

De l'exposition à la dose reçue

Séminaire ANCCLI-IRSN
Radioactivité et santé : où en sommes-nous ?

Pierre Barbey

Jeudi 22 mars 2018

ACRO

ASSOCIATION POUR LE CONTRÔLE
DE LA RADIOACTIVITÉ DANS L'OUEST

Les rayonnements ionisants : C'est quoi ?

□ DEFINITION

Rayonnement particulaire ou électromagnétique possédant une énergie associée $E > 10\text{eV}$
[Emoy = 33 eV]



□ ORIGINE

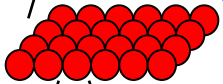
- ☞ Appareils électriques générateurs de rayons X
- ☞ Éléments radioactifs (position / « vallée de stabilité »)



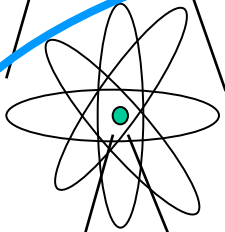
La structure de la matière



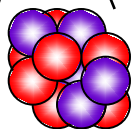
Matière $l = 1 \text{ cm}$



Molécule $l = 0,000001 \text{ cm}$
(10^{-6} cm)



Atome $l = 0,00000001 \text{ cm}$
(10^{-8} cm)



Noyau $l = 0,00000000000001 \text{ cm}$
(10^{-13} cm)

