

Physique Nucléaire et Radioactivité

Hichem Tedjditi

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

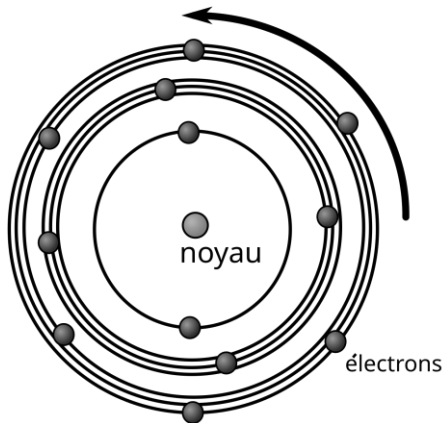
Qu'est ce qu'un Atome ?

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

Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

Qu'est ce qu'un Atome ?



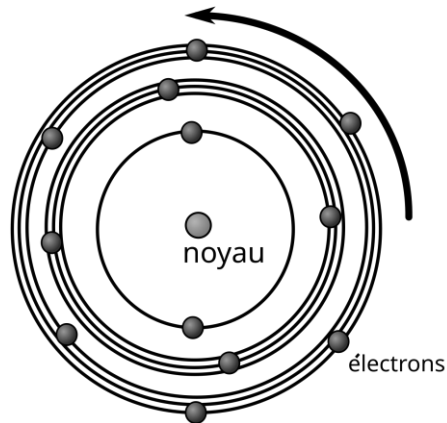
Physique Nucléaire et Radioactivité

Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

Qu'est ce qu'un Atome ?



Niels Bohr

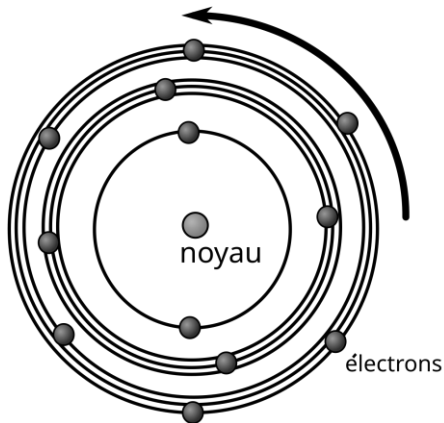
Physique Nucléaire et Radioactivité

Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

Qu'est ce qu'un Noyau ?



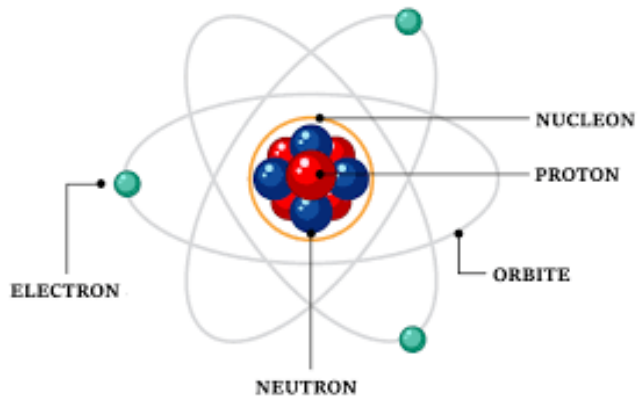
Physique Nucléaire et Radioactivité

Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

Qu'est ce qu'un Noyau ?



Physique Nucléaire et Radioactivité

Nucléus = Noyau

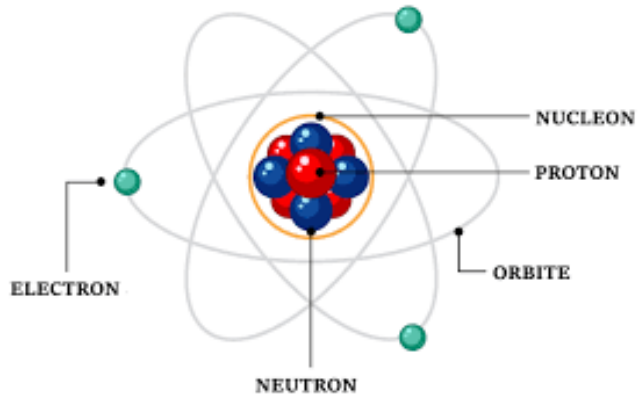
Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

1932: Découverte du Neutron

Aujourd'hui

Qu'est ce qu'un Noyau ?



James Chadwick

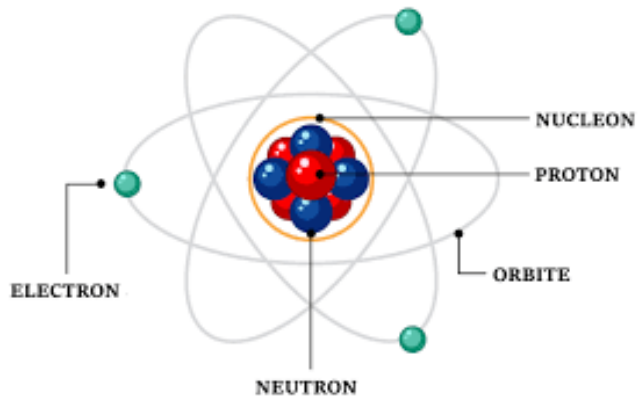
Physique Nucléaire et Radioactivité

Nucléus = Noyau

Radius = Rayon

Physique du Noyau d'un atome

Qu'est ce qu'un Noyau ?



1913: Modèle de l'atome

1932: Découverte du Neutron

Aujourd'hui

Physique Nucléaire et Radioactivité

Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

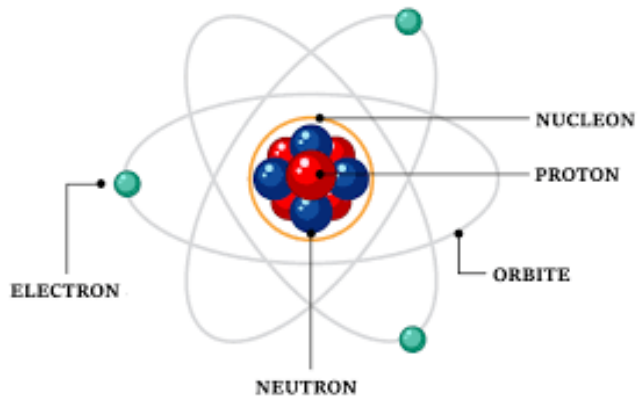
1932: Découverte du Neutron

Aujourd'hui

Radius = Rayon

Phénomène naturel

Qu'est ce qu'un Noyau ?



