

# Physique Nucléaire et Radioactivité

Hichem Tedjdit

18/12/2025

# Physique **Nucléaire** et **Radioactivité**

# Physique **Nucléaire** et **Radioactivité**



Nucléus = Noyau

# Physique **Nucléaire** et **Radioactivité**

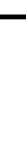


Nucléus = Noyau



Physique du Noyau d'un atome

# Physique Nucléaire et Radioactivité



Nucléus = Noyau



Physique du Noyau d'un atome

Qu'est ce qu'un Atome ?

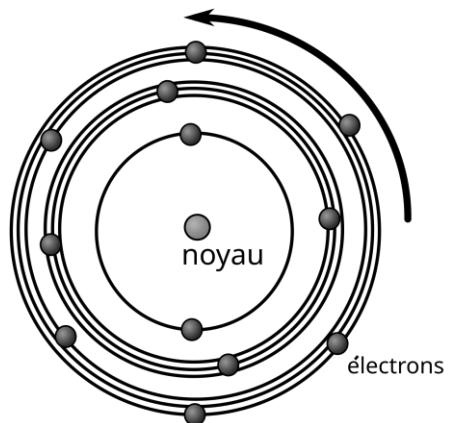
# Physique Nucléaire et Radioactivité



Nucléus = Noyau

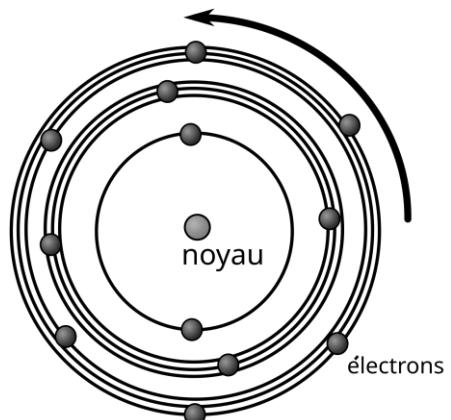
Physique du Noyau d'un atome

Qu'est ce qu'un Atome ?



# Physique Nucléaire et Radioactivité

Qu'est ce qu'un Atome ?



Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome



Niels Bohr

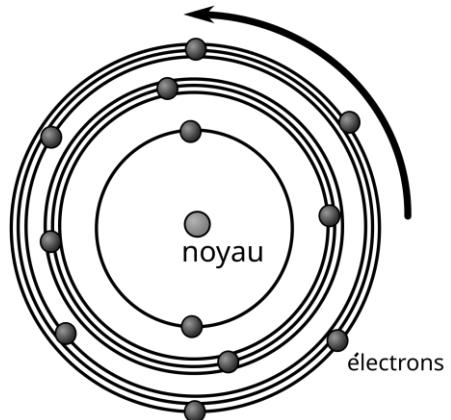
# Physique Nucléaire et Radioactivité

Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

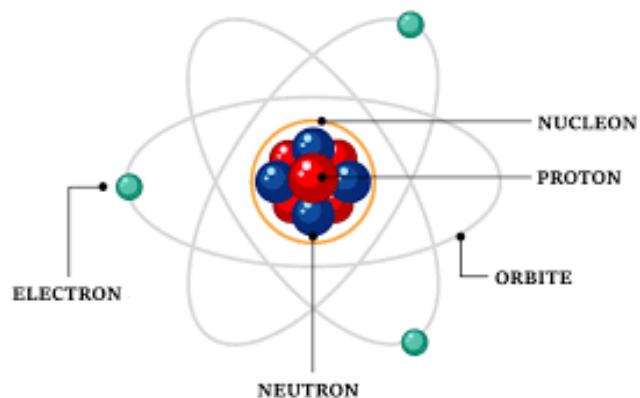
1913: Modèle de l'atome

Qu'est ce qu'un Noyau ?



# Physique Nucléaire et Radioactivité

Qu'est ce qu'un Noyau ?



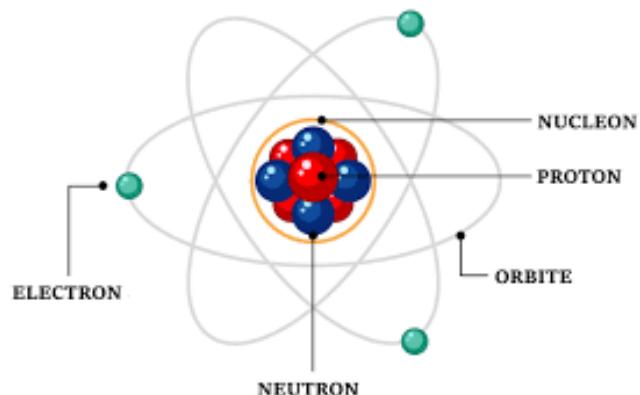
Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

# Physique Nucléaire et Radioactivité

Qu'est ce qu'un Noyau ?



Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

1932: Découverte du Neutron

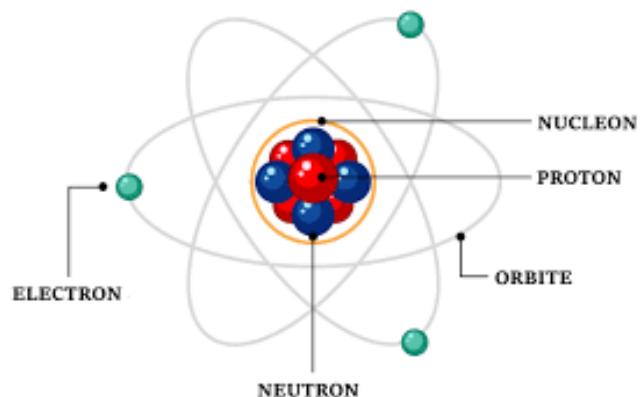
Aujourd'hui



James Chadwick

# Physique Nucléaire et Radioactivité

Qu'est ce qu'un Noyau ?



Nucléus = Noyau

Radius = Rayon

Physique du Noyau d'un atome

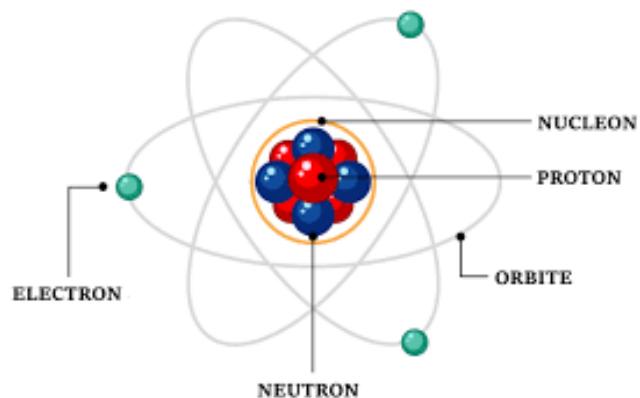
1913: Modèle de l'atome

1932: Découverte du Neutron

Aujourd'hui

# Physique Nucléaire et Radioactivité

Qu'est ce qu'un Noyau ?



Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

1932: Découverte du Neutron

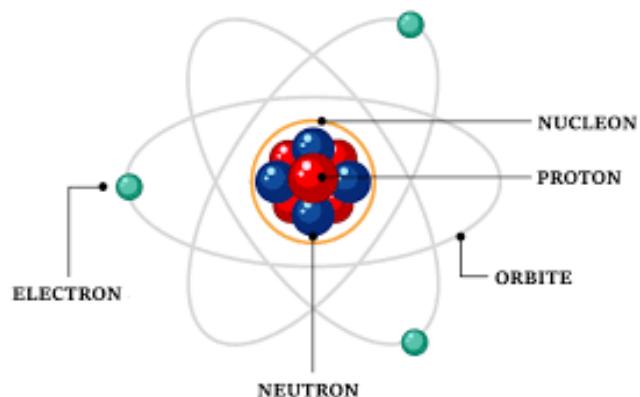
Aujourd'hui

Radius = Rayon

Phénomène naturel

# Physique Nucléaire et Radioactivité

Qu'est ce qu'un Noyau ?



Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

1932: Découverte du Neutron

Aujourd'hui

Radius = Rayon

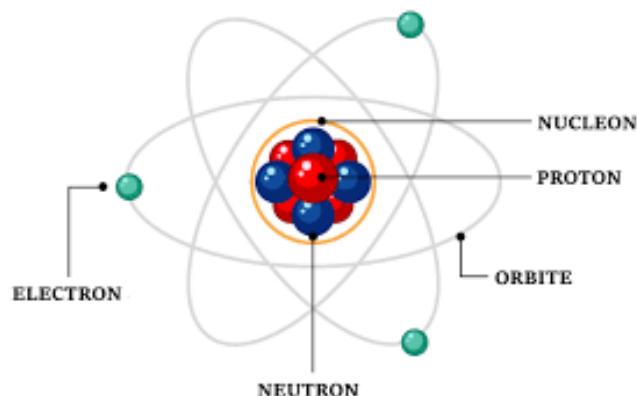
Phénomène naturel

Un noyau instable se désintègre pour être plus stable

Continue jusqu'à être sur un noyau stable

# Physique Nucléaire et Radioactivité

Qu'est ce qu'un Noyau ?



Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

1932: Découverte du Neutron

Aujourd'hui

Radius = Rayon

Phénomène naturel

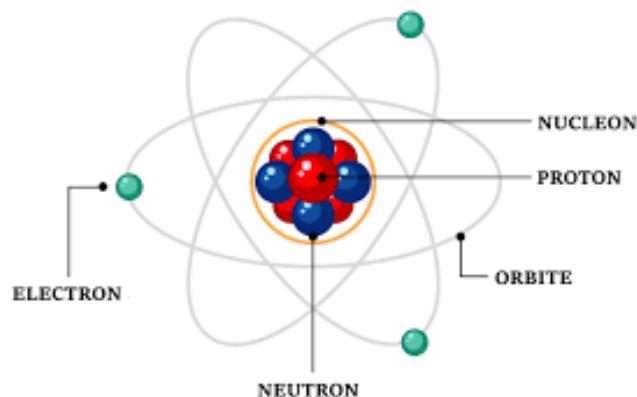
Un noyau instable se désintègre pour être plus stable

Continue jusqu'à être sur un noyau stable

Découverte en 1895

# Physique Nucléaire et Radioactivité

Qu'est ce qu'un Noyau ?



Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

1932: Découverte du Neutron

Aujourd'hui

Radius = Rayon

Phénomène naturel

Un noyau instable se désintègre pour être plus stable

Continue jusqu'à être sur un noyau stable

Découverte en 1895

L'étude de la radioactivité qui a permis de comprendre la structure de l'atome et du noyau

# Histoire de la radioactivité: de la découverte à la bombe nucléaire

# Histoire de la radioactivité

1895: découverte des rayons X

# Histoire de la radioactivité

1895: découverte des rayons X

Les rayons X sont des Photons d'une certaine énergies.  
Comme les  $\gamma$  sont des photons de hautes énergies.

# Histoire de la radioactivité

1895: découverte des rayons X

1896: découverte des rayons uraniques

Rayonnements ionisant provenant de l'Uranium

# Histoire de la radioactivité

1895: découverte des rayons X

1896: découverte des rayons uraniques

1898: découverte du Radium et du Plutonium



Marie Curie

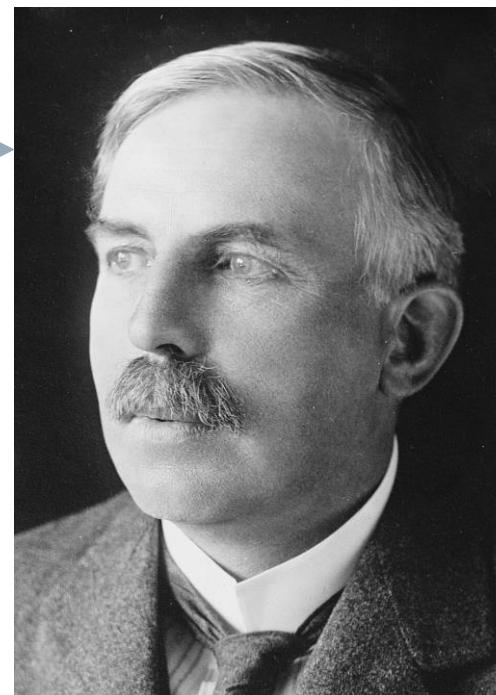
# Histoire de la radioactivité

1895: découverte des rayons X

1896: découverte des rayons uraniques

1898: découverte du Radium et du Plutonium

1899: Identification des rayonnement  $\alpha$  et  $\beta$  de l'uranium



Ernest Rutherford

# Histoire de la radioactivité

1895: Découverte des rayons X

1896: Découverte des rayons uraniques

1898: Découverte du Radium et du Plutonium

1899: Identification des rayonnement  $\alpha$  et  $\beta$  de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement  $\gamma$

# Histoire de la radioactivité

1895: Découverte des rayons X

1896: Découverte des rayons uraniques

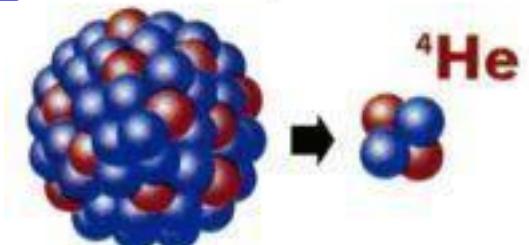
1898: Découverte du Radium et du Plutonium

1899: Identification des rayonnement  $\alpha$  et  $\beta$  de l'uranium

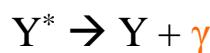
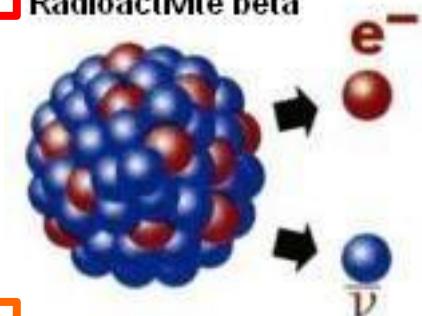
1900: Découverte des rayonnement  $\gamma$



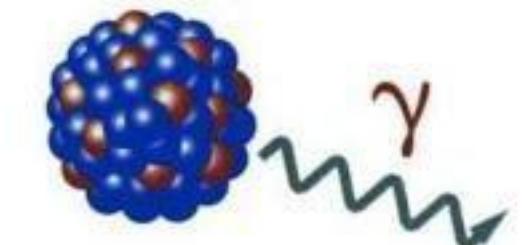
Radioactivité alpha



Radioactivité bêta



Radioactivité gamma



# Histoire de la radioactivité

1895: Découverte des rayons X

1896: Découverte des rayons uraniques

1898: Découverte du Radium et du Plutonium

1899: Identification des rayonnement  $\alpha$  et  $\beta$  de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement  $\gamma$

1911: Etablissement de l'existence des isotopes

# Histoire de la radioactivité

1895: Découverte des rayons X

1896: Découverte des rayons uraniques

1898: Découverte du Radium et du Plutonium

1899: Identification des rayonnement  $\alpha$  et  $\beta$  de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement  $\gamma$

1911: Etablissement de l'existence des isotopes

A standard periodic table of elements is shown, listing elements from Hydrogen (H) to Oganesson (Og) in groups and periods. The table includes element symbols, atomic numbers, and names in French and English. The elements are color-coded by group: alkali metals (light red), alkali earth metals (light blue), transition metals (light green), post-transition metals (light orange), and noble gases (light pink).

|                      |                 |                   |                  |                 |                   |                     |                    |                    |                 |                  |                  |                    |                  |                  |
|----------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|
| 1 H Hydrogène        | 2 He Hélium     |                   |                  |                 |                   |                     |                    |                    |                 |                  |                  |                    |                  |                  |
| 3 Li Lithium         | 4 Be Béryllium  |                   |                  |                 |                   |                     |                    |                    |                 |                  |                  |                    |                  |                  |
| 11 Na Sodium         | 12 Mg Magnésium |                   |                  |                 |                   |                     |                    |                    |                 |                  |                  |                    |                  |                  |
| 19 K Potassium       | 20 Ca Calcium   | 21 Sc Scandium    |                  |                 |                   |                     |                    |                    |                 |                  |                  |                    |                  |                  |
| 37 Rb Rubidium       | 38 Sr Strontium | 39 Y Yttrium      |                  |                 |                   |                     |                    |                    |                 |                  |                  |                    |                  |                  |
| 55 Cs Césium         | 56 Ba Baryum    | 57 La Lanthane    |                  |                 |                   |                     |                    |                    |                 |                  |                  |                    |                  |                  |
| 87 Fr Francium       | 88 Ra Radium    | 89 Ac Actinium    |                  |                 |                   |                     |                    |                    |                 |                  |                  |                    |                  |                  |
| 22 Ti Titane         | 23 V Vanadium   | 24 Cr Chrome      | 25 Mn Manganèse  | 26 Fe Fer       | 27 Co Cobalt      | 28 Ni Nickel        | 29 Cu Cuivre       | 30 Zn Zinc         | 31 Ga Gallium   | 32 Ge Germanium  | 33 As Arsenic    | 34 Se Sélénium     | 35 Br Bromé      | 36 Kr Krypton    |
| 40 Zr Zirconium      | 41 Nb Niobium   | 42 Mo Molybdène   | 43 Tc Technétium | 44 Ru Ruthénium | 45 Rh Rhodium     | 46 Pd Palladium     | 47 Ag Argent       | 48 Cd Cadmium      | 49 In Indium    | 50 Sn Étain      | 51 Sb Antimoine  | 52 Te Tellure      | 53 I Iode        | 54 Xe Xénon      |
| 72 Hf Hafnium        | 73 Ta Tantale   | 74 W Tungstène    | 75 Re Rhénium    | 76 Os Osmium    | 77 Ir Iridium     | 78 Pt Platine       | 79 Au Or           | 80 Hg Mercure      | 81 Tl Thallium  | 82 Pb Plomb      | 83 Bi Bismuth    | 84 Po Polonium     | 85 At Astate     | 86 Rn Radon      |
| 104 Rf Rutherford... | 105 Db Dubnium  | 106 Sg Seaborgium | 107 Bh Bohrium   | 108 Hs Hassium  | 109 Mt Meitnérium | 110 Ds Darmstadtium | 111 Rg Roentgenium | 112 Cn Copernicium | 113 Nh Nihonium | 114 Fl Flérovium | 115 Mc Moscovium | 116 Lv Livermorium | 117 Ts Tennessee | 118 Og Oganesson |

