, de carbure ou de siliciure. Cf. également matière fissile et matière fertile.

*Combustion massique (burn-up)* : consommation de combustible nucléaire pendant la marche du réacteur, mesurée en MW-jours par tonne d'uranium (MWd/tU).

<sup>1</sup>Dans deux livres sur l'assurance des installations nucléaires, la Munich Reinsurance Company de Munich donne non seulement des textes, mais un vocabulaire en français et en anglais. Avec son autorisation, nous le reproduisons ici en ayant conscience d'être utile dans un domaine où existe une terminologie nouvelle et difficile.

*Contamination* : contamination par des substances radioactives (rayonnantes).

*Critique* : état stationnaire au sein du réacteur où les neutrons libérés par chaque fission nucléaire déclenchent justement une nouvelle fission (Cf. aussi cycle des neutrons).

124 *Cycle des neutrons* : une partie des neutrons émanant du processus de fission nucléaire s'échappe du réacteur. Une autre partie des neutrons est absorbée par la matière fertile (et forme ainsi d'autres matières fissiles). D'autres neutrons se dispersent et sont absorbés par les matériaux de structure, le modérateur, le porteur de chaleur et les produits de fission. Les neutrons restants servent à maintenir la réaction en chaîne.

*Décontamination*: suppression des substances radioactives (rayonnantes).

*Dose cumulée* : quantité de rayons que reçoit un objet sans tenir compte du temps d'exposition. La radioactivité cumulée naturelle que subit l'être humain est d'environ 5 rem en 30 ans. La dose cumulée qui provoque la mort (quantité létale) est d'environ 600 rem (la dose tolérée par l'homme — dose maximale — est de 0.1 rem/semaine).

*Énergie produite* : la fission de 1 g d'uranium 235 produit une quantité de chaleur égale à 22 800 kWh. 1 kg d'uranium naturel contient 7 g d'uranium 235 ce qui correspondait à 160.000 kWh. Cette puissance calorifique spécifique par kg d'uranium naturel est dépassée cependant par les réacteurs à eau lourde par suite de la formation de plutonium.

*Enveloppe de sécurité*: enveloppe de pression ou de sécurité étanche qui enferme le générateur de vapeur nucléaire.

*Erg* : petite unité d'énergie.  $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ watt/secondes (Joule)} = 0.6242 \times 10^6 \text{ MeV (mega-électron-volt)}$ .

*Fission nucléaire* : désintégration d'un noyau nucléaire. Lors de la fission nucléaire dans un réacteur la matière fissile contenue dans le combustible est désintégrée à l'aide de neutrons. Il en résulte des produits de fission qui apportent l'énergie calorifique et deux ou trois autres neutrons (en moyenne 2.5) qui maintiennent la réaction en chaîne.

*Gainage* : gaine des éléments de combustible, d'ordinaire en zircon, en acier inoxydable ou en magnésium.

*Kwe* : kilowatt électrique.

*Matières fertiles* : isotopes non fissionnables transformés en matières fissionnables par des neutrons. Les matières fertiles les plus importantes sont l'isotope de thorium Th-232 et l'isotope d'uranium U-238. À partir de l'isotope Th-232 on obtient la matière fissionnable d'uranium U-233 et à partir de l'isotope U-238 la matière fissionnable de plutonium Pu-239.

*Matière fissionnable* : les matières fissionnables les plus importantes sont les isotopes d'uranium U-235 et U-233 ainsi que l'isotope de plutonium Pu-239.

125

*MeV* : unité d'énergie habituellement utilisée en physique nucléaire, voir erg.

*Modérateur* : matières ayant un petit nombre de masse et un pouvoir de freinage élevé. Elles ont pour tâche de freiner les neutrons riches en énergie (2.000.000 eV) émanant de la fission nucléaire et de les ramener à la vitesse de l'énergie thermique (0,025 eV = 2.200 m/s). Les matières se prêtant à cette tâche sont l'eau légère (H<sub>2</sub>O), l'eau lourde (D<sub>2</sub>O) et le graphite (C).