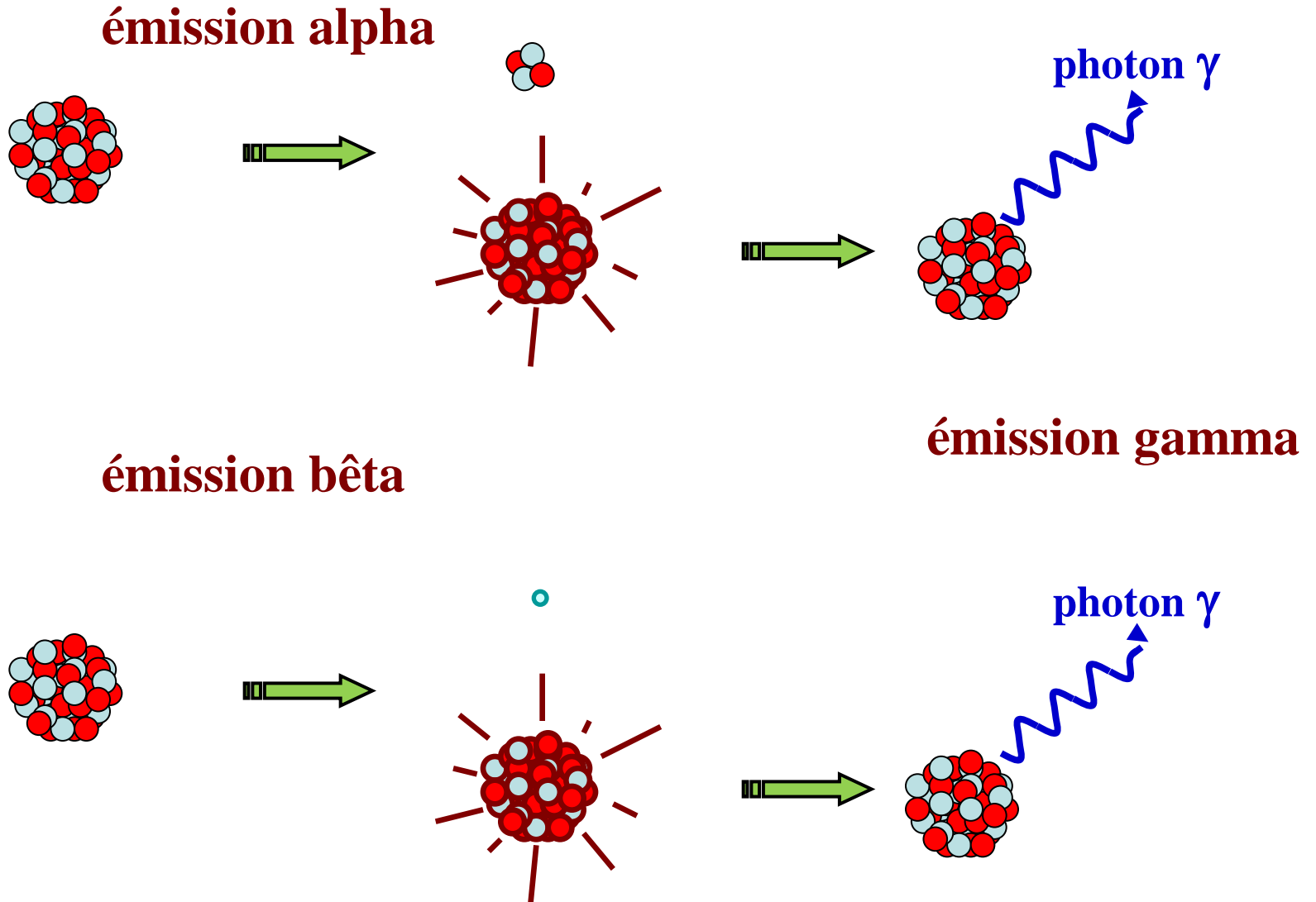
- Objets très petits

→ *Unités adaptées*

- Atome = noyau + électrons

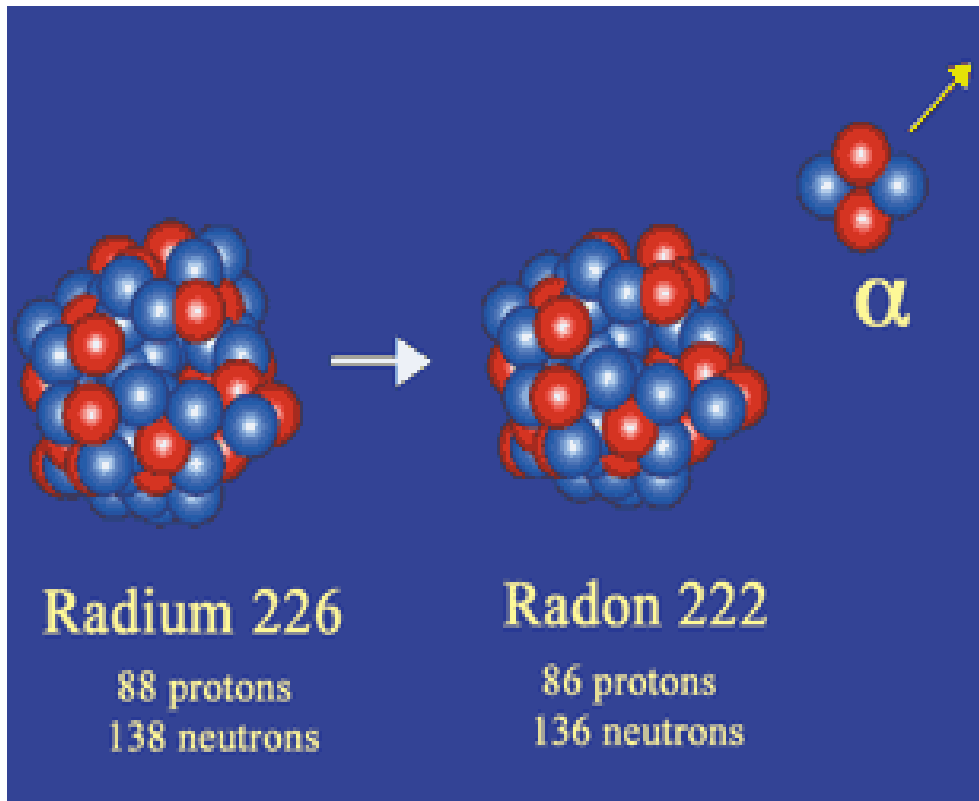
Pour un atome donné, la structure des nucléons est bien définie = carte d'identité

La radioactivité : des noyaux instables



Les différents types de radioactivité : la radioactivité α

La **radioactivité alpha** est l'émission par un noyau d'un **noyau d'hélium** (particule α). Il perd ainsi **4 particules** et devient plus léger et plus stable.

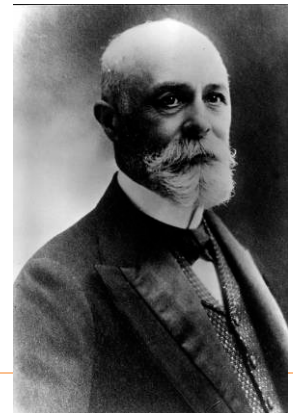


Souvent un élément se désintègre en émettant **plusieurs fois** une particule α

on parle alors de **chaîne de désintégration** ou de **famille radioactive**

Concerne principalement les **gros noyaux** (au-delà du Plomb ...)

H. Becquerel



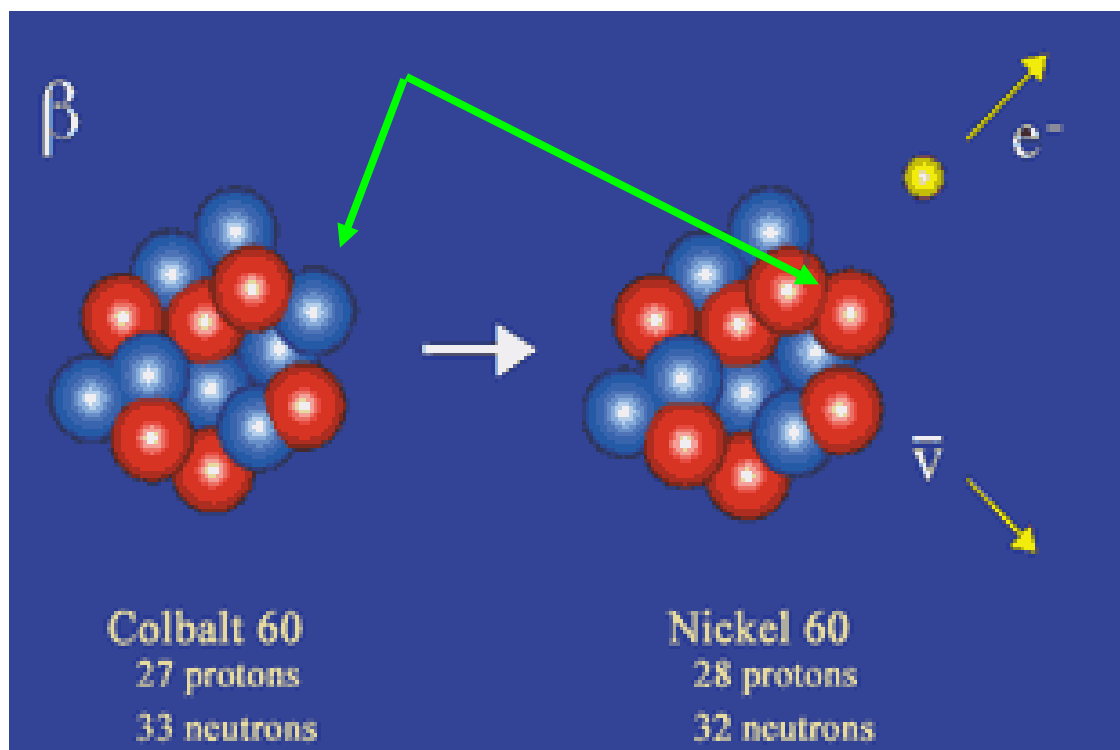
Les différents types de radioactivité : la radioactivité β