A smaller table focusing on the actinide series, showing elements from Thorium (Th) to Lawrencium (Lr). The table includes element symbols, atomic numbers, and names in French and English. The actinides are highlighted in orange.

|               |                      |               |                  |                 |                 |                  |                 |                   |                   |                |                    |                 |                   |
|---------------|----------------------|---------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|----------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| 58 Ce Cérium  | 59 Pr Praséodyme     | 60 Nd Néodyme | 61 Pm Prométhium | 62 Sm Samarium  | 63 Eu Europium  | 64 Gd Gadolinium | 65 Tb Terbium   | 66 Dy Dysprosium  | 67 Ho Holmium     | 68 Er Erbium   | 69 Tm Thulium      | 70 Yb Ytterbium | 71 Lu Lutécium    |
| 90 Th Thorium | 91 Pa Protactiniu... | 92 U Uranium  | 93 Np Neptunium  | 94 Pu Plutonium | 95 Am Américium | 96 Cm Curium     | 97 Bk Berkélium | 98 Cf Californium | 99 Es Einsteinium | 100 Fm Fermium | 101 Md Mendéléï... | 102 No Nobélium | 103 Lr Lawrencium |

Un atome est définie par son nombre de proton.  
Un isotope c'est un atome avec le même nombre de protons mais pas de neutrons.

# Histoire de la radioactivité

1895: Découverte des rayons X

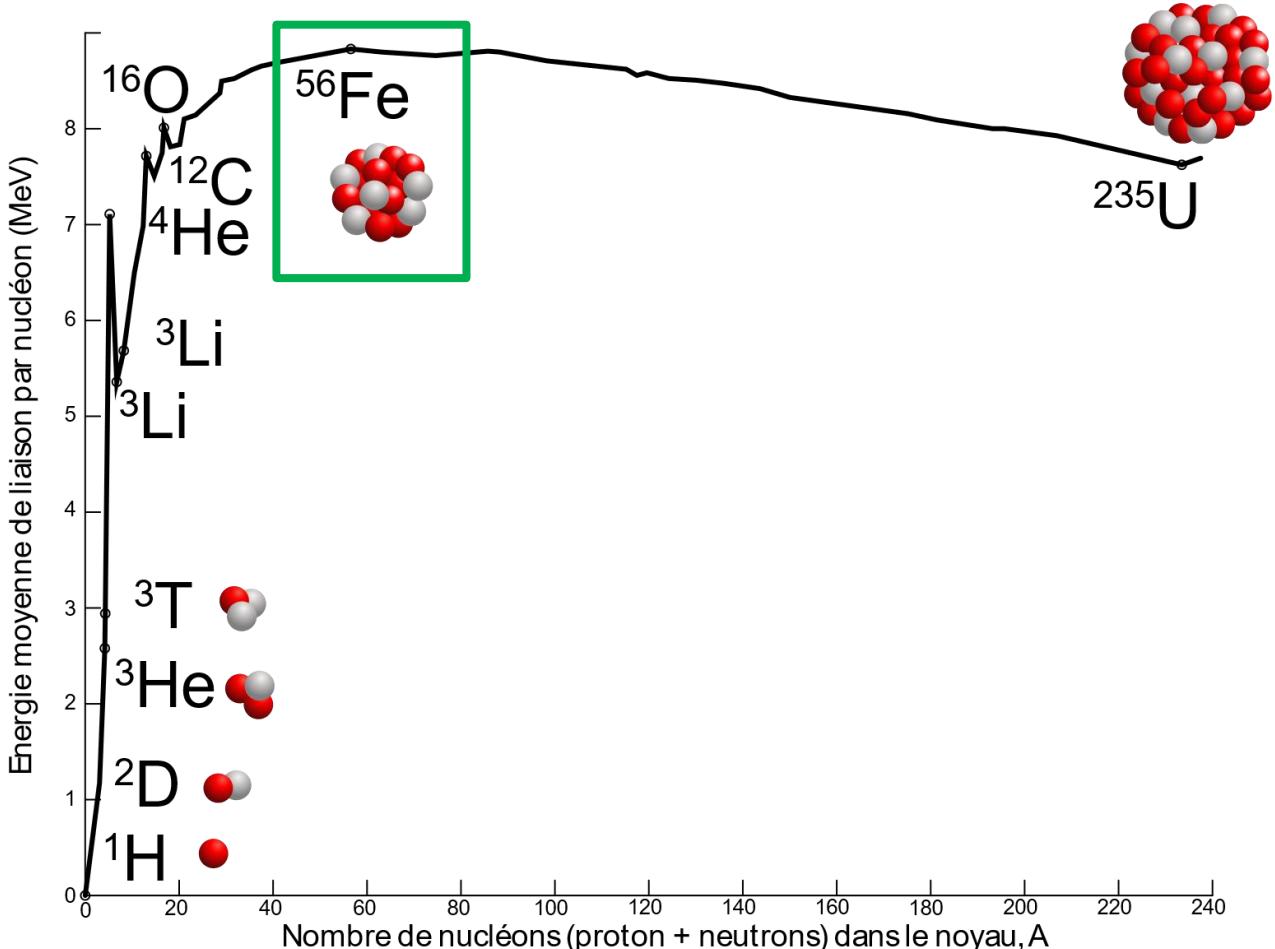
1896: Découverte des rayons uraniques

1898: Découverte du Radium et du Plutonium

1899: Identification des rayonnement  $\alpha$  et  $\beta$  de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement  $\gamma$

1911: Etablissement de l'existence des isotopes



La stabilité d'un atome dépend de l'énergie de liaison du noyaux. Plus elle est grande plus le noyau est stable !

# Histoire de la radioactivité

1895: Découverte des rayons X

1896: Découverte des rayons uraniques

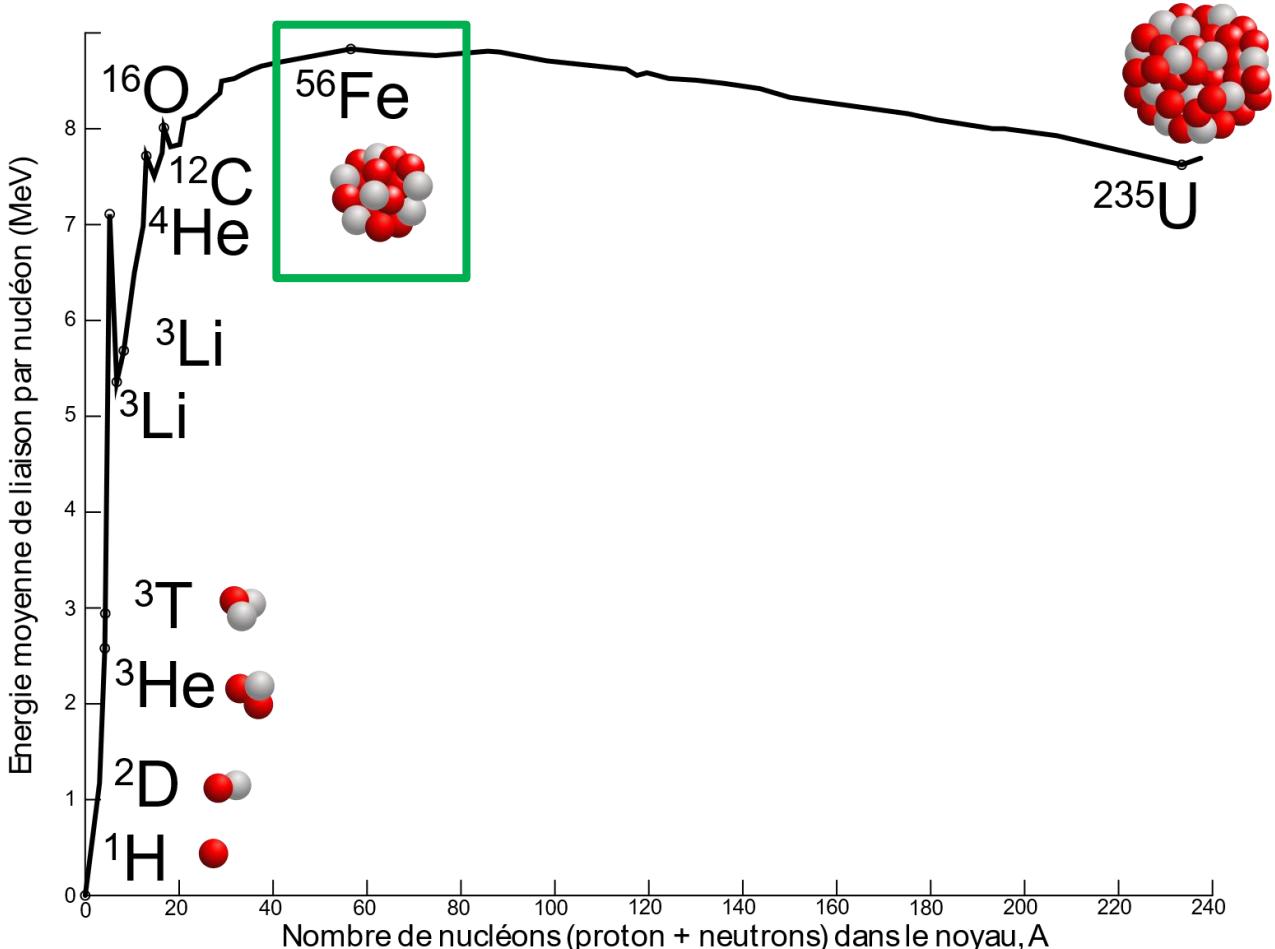
1898: Découverte du Radium et du Plutonium

1899: Identification des rayonnement  $\alpha$  et  $\beta$  de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement  $\gamma$

1911: Etablissement de l'existence des isotopes

1932: Découverte du neutron



La stabilité d'un atome dépend de l'énergie de liaison du noyaux. Plus elle est grande plus le noyau est stable !