Physique Nucléaire et Radioactivité

Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

1932: Découverte du Neutron

Aujourd'hui

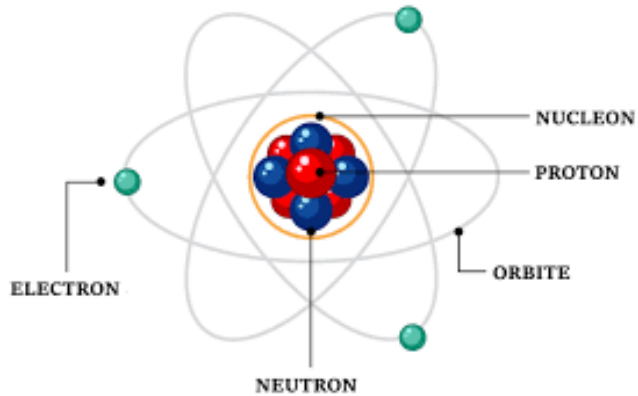
Radius = Rayon

Phénomène naturel

Un noyau instable se désintègre
pour être plus stable

Continue jusqu'à être sur un
noyau stable

Qu'est ce qu'un Noyau ?



Physique Nucléaire et Radioactivité

Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

1932: Découverte du Neutron

Aujourd'hui

Radius = Rayon

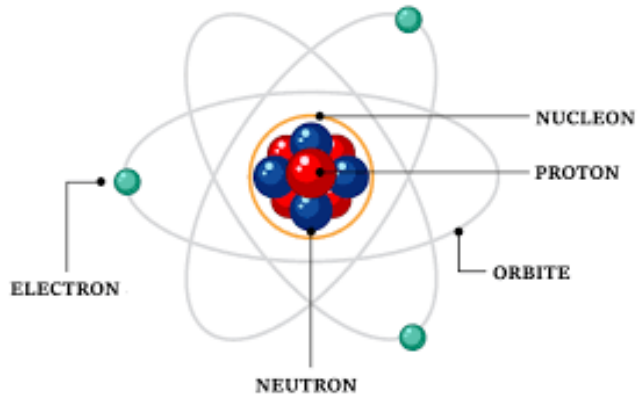
Phénomène naturel

Un noyau instable se désintègre
pour être plus stable

Continue jusqu'à être sur un
noyau stable

Découverte en 1895

Qu'est ce qu'un Noyau ?



Physique Nucléaire et Radioactivité

Nucléus = Noyau

Physique du Noyau d'un atome

1913: Modèle de l'atome

1932: Découverte du Neutron

Aujourd'hui

Radius = Rayon

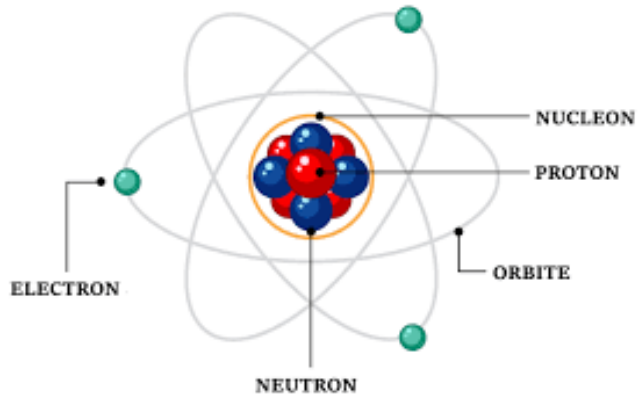
Phénomène naturel

Un noyau instable se désintègre
pour être plus stable

Continue jusqu'à être sur un
noyau stable

Découverte en 1895

Qu'est ce qu'un Noyau ?



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 γ 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

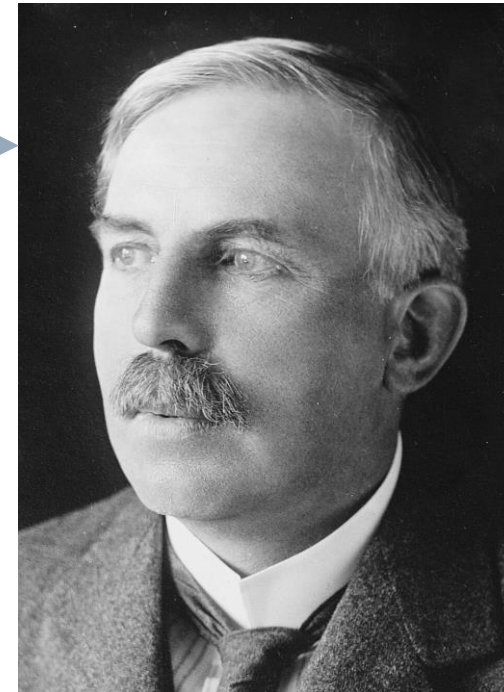
Histoire de la radioactivité

1895: découverte des rayons X

1896: découverte des rayons uraniques

1898: découverte du Radium et du Plutonium

1899: Identification des rayonnement α et β 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 α et β de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement γ

Histoire de la radioactivité

1895: Découverte des rayons X

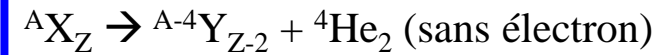
1896: Découverte des rayons uraniques

1898: Découverte du Radium et du Plutonium

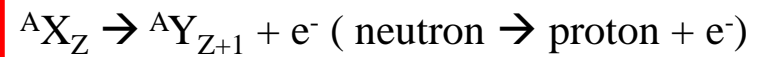
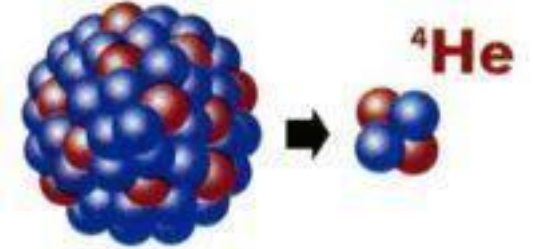
1899: Identification des rayonnement α et β de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement γ