La **radioactivité bêta** est l'émission d'un **électron (β^-)** ou d'un **positron (β^+)** par le noyau.

Ex :



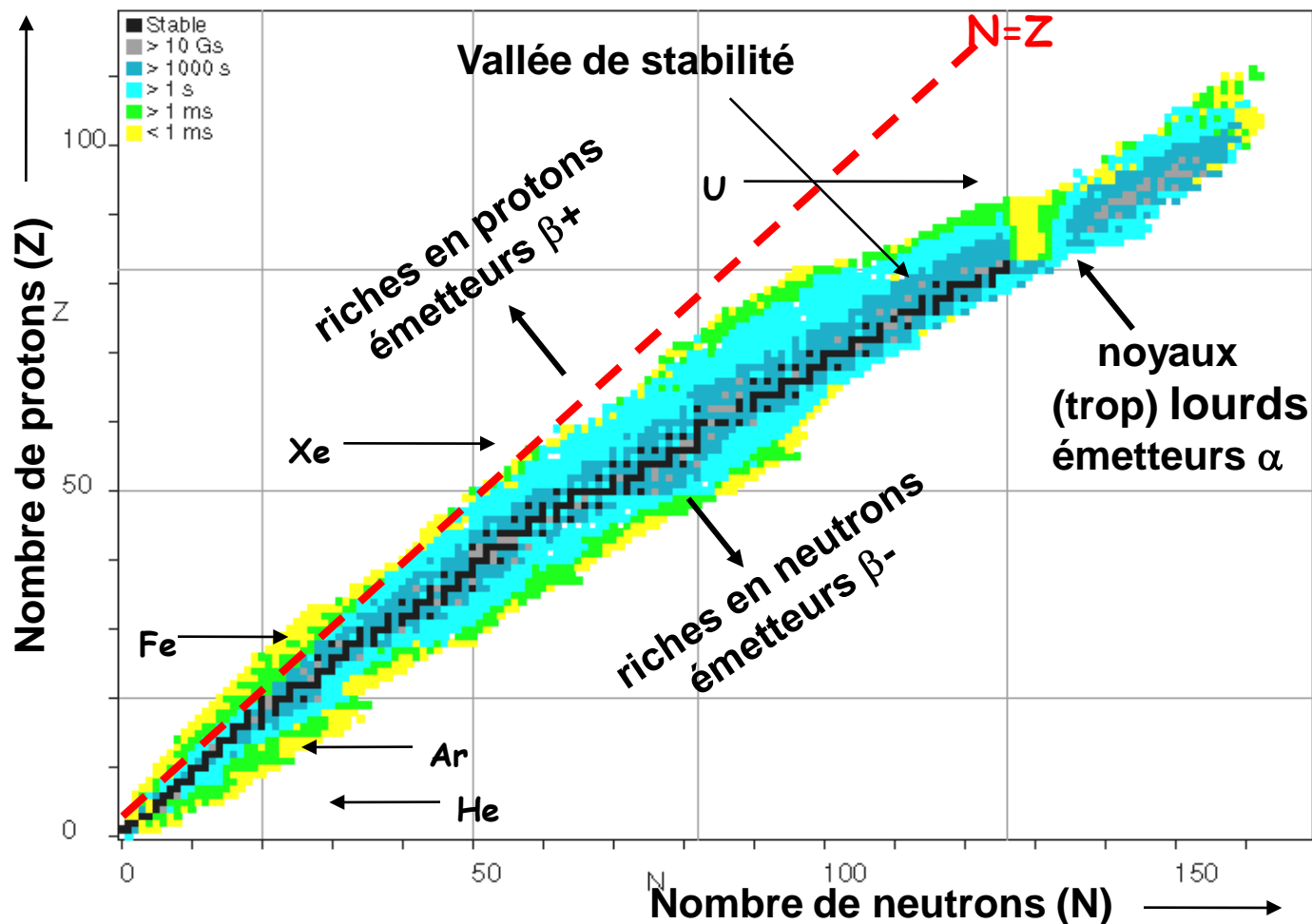
C'est la conversion d'un neutron en proton (β^-) ou d'un proton en neutron (β^+) à l'intérieur du noyau



Elle concerne principalement les **petits noyaux**.