# Histoire de la radioactivité

1895: Découverte des rayons X

1896: Découverte des rayons uraniques

1898: Découverte du Radium et du Plutonium

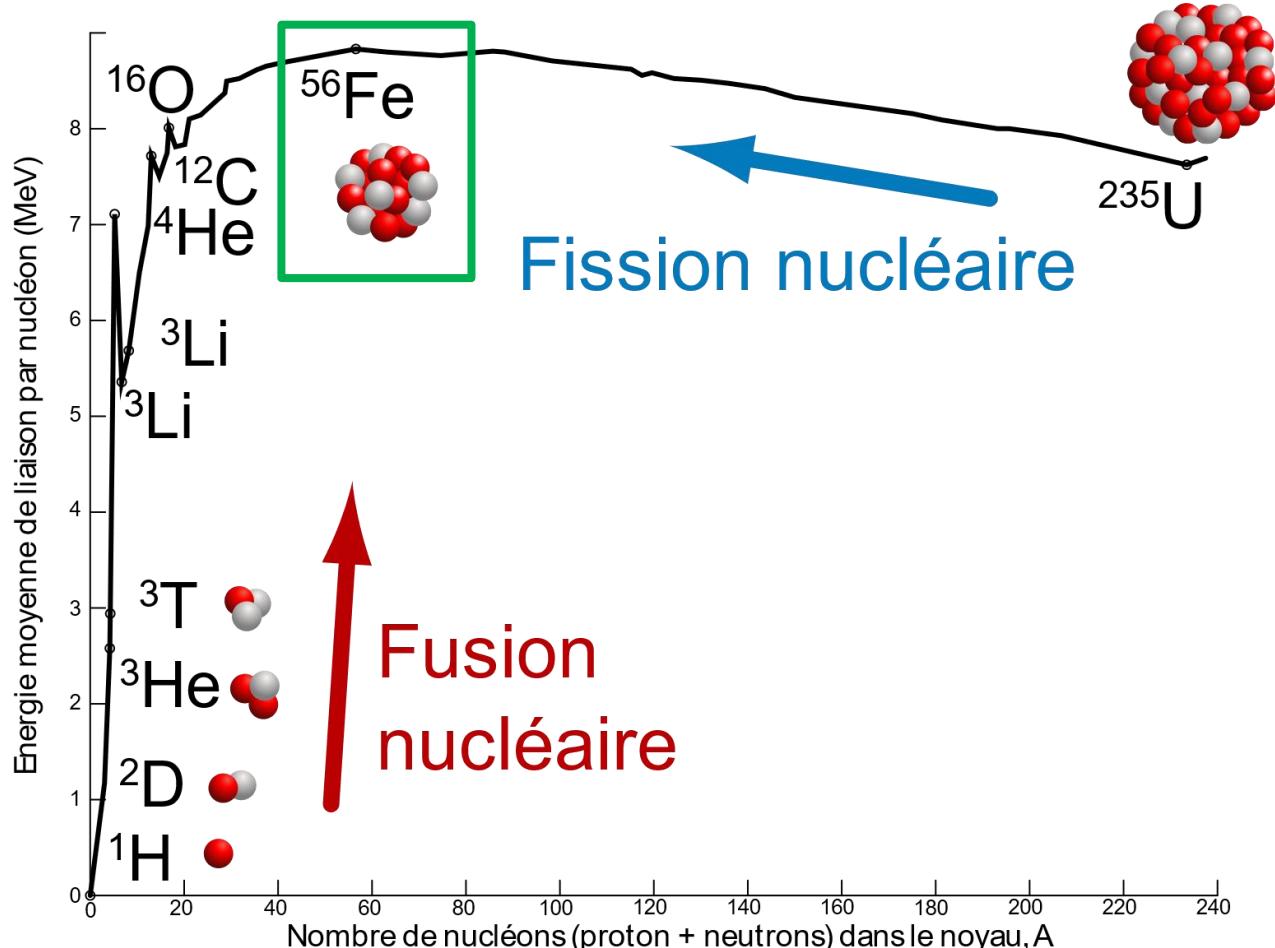
1899: Identification des rayonnement  $\alpha$  et  $\beta$  de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement  $\gamma$

1911: Etablissement de l'existence des isotopes

1932: Découverte du neutron

1938: Evidences de la fission nucléaire de l'Uranium



La stabilité d'un atome dépend de l'énergie de liaison du noyaux. Plus elle est grande plus le noyau est stable !

# Histoire de la radioactivité

1895: Découverte des rayons X

1896: Découverte des rayons uraniques

1898: Découverte du Radium et du Plutonium

1899: Identification des rayonnement  $\alpha$  et  $\beta$  de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement  $\gamma$

1911: Etablissement de l'existence des isotopes

1932: Découverte du neutron

1938: Evidences de la fission nucléaire de l'Uranium

1939: Mise en évidence de la possibilité de réactions en chaîne

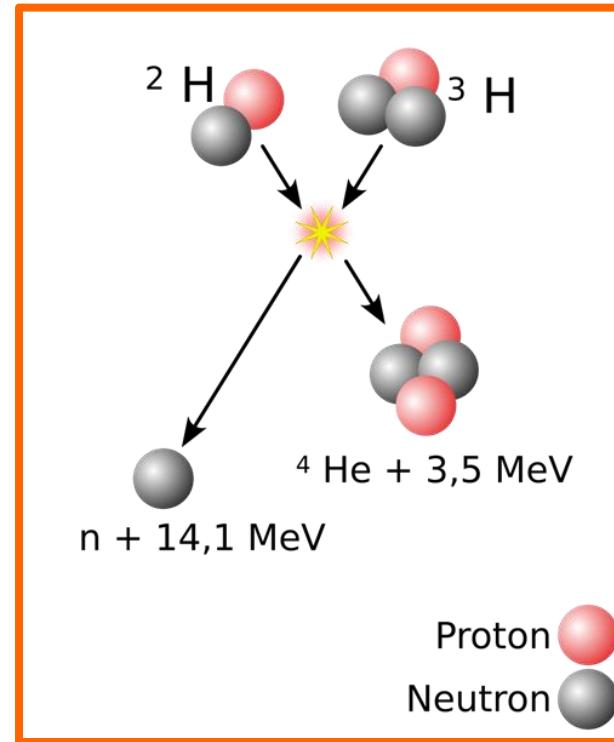
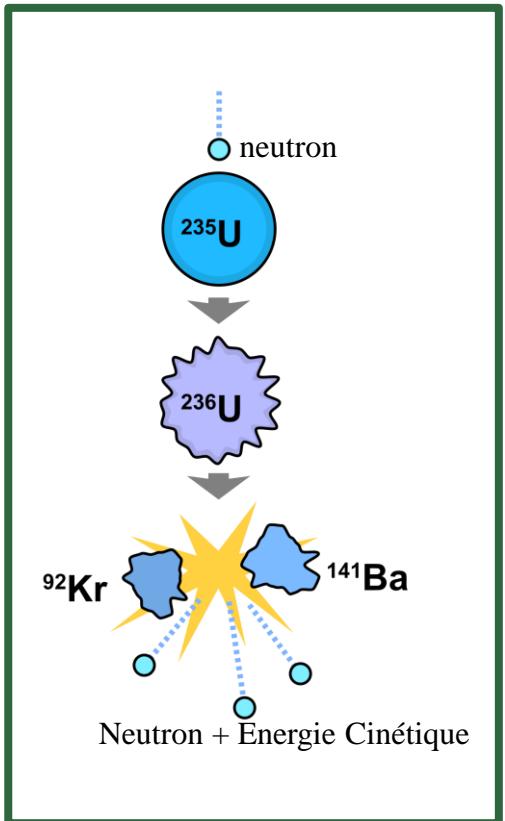
1945: Utilisation de la bombe nucléaire



Le champignon de Baker, deuxième essai nucléaire sur l'atoll Bikini en Micronésie, par les États-Unis le 25 juillet 1946 (opération Crossroads).