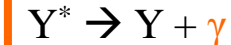
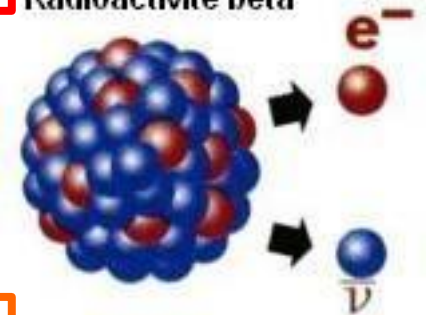
Tout les types de rayonnement ont été découvert



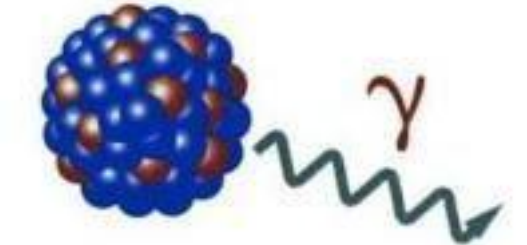
Radioactivité alpha



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 α et β de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement γ

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 α et β de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement γ

1911: Etablissement de l'existence des isotopes

The image shows a standard periodic table of elements. An arrow points from a text box at the bottom right to the actinide series, which is a row of elements below the main table. The actinide series includes elements from Thorium (Th) to Lawrencium (Lr).

1 H Hydrogène	2 He Hélium
3 Li Lithium	4 Be Béryllium
5 B Bore	6 C Carbone
7 N Azote	8 O Oxygène
9 F Fluor	10 Ne Néon
11 Na Sodium	12 Mg Magnésium
13 Al Aluminium	14 Si Silicium
15 P Phosphore	16 S Soufre
17 Cl Chlore	18 Ar Argon
19 K Potassium	20 Ca Calcium
21 Sc Scandium	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 Brome	36 Kr Krypton
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium
39 Y Yttrium	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
55 Cs Césium	56 Ba Baryum
57 La Lanthane	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	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
87 Fr Francium	88 Ra Radium
89 Ac Actinium	90 Th Thorium
91 Pa Protactinium	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 Mendélévium	102 No Nobélium
103 Lr Lawrencium	104 Rf Rutherfordium
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 Tenne	118 Og Oganesson

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

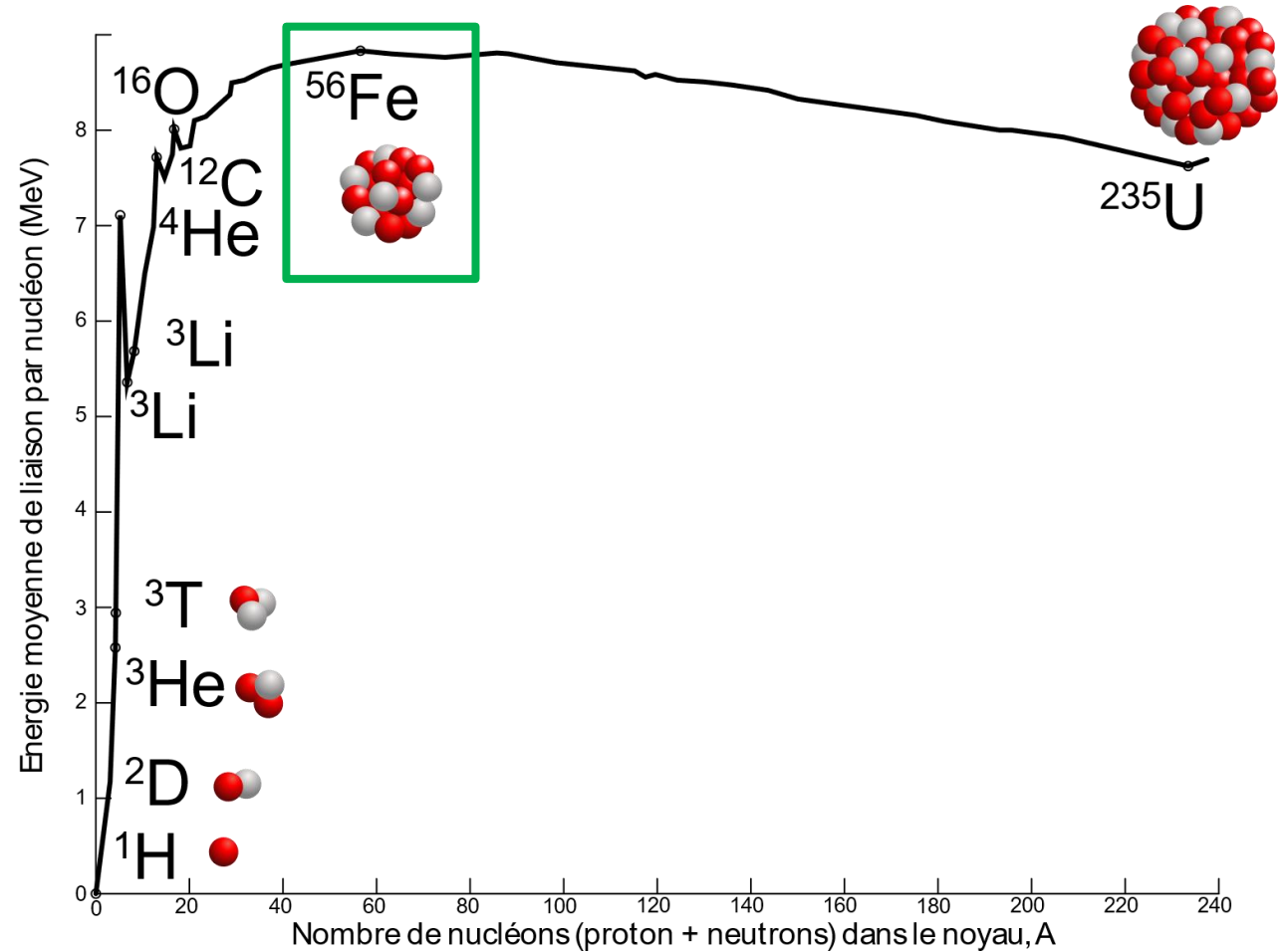
1896: Découverte des rayons uraniques

1898: Découverte du Radium et du Plutonium

1899: Identification des rayonnement α et β de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement γ