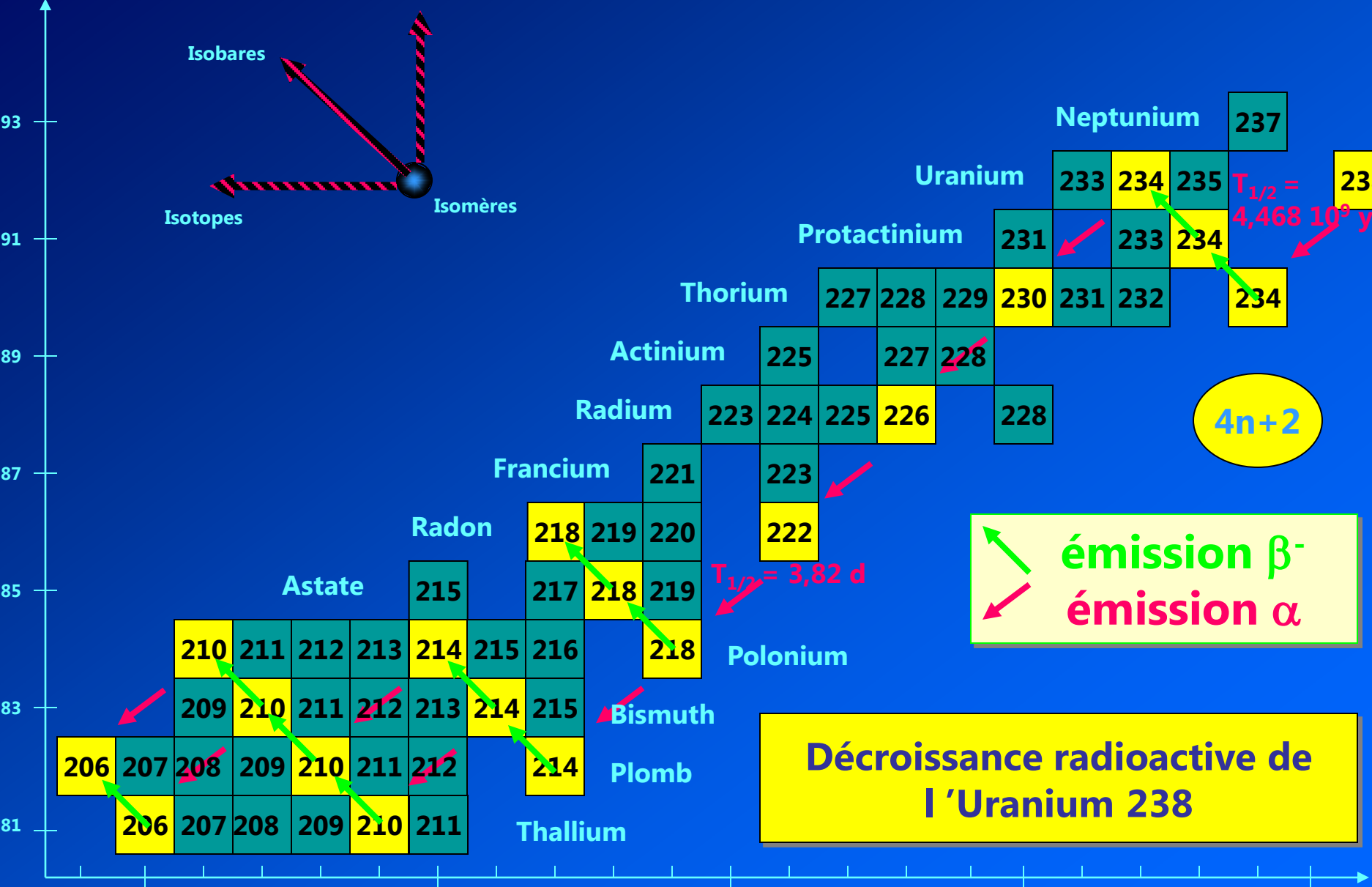
Il y a également émission d'une troisième particule, appelée neutrino

La carte des noyaux et les processus radioactifs



Plus de 3500 noyaux étudiés,
seuls 300 sont stables ...

Protons



Isotones

Isobares

Isotopes

Isomères

Neptunium

Uranium

Protactinium

Thorium

Actinium

Radium

Francium

Radon

Astate

Polonium

Bismuth

Plomb

Thallium

$4n+2$

émission β^-
 émission α

Décroissance radioactive de
 l'Uranium 238

$T_{1/2} = 4,468 \cdot 10^9 \text{ y}$

$T_{1/2} = 3,82 \text{ d}$

93

91

89

87

85

83

81

125

130

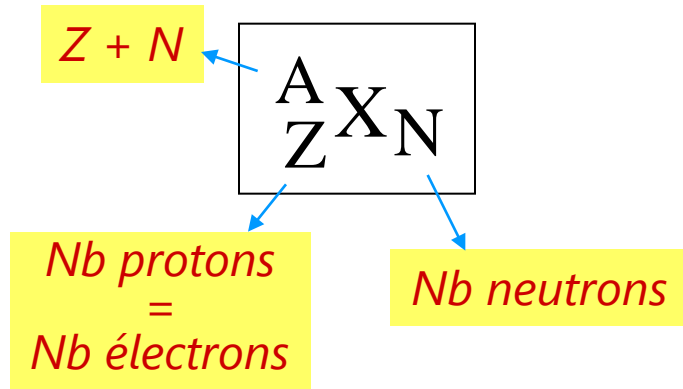
135

140

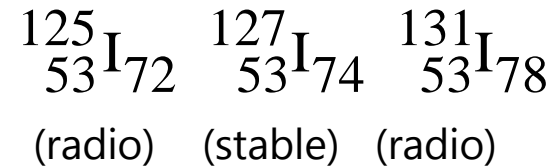
Neutrons

Radioactivité : Définitions - Grandeurs - Unités

Elément



Une famille de noyaux à Z identique forme des « **isotopes** » :