# Fission et Fusion Nucléaire

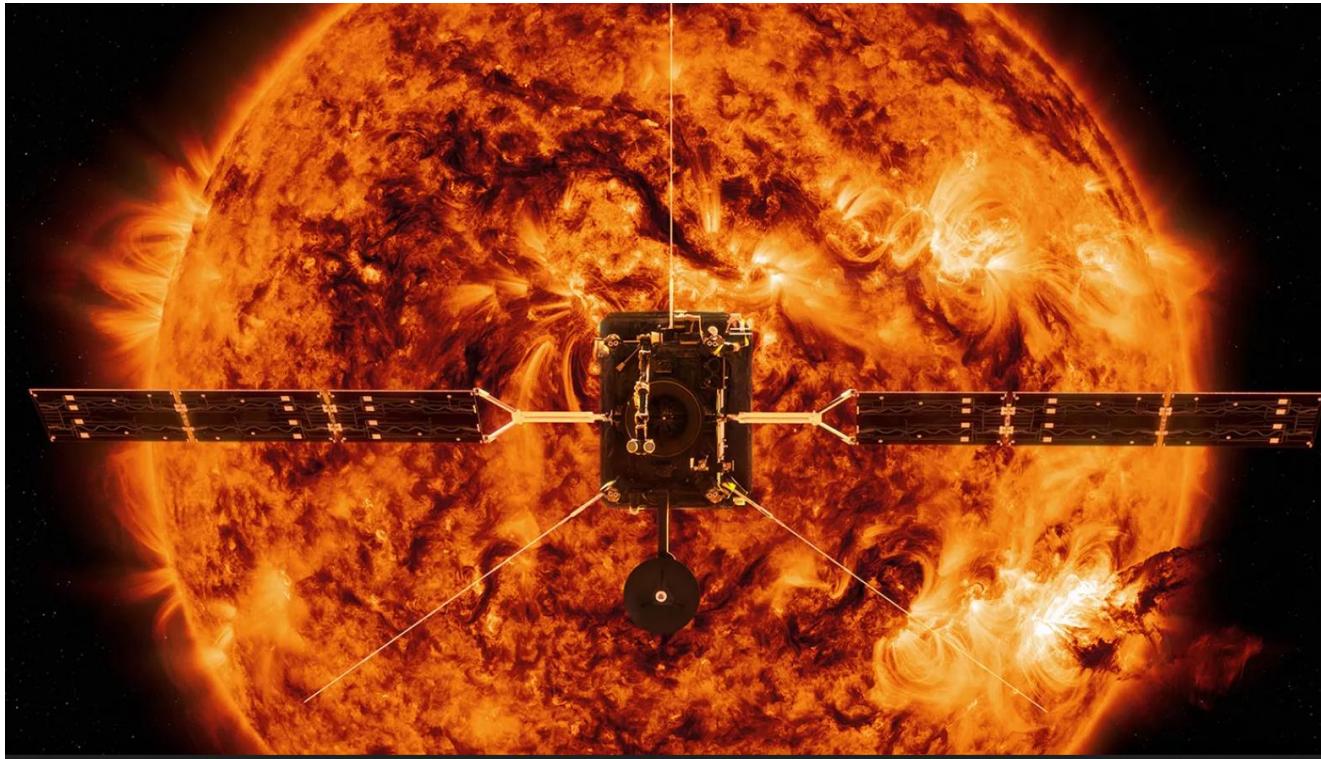
L'énergie provient de la différence de stabilité entre avant et après



# Fission et Fusion Nucléaire

Le Soleil

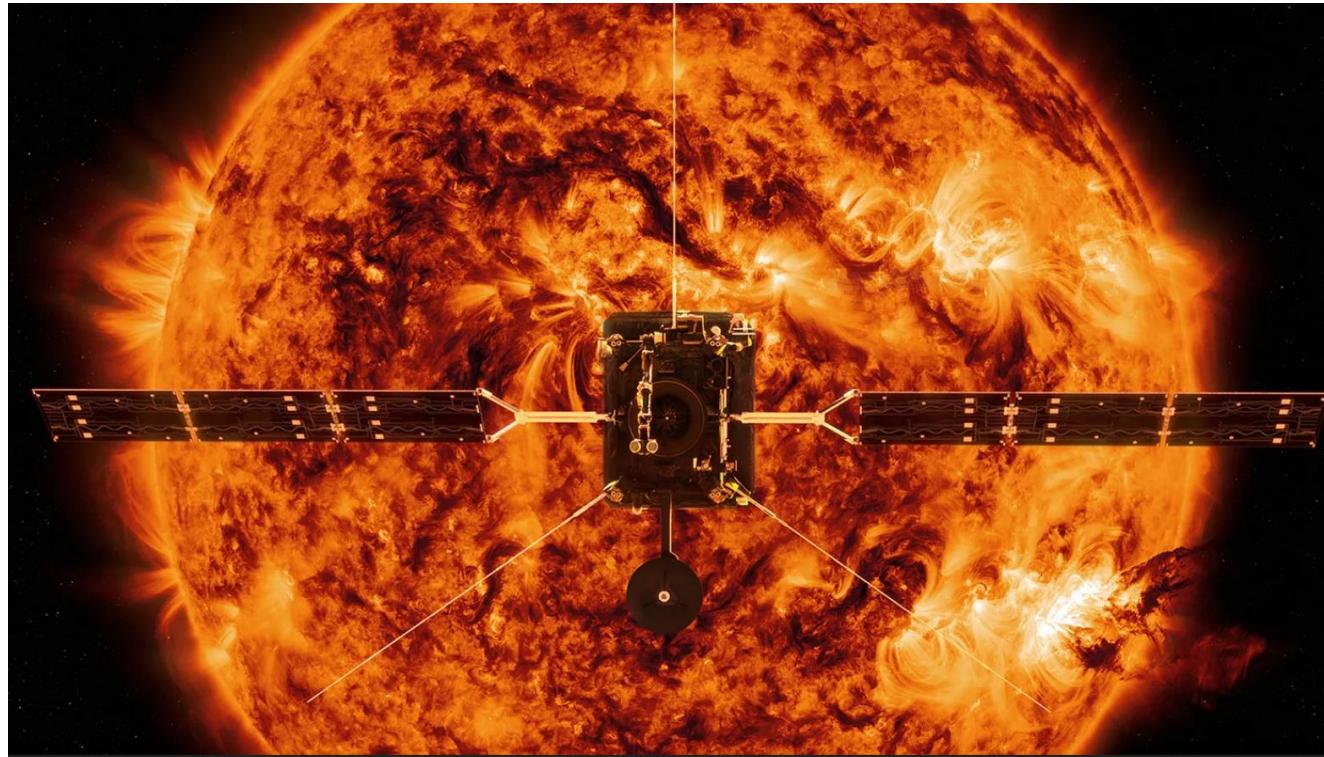
De quoi est composé le soleil ?



# Fission et Fusion Nucléaire

Le Soleil

De quoi est composé le soleil : Hydrogène et Hélium en fusion



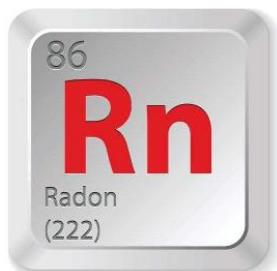
**La fusion compense la gravité.**

Quand il n'y aura plus de carburant le soleil sera « mort »

## Physique des particules



## Geologie & Hydrogeologie



## Radioprotection



# **Radioprotection**

# Radioprotection

La radioactivité c'est naturel :

→ Peut être Artificiel et contrôlé

Présente de partout :

# Radioprotection

La radioactivité c'est naturel :

- Peut être Artificiel et contrôlé

Présente de partout :

- Gaz avec le radon
- Dans le médical (IRM, scanners, etc...)
- Rayonnement cosmique quand on prends l'avion
- Nous

# **Radioprotection**

La radioactivité c'est naturel :

- Peut être Artificiel et contrôlé

Présente de partout :

- Gaz avec le radon
- Dans le médical (IRM, scanners, etc...)
- Rayonnement cosmique quand on prends l'avion
- Nous

**Important c'est:**

Le type de rayonnement  
La quantité

# Radioprotection

La radioactivité c'est naturel :

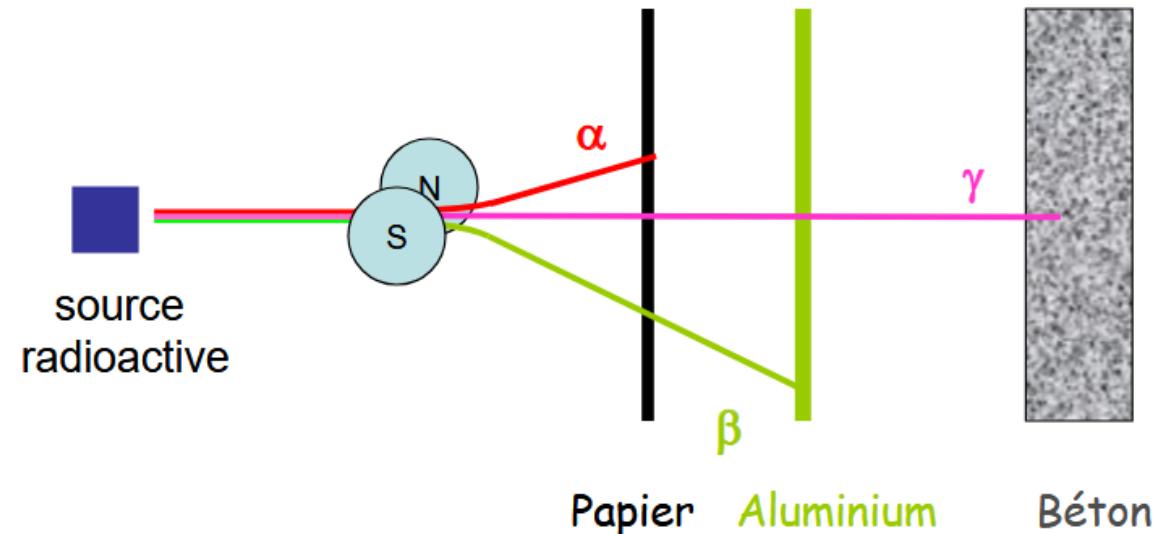
→ Peut être Artificiel et contrôlé

Présente de partout :