1911: Etablissement de l'existence des isotopes



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

Histoire de la radioactivité

1895: Découverte des rayons X

1896: Découverte des rayons uraniques

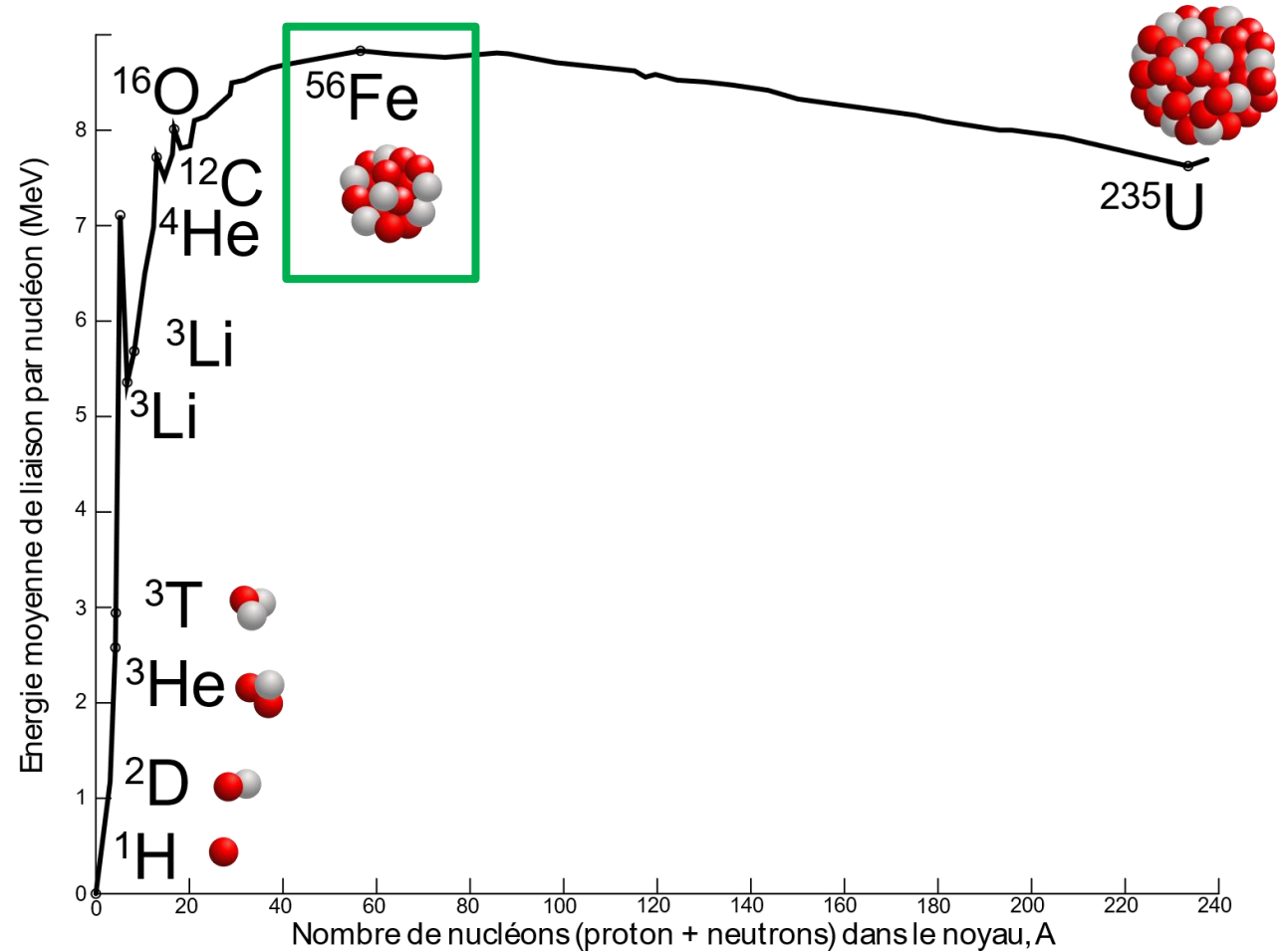
1898: Découverte du Radium et du Plutonium

1899: Identification des rayonnement α et β de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement γ

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

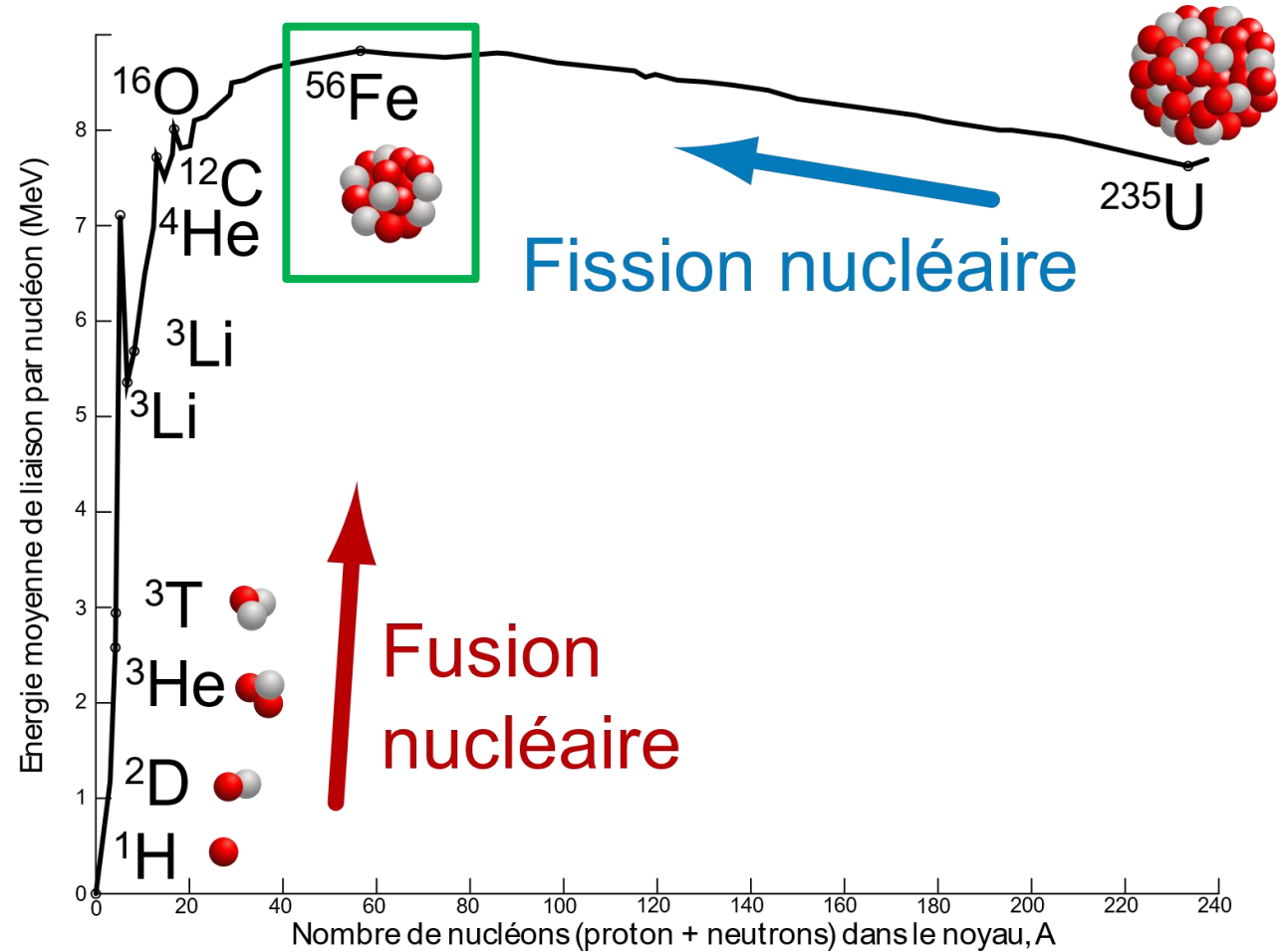
1899: Identification des rayonnement α et β de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement γ