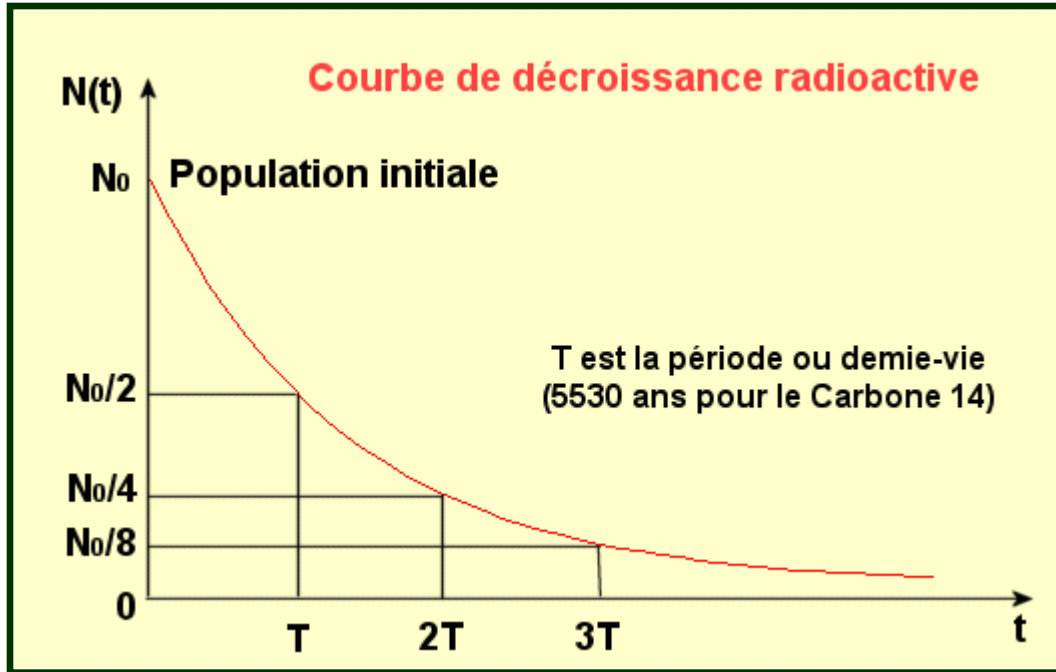
👉 **Activité (nucléaire) [A]**

Nombre de désintégrations nucléaires par unité de temps

Unité = Bq [1 Ci = 37 GBq ou 1 Bq = 27 pCi]

- activité nucléaire massique = Bq / Kg
- activité nucléaire volumique = Bq / L
- activité nucléaire spécifique = Bq / mole

Radioactivité : quelles périodes ?



Période radioactive (T_p)

temps au bout duquel la moitié des noyaux radioactifs ont disparu par décroissance physique

$7T \Rightarrow$ reste $\approx 1/100^{\text{ème}}$

$10T \Rightarrow$ reste $\approx 1/1000^{\text{ème}}$

Période biologique (T_b) : temps au bout duquel la moitié de la radioactivité a été éliminée d'un organe ou de l'organisme par processus physiologique

Période effective (T_E)

Ex pour les isotopes de l'iode :

$^{123}\text{I} \Rightarrow 13,3$ heures

$^{131}\text{I} \Rightarrow 8$ jours

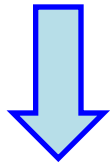
$^{125}\text{I} \Rightarrow 8,6$ semaines

$^{129}\text{I} \Rightarrow 16$ millions années

Radioactivité : Définitions - Grandeurs - Unités

Dose absorbée
[D (Gy)]

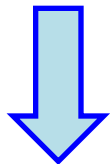
Dose physique
(en J/Kg)



Prise en compte [W_R] de la nature du rayonnement

Dose équivalente
[H_T (Sv)]