*Mw* (Megawatt) : unité de puissance habituelle en technique nucléaire : 1 MW = 10<sup>6</sup>W (watt) = 10<sup>3</sup>kw (kilowatt). MWe est le symbole utilisé pour la puissance électrique et MW<sub>th</sub> pour la puissance thermique (puissance calorifique). Pour comparer les réacteurs entre eux on rapporte leur puissance thermique au volume du cœur du réacteur exprimé en mètre cube d'où MW<sub>th</sub>/m<sup>3</sup> et à la quantité d'uranium exprimée en tonnes d'où MW<sub>th</sub>/t U.

*Produits de fission* : il s'agit des produits résultant de la fission nucléaire. Les produits de fission tels que par exemple le Xenon (Xe - 135) et le samarium (Sm - 149) absorbent un grand nombre de neutrons. L'accumulation des produits de fission met fin à la réaction en chaîne.

*Rad* : (Radiation absorbed dosis) unité spéciale réservée à la dose absorbée. 1 rad = 100 erg/g.

*Radioélément* : nucléide radioactif ou le genre de noyau dont il est formé. On appelle nucléide une sorte d'atome ayant un genre de

noyau bien déterminé d'après le nombre de protons et de neutrons.

*Réacteur à eau bouillante* : (BWR, Boiling Water Reactor). Réacteur dans le cœur duquel l'eau (normalement  $H_2O$ ) s'évapore.

*Réacteur à eau légère* : réacteur à eau sous pression ou à eau bouillante utilisant de l'eau ordinaire ( $H_2O$ ) comme modérateur.

*Réacteur à eau lourde* : (HWR, Heavy Water Reactor).

Réacteur utilisant l'eau lourde ( $D_2O$ ) comme modérateur.

126

*Réacteur à eau sous pression* : (PWR, Pressurized Water Reactor). Réacteur utilisant de l'eau légère ou de l'eau lourde comme caloporteur et dans lequel la formation de vapeur est évitée par une pression élevée.

*Réacteur à graphite refroidi au gaz* : (AGR, Advanced Gascooled Reactor).

Réacteur utilisant le graphite comme modérateur et le gaz carbonique ( $CO_2$ ) comme caloporteur.

*Réacteur rapide* : réacteur dans lequel la réaction en chaîne est maintenue par des neutrons rapides, c.à.d. non freinés par un modérateur, ayant une énergie moyenne de  $10^5$  eV. Comme les réacteurs rapides n'ont pas de modérateur, ils sont équipés d'un cœur plus petit que les réacteurs thermiques.

*Réacteur à refroidissement métallique* : type de réacteur utilisant des métaux fluides comme conducteur de chaleur tels le sodium (Na), le potassium (K) ou l'eutectique sodium-potassium (Na-K).

*Réacteur surrégénérateur* : réacteur servant à la production d'énergie et de nouveau combustible nucléaire. A partir d'isotopes de thorium et d'uranium non fissionables on produit par conversion plus d'isotopes fissionables que l'on en consomme.

Si l'on veut se rapprocher de l'utilisation complète, possible théoriquement, de tous les atomes existant dans 1 kg d'uranium (1 kg d'uranium est égal à env. 1000 MW-jours) il faut utiliser les réacteurs à surrégénération. Si l'on décompose 1000 kg d'uranium naturel entre leurs deux isotopes, on obtient 7 kg d'uranium 235 et 993 kg d'uranium 238.

En désintégrant les 7 kg d'uranium 235 on produit 2,5 nouveaux neutrons en moyenne par atome d'uranium 235 désintégré. On a besoin de l'un de ces neutrons pour maintenir la réaction en chaîne de sorte qu'il reste un excédent de 1,5 neutrons.

Si l'on dispose les 993 kg d'uranium 238 autour de l'uranium 235, les 1,5 neutrons provenant de la fission sont absorbés par les atomes d'uranium 238 et produisent 1,5 atomes de plutonium par atome d'uranium 235 désintégré. Après avoir utilisé entièrement les 7 kg d'uranium 235 il reste 10,5 kg de plutonium et 982,5 kg d'uranium 238.