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 α et β de l'uranium

1900: Découverte des rayonnement γ

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

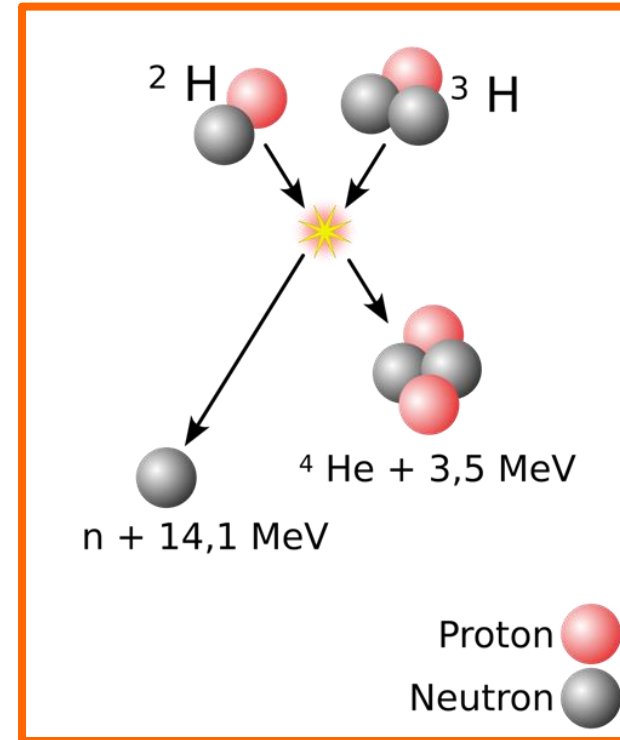
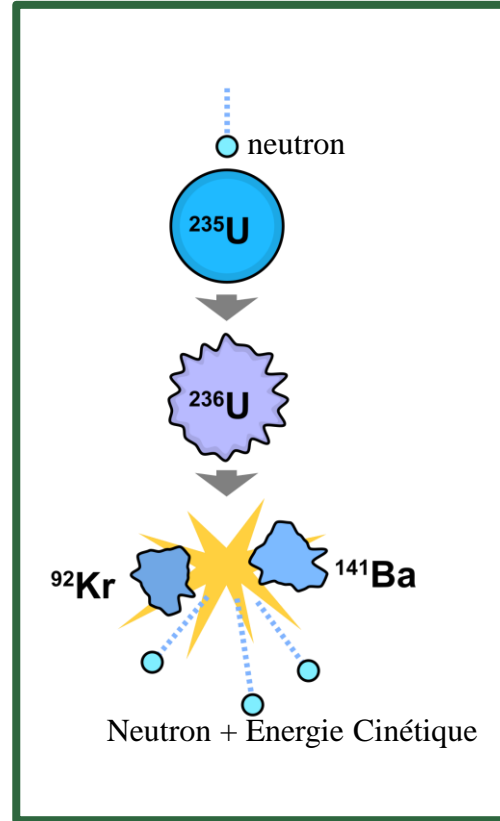
1945: Utilisation de la bombe nucléaire