Dose biologique
reçue à un tissu ou un organe



Prise en compte [W_T] de la radiosensibilité des tissus

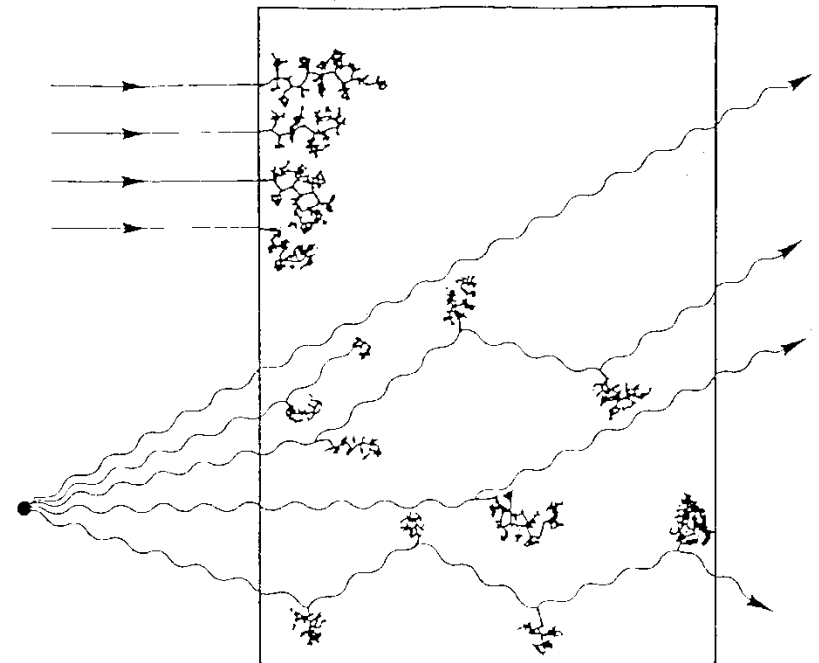
Dose efficace
[E (Sv)]

Dose biologique
transposée au corps entier

Le parcours dans la matière

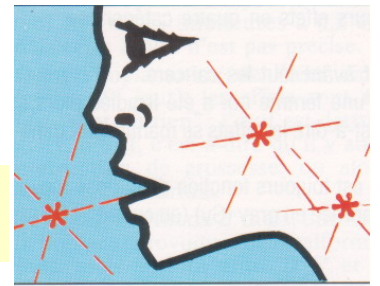
Dépôts d'énergie par ionisations dans la matière traversée

$$1 \text{ J} = 6,24 \times 10^{18} \text{ eV}$$
$$\text{ou } 1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

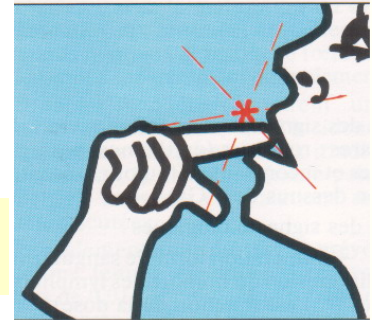


Les différentes voies d'exposition

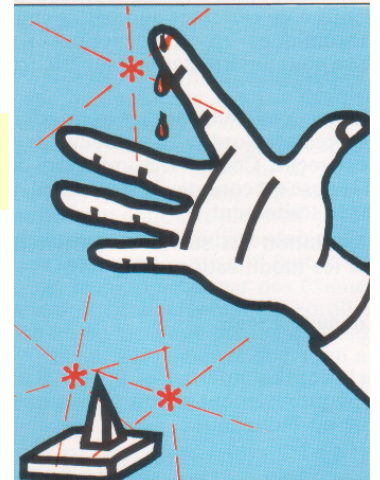
Inhalation



Ingestion



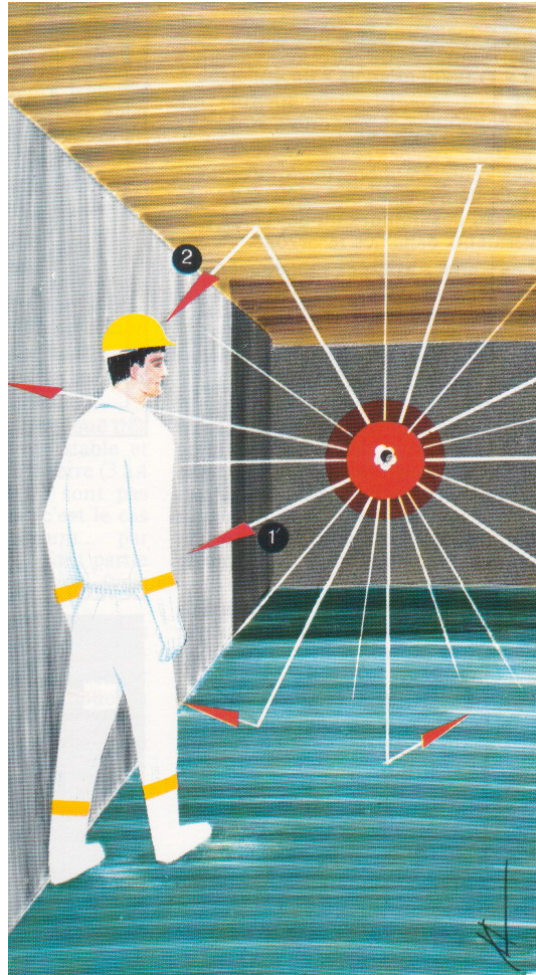
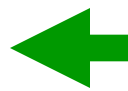
Transcutanée