- Gaz avec le radon
- Dans le médical (IRM, scanners, etc...)
- Rayonnement cosmique quand on prends l'avion
- Nous

**Important c'est:**  
Le type de rayonnement  
La quantité

Comment bloqué les rayonnements:



# Radioprotection

## La quantité

Une désintégration = 1 rayonnement  $\alpha$  ou  $\beta$  et éventuellement des  $\gamma$

Quantité de radiation = Nombre de désintégration par unité de temps

**Activité (Becquerel) = Nombre de désintégration par seconde**

1 Curie = l'activité de 1 gramme de radium = ?

# Radioprotection

## La quantité

Une désintégration = 1 rayonnement  $\alpha$  ou  $\beta$  et éventuellement des  $\gamma$

Quantité de radiation = Nombre de désintégration par unité de temps

**Activité (Becquerel) = Nombre de désintégration par seconde**

1 Curie = l'activité de 1 gramme de radium =  $37 \times 10^9$  Bq !

1 Bq : <https://orchestracentral.com/metronome/60-bpm/>

100 Bq : <https://orchestracentral.com/metronome/600-bpm/>

500 Bq : <https://orchestracentral.com/metronome/3000-bpm/>

1000 Bq : <https://orchestracentral.com/metronome/6000-bpm/>

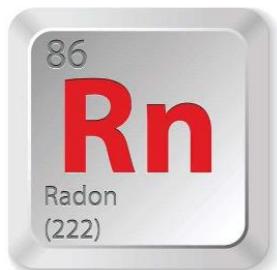
## Physique des particules



## Geologie & Hydrogeologie



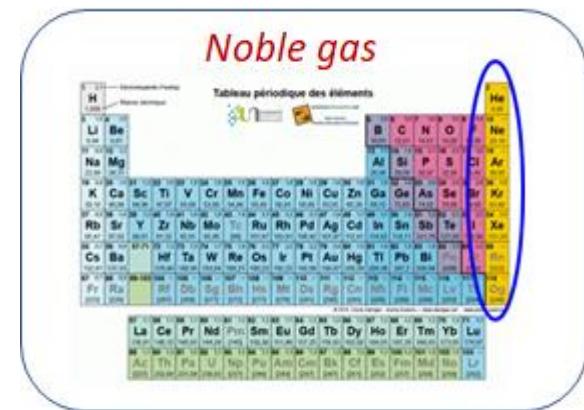
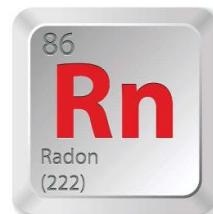
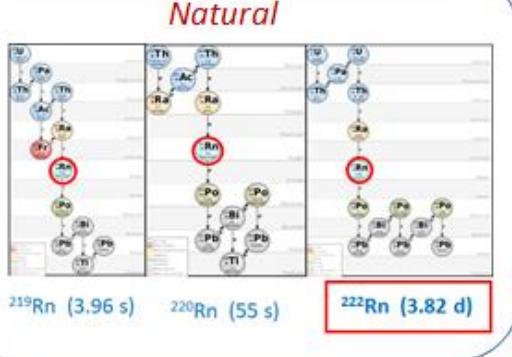
Radon measurement in the gaseous cloud of Etna (Italy), credit : Luca Terray



## Radioprotection



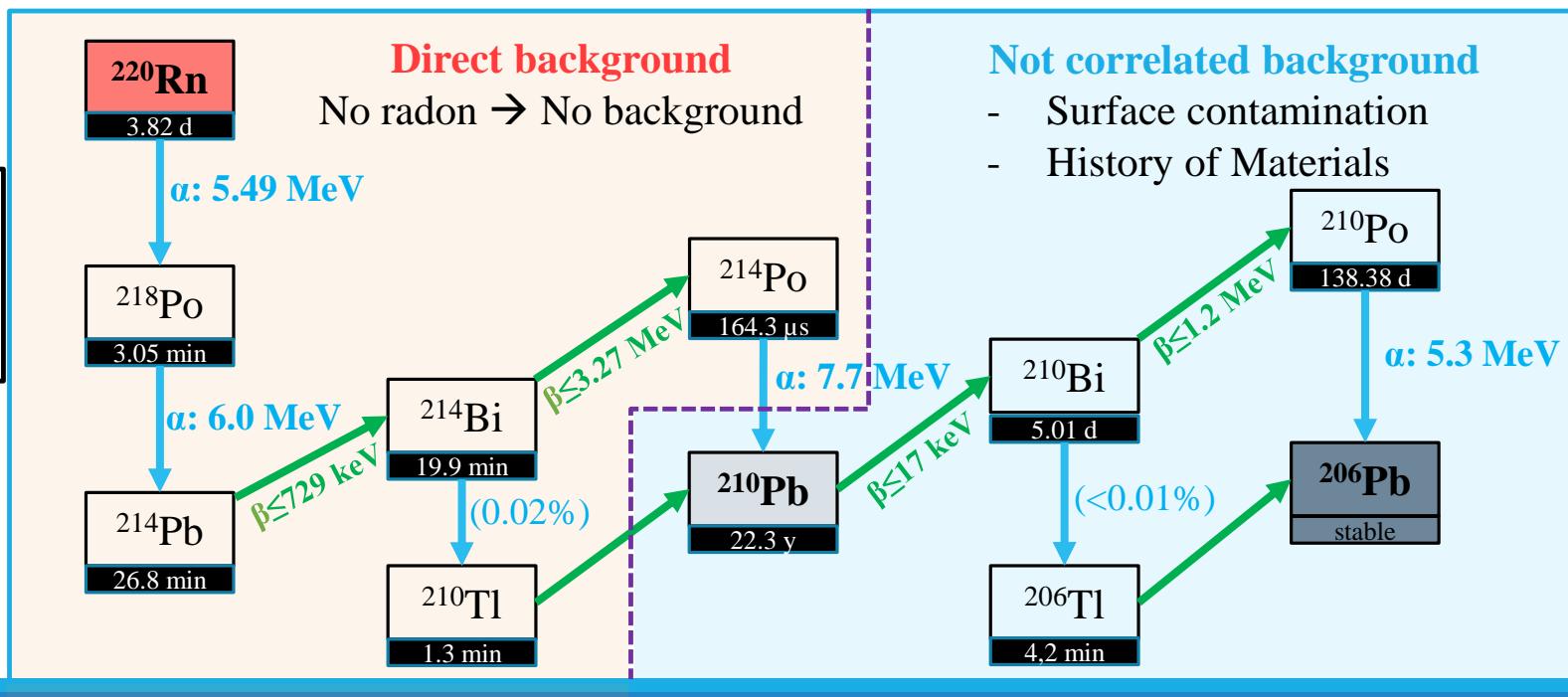
Health and radiation protection, credit: ASNR



## Naturel, Radioactif, Gaz Noble De la chaîne de U et du Th

- Transport facile, capture compliqué
- Courte demi-vie, haute activité intrinsèque

→  $\alpha$  de 5 à 8 MeV  
→  $\beta \leq 3.27$  MeV  
→  $\gamma \leq 3.18$  MeV