127

Le plutonium étant séparé de l'uranium 238, on peut commencer un nouveau processus de fission avec 10,5 kg de plutonium en le disposant autour de 982,5 kg d'uranium 238 restant et produire ainsi 16 autres kg de plutonium. Il est possible de poursuivre ce procédé jusqu'à ce que toute la quantité initiale d'uranium naturel, c.à.d. : 1000 kg, soit désintégrée.

*Réacteur thermique* : réacteur dans lequel la réaction en chaîne est maintenue par des neutrons thermiques, c.à.d. freinés par un modérateur, ayant une énergie moyenne de 0,025 eV. Un réacteur thermique a un modérateur.

*Réaction en chaîne* : processus de fission nucléaire s'effectuant dans le cœur du réacteur sans apport extérieur de neutrons.

*Rem* (Roentgen Equivalent Men) : unité spéciale d'équivalent de dose compte tenu de l'efficacité biologique relative de différentes sortes de rayons.

*Röntgen (R)* : unité spéciale réservée à l'exposition. 1 R est la quantité de radiations d'ondes électromagnétiques qui dans un centimètre cube d'air, à la pression normale et à une température de 0° Celsius, a un effet ionisant tel que la charge électrique est de  $3.336 \times 10^{-10}$  ampères x secondes.

*Traitement du combustible irradié (reprocessing)* : traitement du combustible nucléaire après son utilisation dans un réacteur en vue de récupérer les matières fissiles (Pu 239 ou U 233) ou fertiles et de les séparer des produits de fission.

*Unité de masse* : 1 ME =  $1.66 \times 10^{-24}$ g; si l'on s'exprime en unité d'énergie MeV, comme il est coutume en physique nucléaire, on aura alors 1 ME = 931,4 MeV.

*Uranium enrichi* : l'uranium naturel contient en poids environ 0,71% de l'isotope fissible U-235. Il peut être enrichi d'un plus grand nombre de parts d'uranium 235 par séparation d'isotopes. Le prix du kilogramme d'uranium augmente avec l'enrichissement.

*Uranium naturel* : exprimé en poids, il se compose principalement de 1 part d'uranium 235 et de 140 parts d'uranium 238.

### **II — An explanation of Terms used in Nuclear Technology<sup>1</sup>**

128

*AGR* (Advanced Gas-cooled Reactor) : A reactor in which graphite is used as the moderator and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) as the coolant.

*amu* (atomic mass unit) : 1 amu =  $1.66 \times 10^{-24}$  grams. If, as is usually the case in nuclear physics, the energy unit MeV is used, 1 amu equals 931.4 MeV.

*Biological Shield* : A shield made of heavy concrete, which has the function of protecting the surrounding area from the radiation emitted by the reactor. The region inside of the biological shield constitutes the main part of the so-called "hot zone" of the reactor.

*Breeder* : A reactor for generating energy and new fissionable fuel. Non-fissionable thorium or uranium isotopes are converted so as to generate more fissionable isotopes than are consumed. Breeders must be used if one attempts to come close to the theoretically possible exploitation of all the atoms in 1 kilogram (1 kilogram of uranium is the equivalent of 1,000 MW days). If in 1,000 kilograms of natural uranium the different isotopes are separated the results is 7 kilograms of U-235 and 993 kilograms of U-238.

The nuclear fission of 7 kilograms of U-235 generates an average of 2.5 new neutrons for each U-235 atom fissioned. As one of these new neutrons is needed for maintaining the chain reaction, the excess amount is 1.5 neutrons.

If the 993 kilograms of U-238 are then placed around the U-235, the 1.5 neutrons generated by the fission are absorbed by the U-238 atoms, in this way producing 1.5 plutonium atoms for each fissioned U-235 atom. After the 7 kilos of U-235 have been consumed com-

---

<sup>1</sup> Après le texte français, voici la version anglaise.



pletely, 10.5 kilograms of plutonium and 982.5 kilograms of U-238 are left over.