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

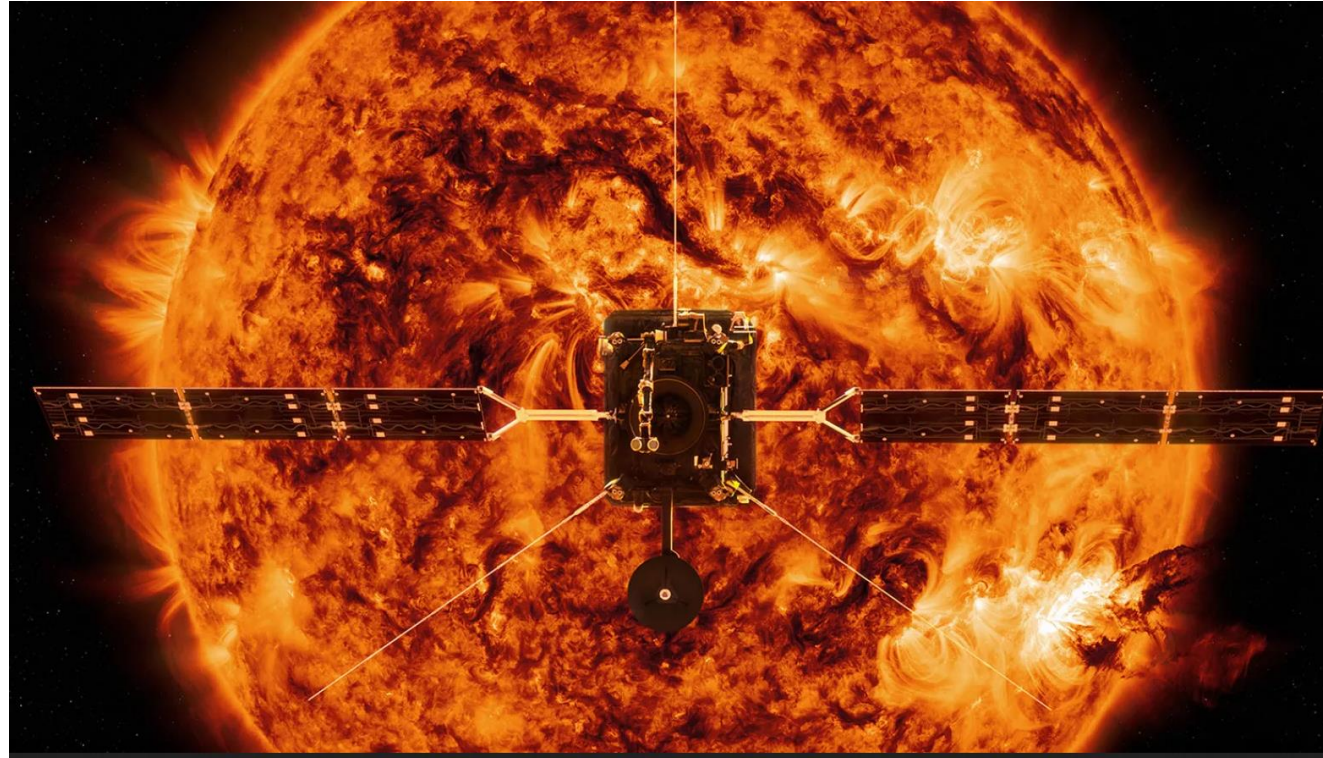
L'énergie provient de la différence de stabilité entre avant et après



Fission et Fusion Nucléaire

Le Soleil

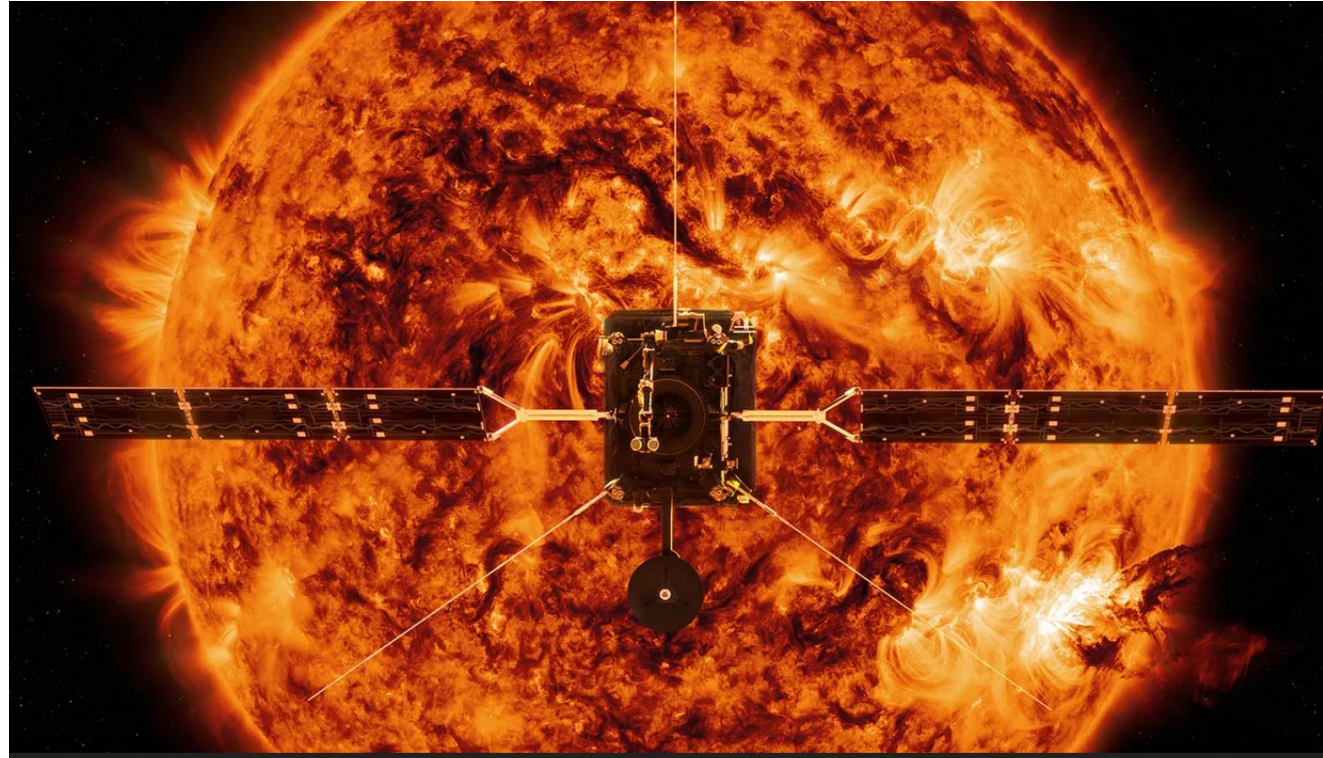
De quoi est composé le soleil ?