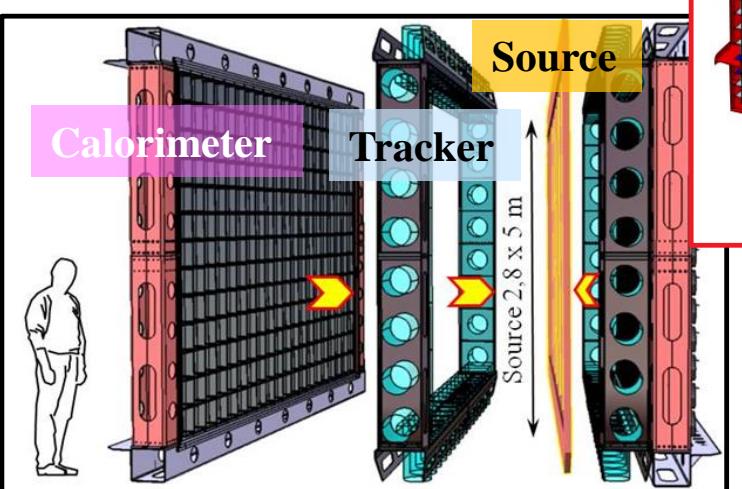


# Physique des événements rares

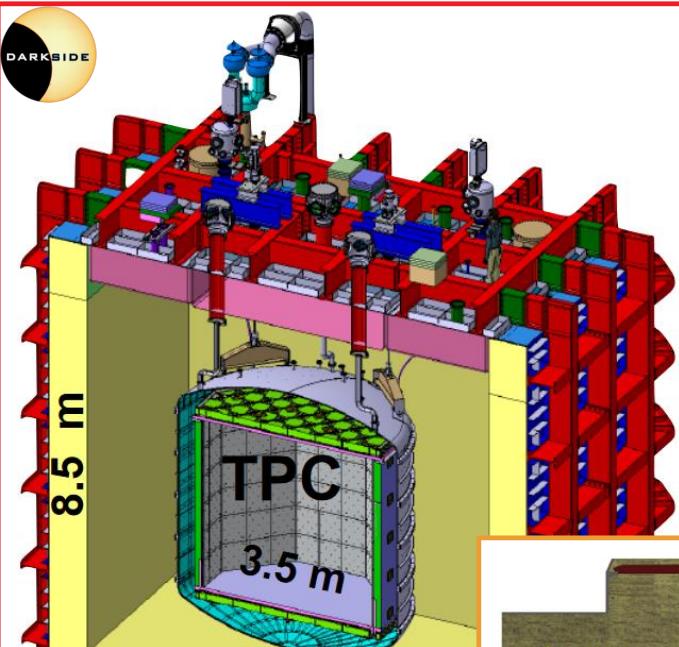
Xenon-Nt



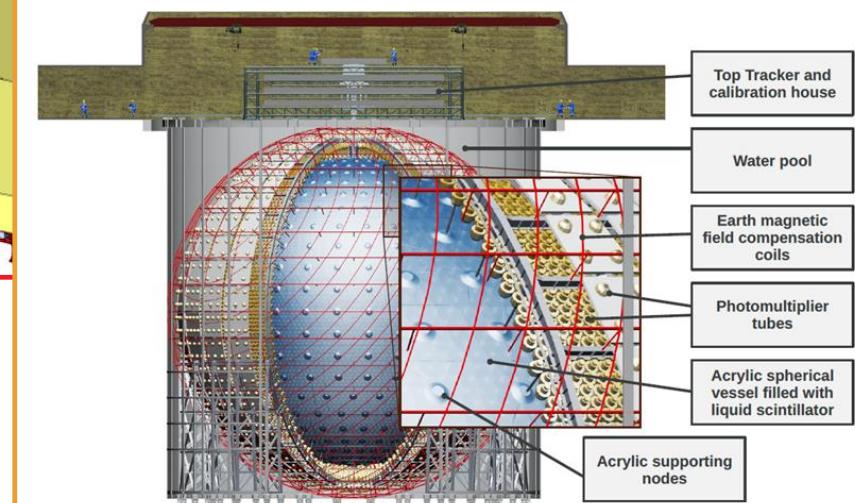
SuperNEMO



Darkside-20k



JUNO



# Sciences de la terre

## Radon comme traceur

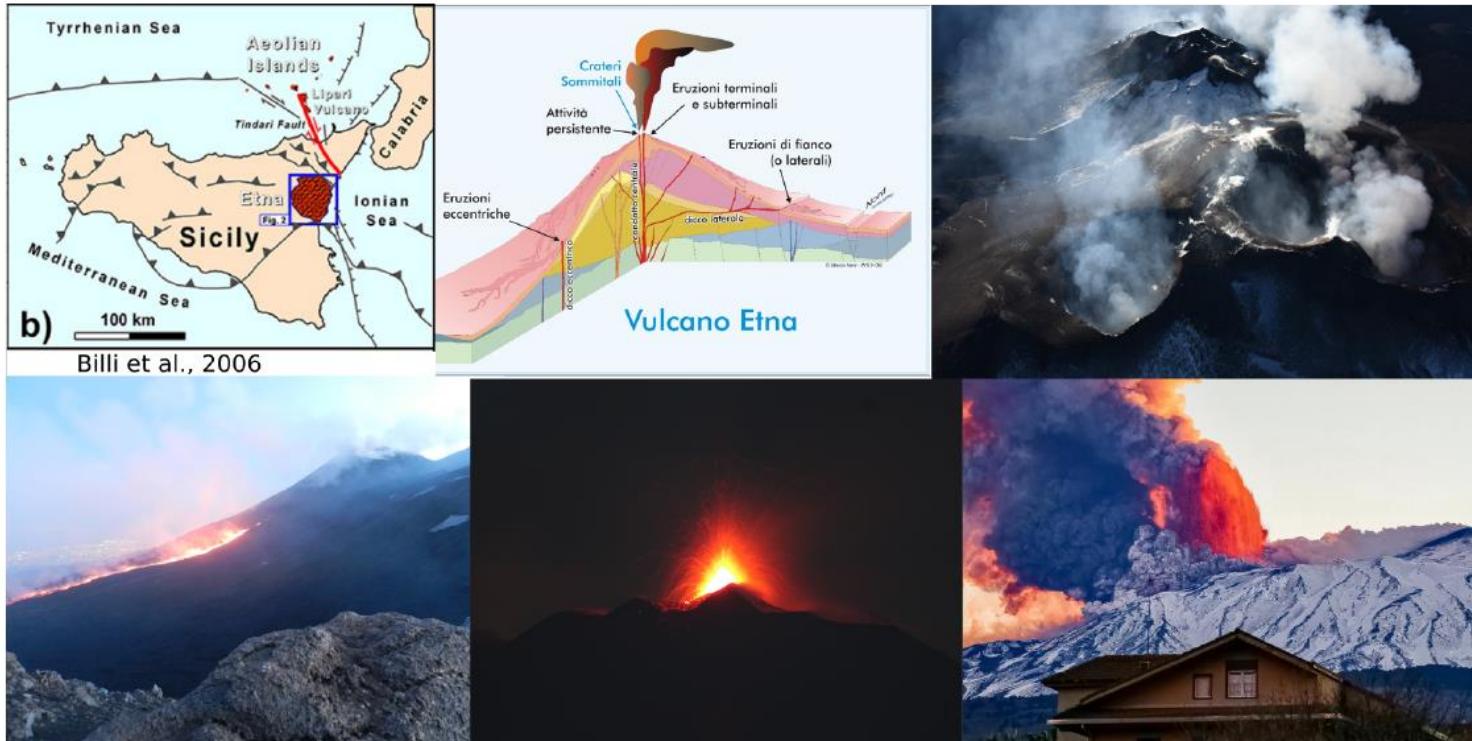
Uranium est présent partout sur terre.  
Celui-ci produit du radon qui s'échappe du sol.

En mesurant le radon qui s'échappe, on peut connaître la cartographie des sols !

Ou étudier les phénomènes géologiques tels que les **volcans**.

## Radon comme traceur

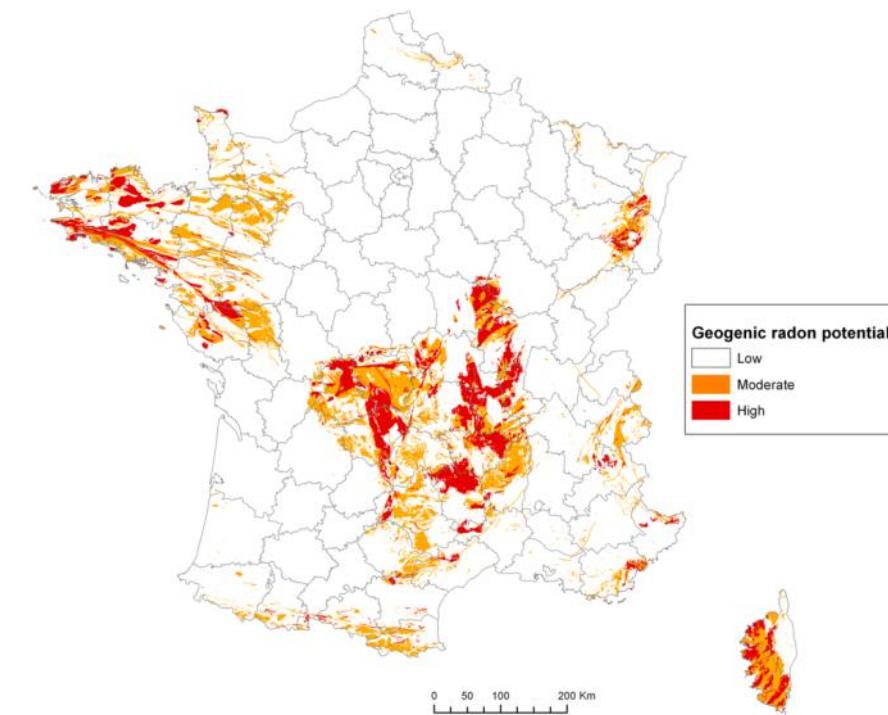
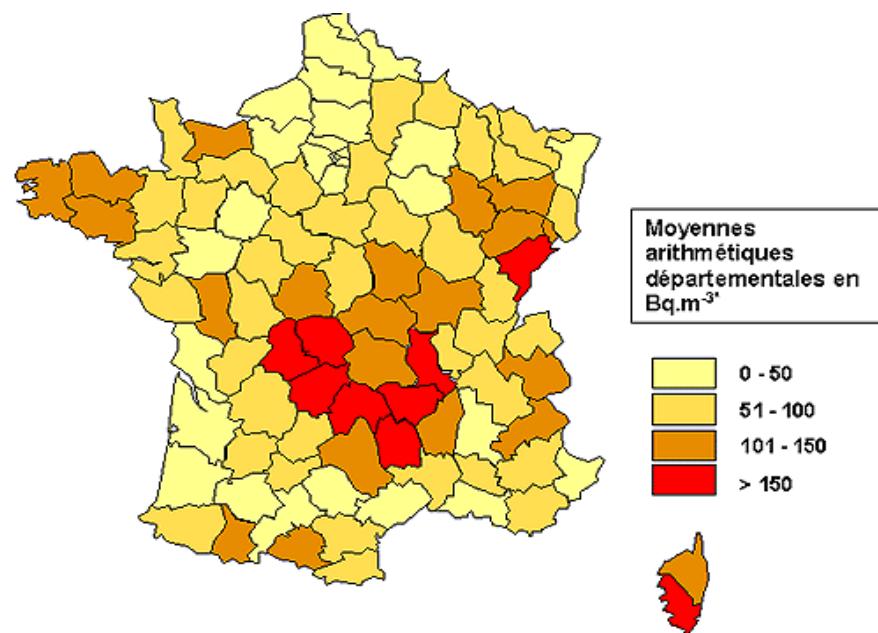
Mt. Etna (Sicile, Italie), un volcan à conduit ouvert



Photos et dessins de M. Neri, S. Giannanco, B. Benhcke, A. Billi et V. Greco.