Cutanée



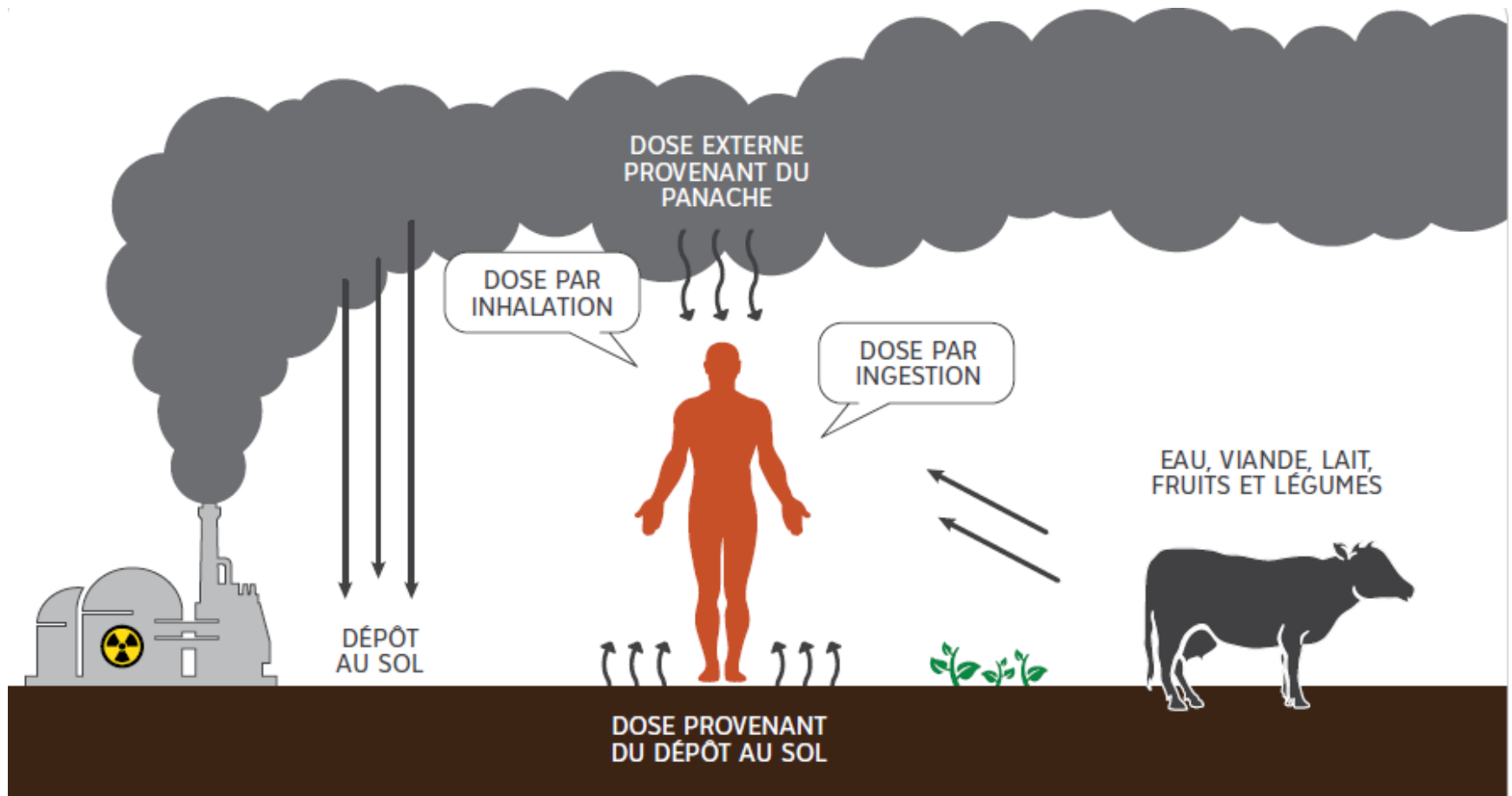
Irradiation



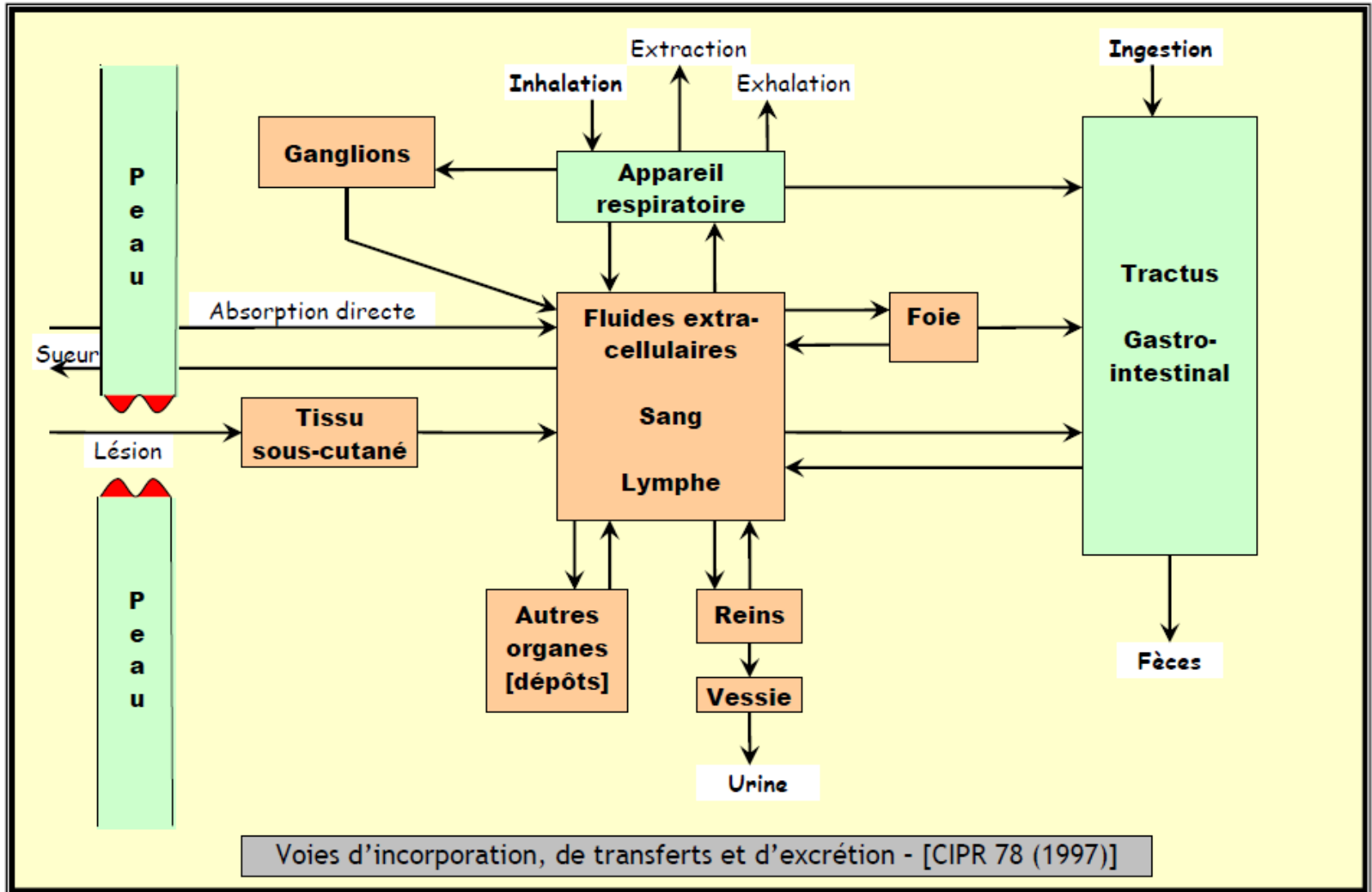
Contamination



Les différentes voies d'exposition pour le public



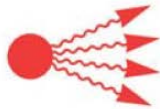
Que devient la radioactivité dans le corps ?



Les grandes règles de protection contre les RI

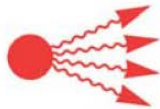
Contre l'exposition externe

• Écran



- γ , X : matériaux lourds (plomb, acier, etc.)
- β , e^- : matériaux légers (verre plexiglas, etc.)

• Distance



- S'éloigner de la source
- Utiliser des pinces
- etc.

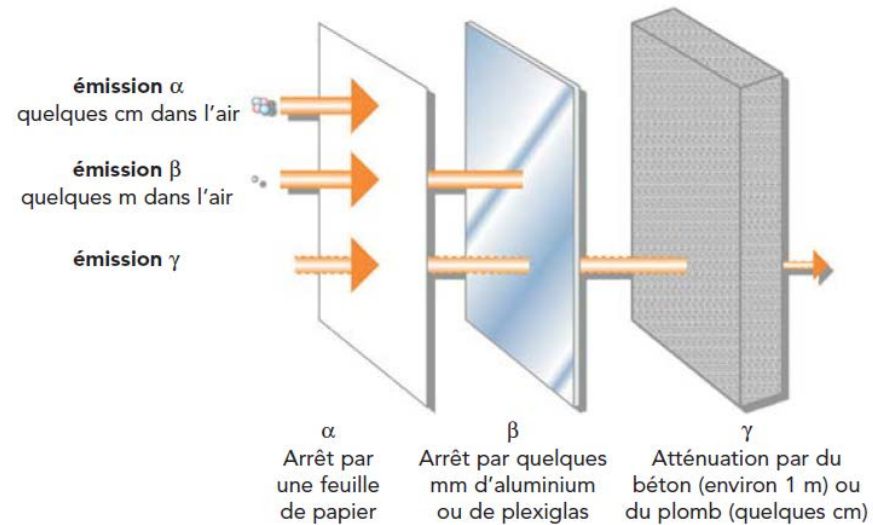
• Temps



- Réduire le temps d'exposition
- Optimiser la gestuelle
- Pas d'improvisation !

Les 3 règles fondamentales :

- ➔ le Temps
- ➔ la Distance
- ➔ les Ecrans



Les grandes règles de protection contre les RI

Contre l'exposition interne

- ➔ Travailler dans des installations adaptées [importance de l'aéraulique]
- ➔ Limiter et confiner le danger à la source
- ➔ Disposer des équipements de protection collective (EPC) nécessaires et les utiliser à bon escient
- ➔ Compléter par l'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI)
- ➔ Disposer sur site de moyens de contrôle adaptés [en particulier pour le contrôle d'ambiance]



Les grands principes

Les grands principes CIPR

- ✚ Justification des pratiques
- ✚ Limitation des expositions
- ✚ Optimisation de la radioprotection (ALARA)

 **Lien avec la présentation
de Jean-Luc GODET**

Les grands principes de prévention

- ✚ Supprimer le danger ou l'exposition à celui-ci
- ✚ Remplacer ce qui est dangereux par ce qui ne l'est pas ou l'est moins



9 principes généraux de prévention des risques professionnels

Merci pour votre attention

Pour en savoir plus : (sites internet de l'ACRO)

acro.eu.org

fukushima.eu.org

transparence-nucleaire.eu.org

tchernobyl30.eu.org

www.radon.eu.org