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

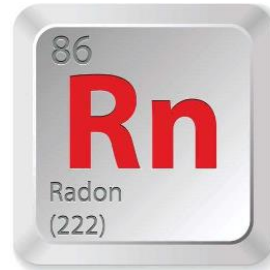


Darkside experiment at LNGS,
credit: INFN, Darkside

Geologie & Hydrogeologie



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



Radioprotection



Health and radiation protection,
credit: ASNR

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

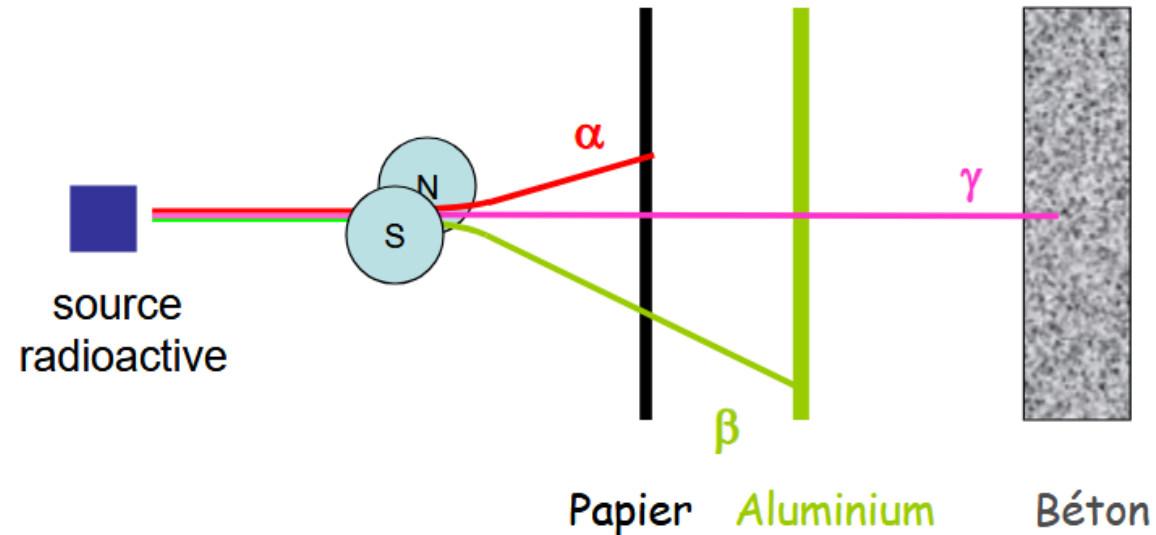
→ Nous

Important c'est:

Le type de rayonnement

La quantité

Comment bloqué les rayonnements:



Radioprotection

La quantité

Une désintégration = 1 rayonnement α ou β et éventuellement des γ
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 α ou β et éventuellement des γ
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 = 37×10^9 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



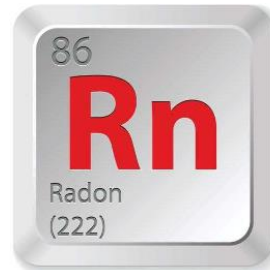
Darkside experiment at LNGS,
credit: INFN, Darkside



Geologie & Hydrogeologie



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

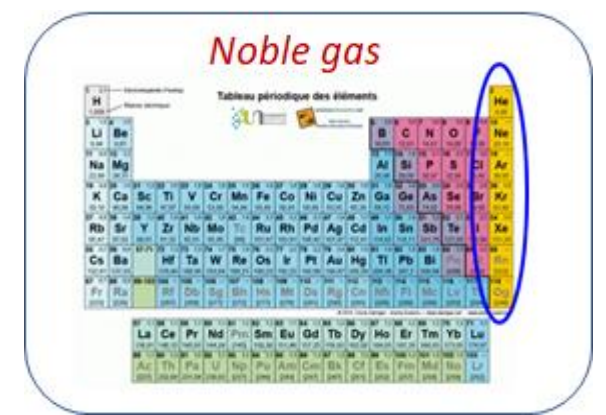
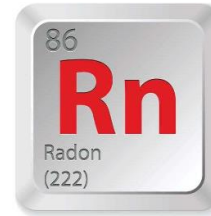
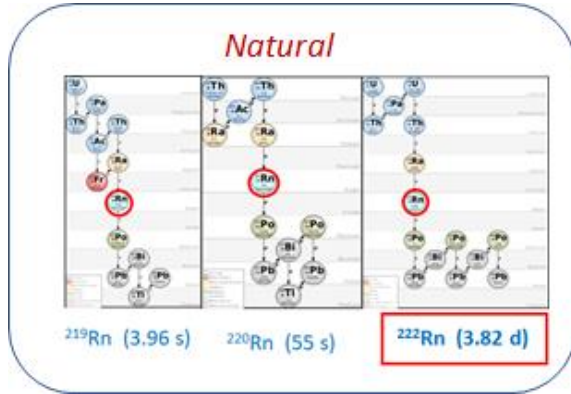