Once the plutonium has been separated from the U-238, a new fission process with 10.5 kilograms of plutonium can be started. This plutonium is surrounded by the remaining 982.5 kilograms of U-238, so that 16 kilograms of plutonium are generated in this way. This process can be continued until the entire original amount of 1,000 kilograms of natural uranium has been fissioned.

*Burn-up* : The consumption of nuclear fuel while the reactor is in operation. Burn-up is expressed either in MW days per ton of uranium (MWd/t U), or in fractions of fissionable material consumed.

129

*BWR* (Boiling Water Reactor) : A reactor in which water (normally H<sub>2</sub>O) is evaporated in the core.

*Canning* : The shell surrounding the fuel elements, normally made of zirconium, stainless steel, or magnesium.

*Chain reaction* : The self-sustaining fission process in the reactor core, which does not require a supply of neutrons from the outside.

*Containment* : A leak-tight pressure or safety shell surrounding the nuclear steam supply system.

*Core* : The centre of a reactor. The core is made up by the fuel elements.

*Critical* : A stationary condition in a reactor, in which the neutrons liberated by each nuclear fission just start one new fission (cf. also Neutron Cycle).

*Decontamination* : Purification from radioactive substances.

*Dose* : The amount of radiation absorbed by an object not regarding the period of time having lapsed. The tolerable dose for a human being (i.e. the permissible amount of radiation) is 0.1 rem per week, whereas the lethal dose for a human being is 600 rem. The natural amount of radiation to which a person is exposed is approximately 5 rem in 30 years.

*Energy Yield* : When 1 gram of U-235 is fissioned, the heat generated hereby amounts to 22.800 kWh. 1 kilogram of natural uranium



contains 7 grams of U-235, which would be the equivalent of 160,000 kWh. However, this specific generation of heat per kilogram of natural uranium is exceeded in heavy water reactors due to the formation of plutonium.

*Enriched Uranium* : Natural uranium contains approximately 0.71 percentage by weight of the fissionable isotope U-235. By means of isotopic separation, this percentage of U-235 can be increased (enrichment). The price of one kilogram of uranium increases with the degree of enrichment.

130

*Erg* : A small unit used for measuring energy.  $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ watt seconds (joules)} = 0.6242 \times 10^6 \text{ MeV (mega electron volts)}$ .

*Fast Reactor* : A reactor in which the chain reaction is maintained by fast neutrons — i. e. neutrons not slowed down by a moderator — with an average energy of  $10^6 \text{ eV}$ .

*Fertile Material* : Non-fissionable isotopes turned into fissionable material by means of neutrons. The most important fertile materials are the thorium isotope Th-232 and the uranium isotope U-238. Th-232 is turned into the fissionable uranium U-233 and U-238 into the fissionable plutonium Pu-239.

*Fissionable Material* : The uranium isotopes U-235 and U-233 and the plutonium isotope Pu-239 are the most important fissionable materials.

*Fission Products* : Fission products are formed by nuclear fission. Fission products such as Xenon (Xe-135) and Samarium (Sm-149), absorb neutrons heavily. The accumulation of fission products brings a chain reaction to a standstill.

*HWR (Heavy Water Reactor)* : A reactor using heavy water ( $\text{D}_2\text{O}$ ) as its moderator.

*kWe* : Kilowatts, electric.

*Liquid Metal - cooled Reactor* : A reactor in which liquid metals such as sodium (Na), potassium (K), or the eutectic mixture sodium/potassium (Na - K) are used as the coolant.

*MeV* : An energy unit used in nuclear physics. cf. erg.

*Moderator* : A material with a low mass number and a high slowing down capacity. Such materials have the function of slowing down the high-energy neutrons (2,000,000 eV) generated in nuclear fission to thermal energy (0.025 eV corresponding to a speed of 2,200 metres per sec.). Light water ( $H_2O$ ), heavy water ( $D_2O$ ), and graphite (C) are suited as moderators.