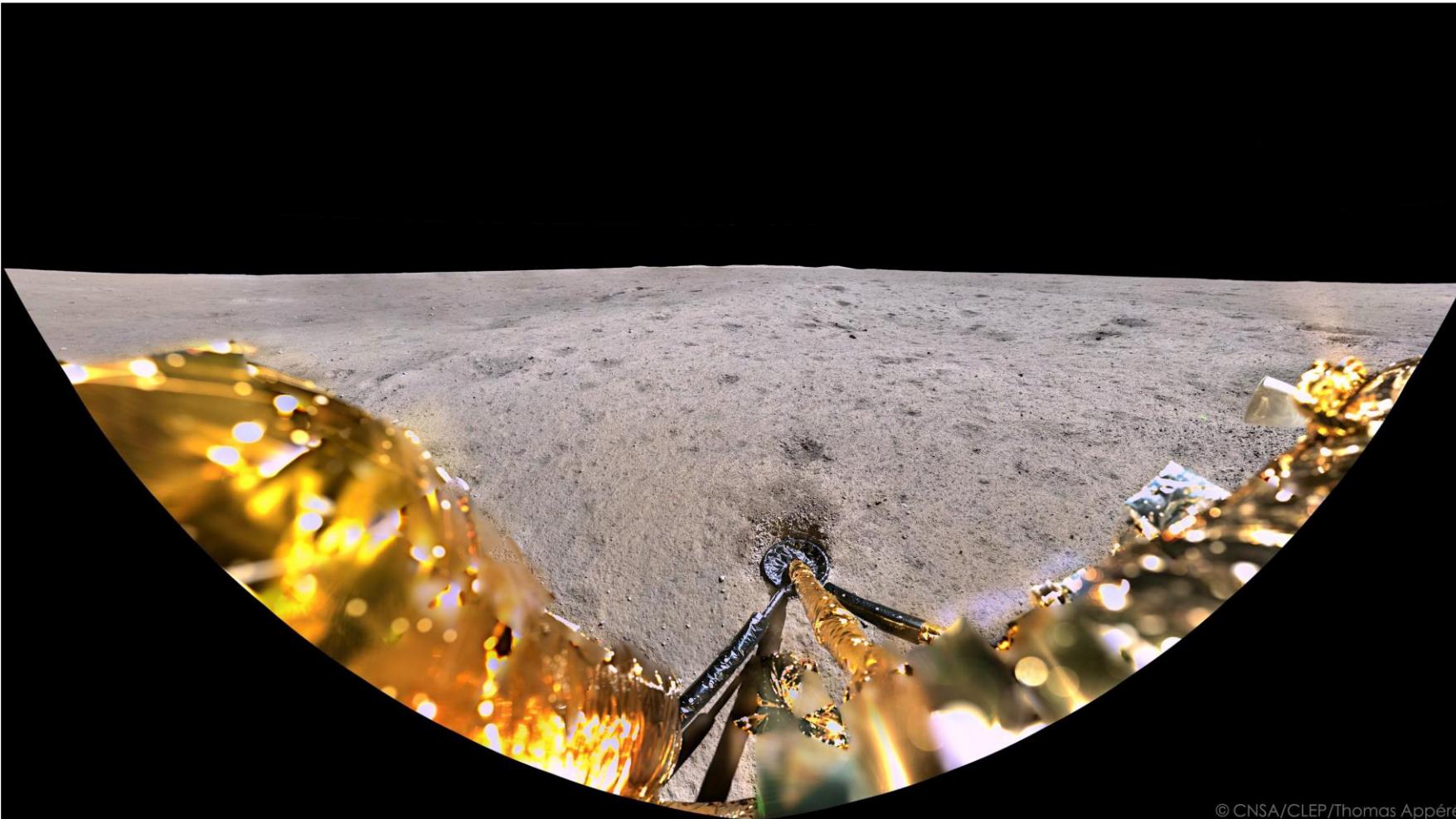
# Sciences de la terre

## Radon comme traceur



# Sciences de la terre

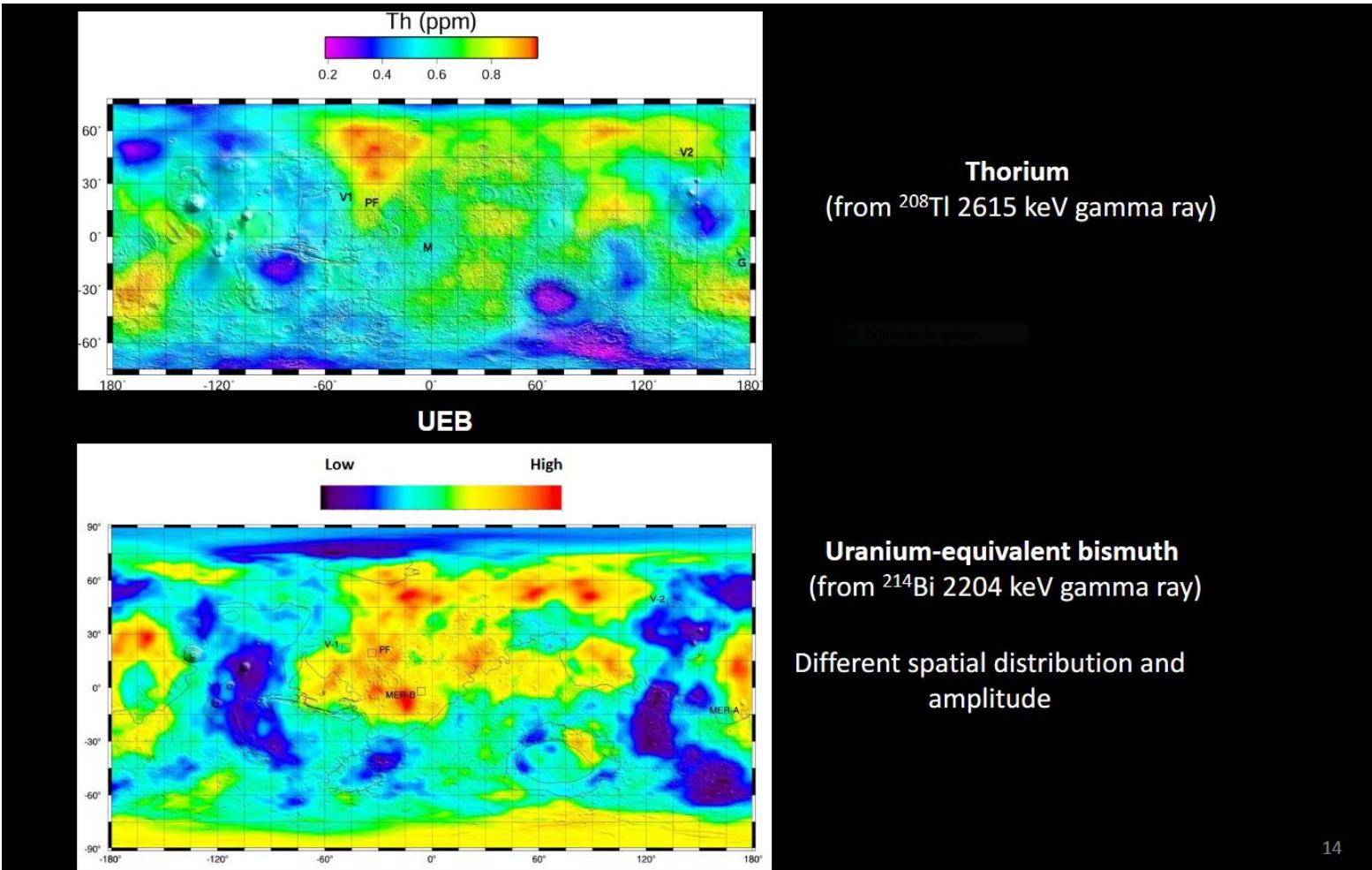
## Radon comme traceur



© CNSA/CLEP/Thomas Appéré

# Sciences de la terre

## Radon comme traceur



14

Merci de votre attention