La Physique Nucléaire

**Table des matières**

[1. La Radioactivité (début du XXè) – énergie nucléaire 2](#_Toc290991283)

[1. Structure et stabilité du noyau atomique 2](#_Toc290991284)

[2. Trois forme de désintégration 2](#_Toc290991285)

[Désintégration α 2](#_Toc290991286)

[Désintégration β 2](#_Toc290991287)

[Désintégration γ 2](#_Toc290991288)

[3. La décroissance radioactive 3](#_Toc290991289)

[Sens physique de λ 3](#_Toc290991290)

[Quelques repères d’activité 3](#_Toc290991291)

[4. Radioprotection 4](#_Toc290991292)

[Dose absorbée en 4](#_Toc290991293)

[Dose équivalente 4](#_Toc290991294)

[Dose efficace 4](#_Toc290991295)

[2. L’énergie nucléaire 5](#_Toc290991296)

[1. Le réacteur nucléaire 5](#_Toc290991297)

[2. Calcul de l’énergie 5](#_Toc290991298)

[1. Définitions 5](#_Toc290991299)

[2. Le problème des déchets 5](#_Toc290991300)

[3. Alternatives énergétiques et énergie de liaison 6](#_Toc290991301)

# La Radioactivité (début du XXè) – énergie nucléaire

## Structure et stabilité du noyau atomique

## Trois forme de désintégration

### Désintégration α

**α**: Emission d’un noyau d’hélium (4He). Ce noyau est appelé particule alpha

Deux lois de conservation :

* Le nombre de nucléons
* La charge totale

La désintégration alpha est très ionisante (50 000 ionisations / cm d’air) mais peu pénétrante (peut être arrêtée par une feuille d’aluminium)

Eléments concernés : les éléments très lourds tels que l’uranium, le thorium, etc.

### Désintégration β

**β-** : Emission d’un électron (désintégration du neutron par force nucléaire faible)

L’antineutrino fut découvert en 1932. Il n’a aucune charge et sa masse est quasi nulle.

La désintégration beta moins est issue de la désintégration d’un neutron en un proton et un électron

**β+** : Emission d’un antiélectron

La désintégration beta plus est issue de la désintégration d’un proton en un neutron et un antiélectron.

### Désintégration γ

**γ**: Emission d’ondes électromagnétiques de très haute fréquences et énergie

Après une désintégration, le noyau est dans un état excité (\*), il émet alors une désintégration gamma.

## La décroissance radioactive

Demi-vie :

Activité radioactive moyenne :

Le nombre de nucléons après t :

Où λ est la constante de désintégration, elle s’exprime en

Si t = 1 demi-vie

### Sens physique de λ

Activité =

Activité d’un gramme de radium 236 (avec T = 1622 ans): Bq = 1 Ci

Le Becquerel est l’unité de l’activité

L’activité est donc la probabilité de désintégration d’un noyau par unité de temps.

### Quelques repères d’activité

Notre corps (70 kg) : 8000 Bq soit 4000 pour le carbone 14 et 4000 pour le potassium 40

Un kg de Carbone : 230 Bq

Seuil toléré de Radon dans l’air : 400 Bq /

## Radioprotection

Mesure de doses de rayonnements ionisants et leur impact biologique. Concerne les désintégrations α, β, γ mais aussi les neutrons, protons, les rayons X, les micro-ondes, les UV, …

Cette mesure est l’apport énergétique capable de causer des ionisations au niveau des macromolécules de la cellule.

### Dose absorbée en

, se calcule en gray

### Dose équivalente

Cette mesure pondère la dose absorbée par un facteur d’efficacité biologique (EBR)

Valeurs repères d’EBR :

* γ, β+, β- : 1
* α : 10
* neutrons lents : 3

Se mesure en Sieverts (Sv)

### Dose efficace

Pour avoir des mesures correctes, voir les tables p. 280 (irradiation brutale)

p. 276 (doses annuelles moyennes)

Feuille supplémentaire

# L’énergie nucléaire

## Le réacteur nucléaire

Pour voir un réacteur nucléaire, et son fonctionnement : voir livre.

La centrale fonctionne comme telle :

En moyenne :

Remarque : Comment du Plutonium est-il présent dans les produits de combustion ?

Le plutonium obtenu est très instable mais à une demi-vie très longue (T = 24 000 ans)

Il est aussi fissible par un neutron, même meilleur que l’uranium car :

* Il fonctionne avec les neutrons rapides
* Il produit en moyenne plus de neutrons issus de la fission (2.7 contre 2.3 pour l’uranium)

On a cherché à réutiliser le plutonium pour le mettre dans les barres de combustibles, ce qui s’appelle le « retraitement » à l’usine de la Hague pour créer un combustible mix : le MOX qui est constitué de 30 kg de plutonium pour 415 d’uranium

Cependant, son rendement est faible puisqu’à l’issue de la fission, il reste 26 kg de plutonium.

## Calcul de l’énergie

### Définitions

Dans le livre, voir les définitions de uma, défaut de masse et énergie de liaison aux pages 273 et 286

### Le problème des déchets

Quantité de déchets par an par habitant en France :

* 5 grammes d’objet à Haute Activité (soit Bq/g) et de longue vie (plus de 30 ans)
* Moins d’un kilo pour tous les déchets

Les autres déchets représentent :

* 2500 kg (issues des industries)
* 100 kg de déchets chimiques toxiques (arsenic, plomb, mercure …)

Sachant qu’il y a 60 millions d’habitants en France : il y a 300 tonnes de déchets /an

Total des déchets depuis le début du nucléaire jusqu’à 2002 : 980 000

Total des déchets problématiques : 47 000

Total des déchets très problématiques (longue vie et haute activité) : 600

Ces déchets ont une forte densité : 1 représente 10 kg

Il y a eu donc 16 000 tonnes de déchets, c’est-à-dire 1,6.grammes.

Avec une activité de , cela représente 16 Tchernobyl (soit 1,6)

### Alternatives énergétiques et énergie de liaison

Une mole d’hélium formé dégage :

Une molécule d’hélium formé dégage :

Note : Le soleil dégage soit fois plus

Une molécule de fer 56 formé dégage :

#### Deux méthodes pour gagner de l’énergie par l’atome

1. Gain par **fission** d’un noyau d’uranium 235

Cette énergie nucléaire est 10 000 000 de fois plus importantes que l’énergie chimique :

L’énergie d’ionisation de l’atome d’hydrogène est égale à 13.6 eV

1. Gain par fusion nucléaire

Rapprocher des particules chargées à des températures de l’ordre de 10 à 15 millions de degrés et à des vitesses incroyables pour qu’elles libèrent leur énergie (c’est le fonctionnement du soleil !)