*Mw* (Megawatts) : A unit used in nuclear engineering for measuring output :  $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$  (Watts)  $= 10^3 \text{ kW}$  (kilowatts).  $MW_e$  refers to electrical output, whereas  $MW_{th}$  is used for denoting the thermal output. For the purpose of comparison, the thermal output is related to the volume of the core expressed in cubic metres (i. e.  $MW_{th}/\text{cub. metres of the core}$ ) and to the amount of uranium expressed in tons (i.e.  $MW_{th}/\text{t of U}$ ).

131

*Natural Uranium* : Natural uranium is made up principally of one weight unit of U-235 and 140 weight units of U-238.

*Neutron Cycle* : Some of the neutrons produced by the nuclear fission process are able to escape from the reactor. Other neutrons are absorbed by the fertile material (and in so doing form additional fissionable material). Further neutrons are absorbed by structural materials, moderator, coolant, and fission products. The remaining neutrons are then available for maintaining the chain reaction.

*Nuclear Fission* : The splitting of the nucleus of an atom into parts. In the case of nuclear fission in a reactor, the fissionable material in the nuclear fuel is fissioned by means of neutrons. In doing so, both fission products which carry the thermal energy, and two to three (the average is 2.5) additional neutrons, which maintain the chain reaction, are formed.

*Nuclear Fuel* : A mixture of fissionable and fertile material in a suitable chemical compound, e. g. in the form of a metal, oxide, carbide, or silicide. See also Fissionable Material and Fertile Material.

*Pwr* (Pressurized Water Reactor) : A reactor in which light water or heavy water is used as the coolant, and in which the formation of steam is suppressed by means of high pressure.

*Rad* (radiation absorbed dosis) : A unit used for measuring the radiation energy absorbed.  $1 \text{ rad} = 100 \text{ erg/gram}$ .

*Radio-nuclide* : Nuclide which is radioactive. Nuclide is the term used to denote a type of atom with the nucleus defined according to the number of protons and neutrons in it.

*Rem* (roentgen equivalent men) : A unit for measuring a dose of radiation, with consideration given to the relative biological effectiveness of the various types of radiation.

*Reprocessing* : Separation of the unused nuclear fuel from the radioactive fission products formed in the reactor during operation, and from the Pu-239 or U-233 gained from the fertile material.

132

*Roentgen* (r) : Unit for the dose or the total amount of radiation. 1 r is the amount of electromagnetic wave radiation which has such a strong ionizing effect in 1 cubic centimetre of air at normal pressure and a temperature of 0°C that the electric charge is  $3.336 \times 10^{10}$  ampere-seconds.

*Scram* : The rapid interruption of a chain reaction by means of safety rods. Like control rods, safety rods contain elements that absorb neutrons heavily, such as boron and cadmium. Other possibilities of scram are to decrease the level of the liquid moderator and to inject neutron poisons, such as boric acid, into the moderator.

*Thermal reactor* : A reactor in which a chain reaction is maintained by thermal neutrons — i. e. neutrons slowed down by a moderator — with an average energy of 0.025 eV. A thermal reactor has a moderator.

### **Literature**

H. Braun, München : "Der derzeitige Stand der Sachversicherung von Kernkraftwerken". Allianz-Berichte 6/1968.

A. Rhein, Hamburg : "Die Maschinenversicherung nuklearer Anlagen". Versicherungswirtschaft 24. Jahrgang, Sonderbeilage 1. Juli 1969.

H.-J. Vandrey, München : "Grundlagen der Maschinenversicherung von Kernkraftwerken", Allianz-Berichte 6/1968.

O Vossen, Köln : "Die Sachversicherung von Atomanlagen", lecture, held on April 28, 1969 at Haus der Technik, Essen.

"Ergänzendes Material zum Bericht — Kernbrennstoffe und Kosten verschiedener Reaktortypen in Deutschland —", KFK 466/1966.

International Comparison of Nuclear Power Costs, IAEA, 1968.

Atomwirtschaft Heft 9/10, 1969.

Private communications of Munich Reinsurance Company.