Radioprotection



Health and radiation protection,
credit: ASNR

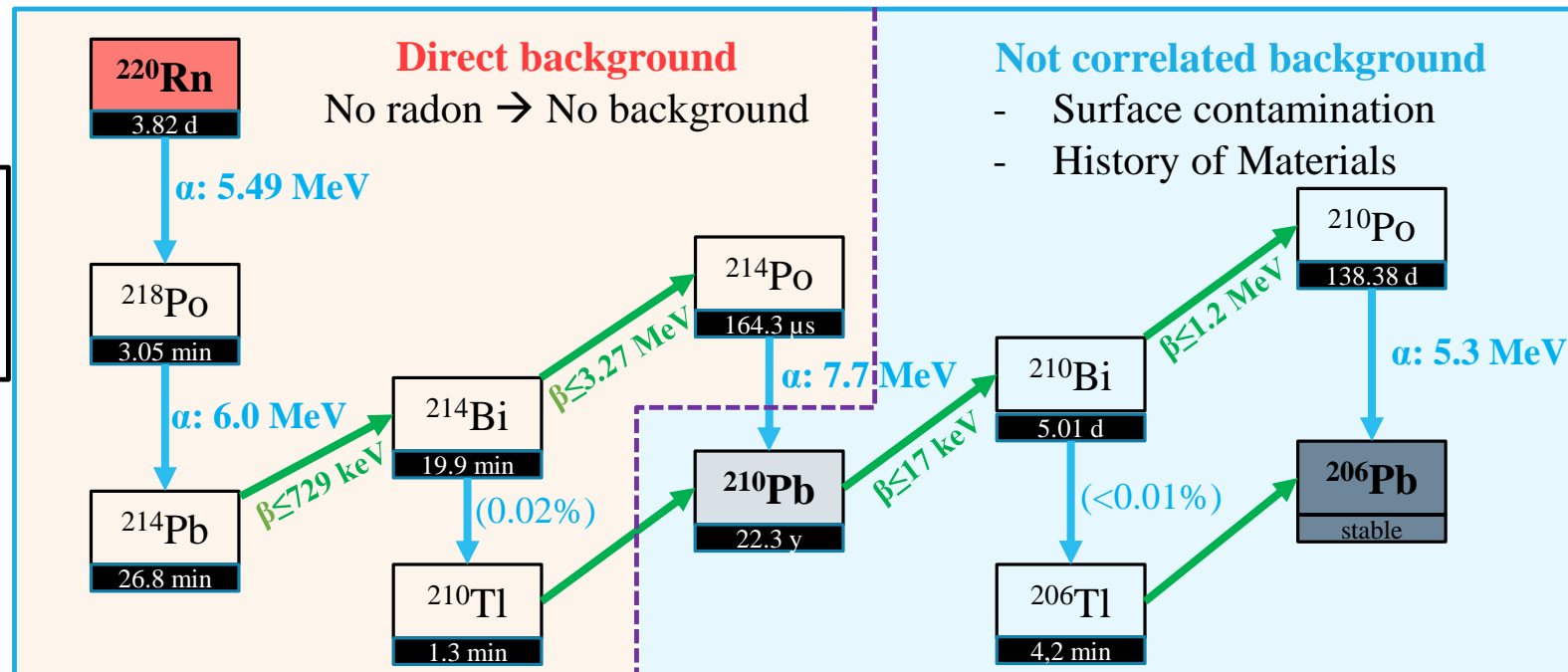




Naturel, Radioactif, Gaz Noble De la chaîne de U et du Th

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

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

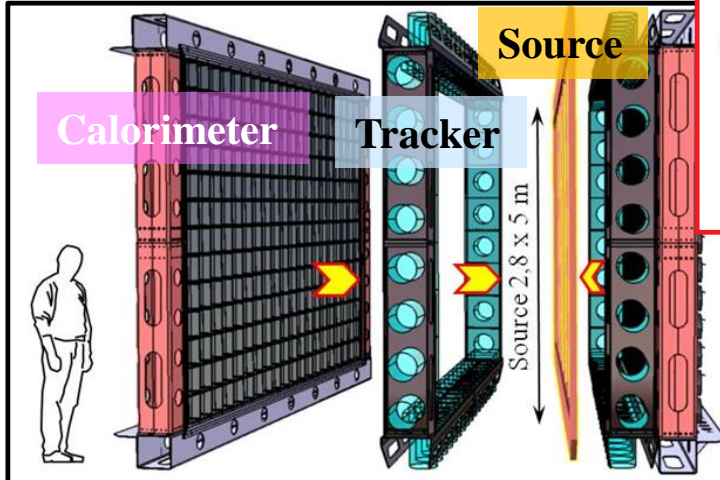


Physique des événements rares

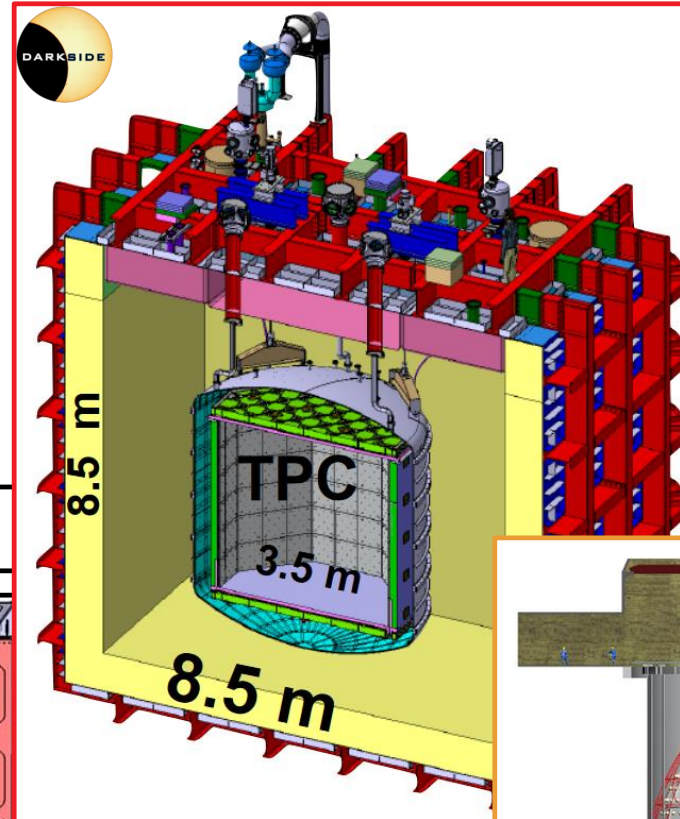
Xenon-Nt



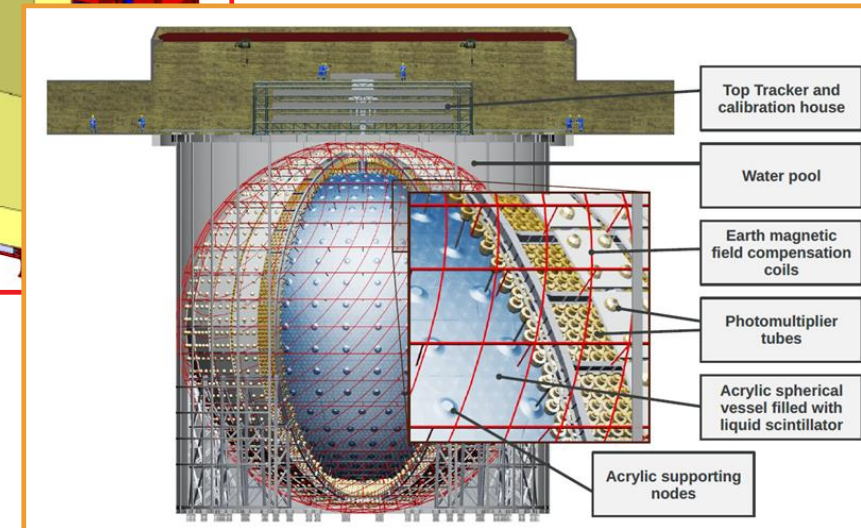
SuperNEMO



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.

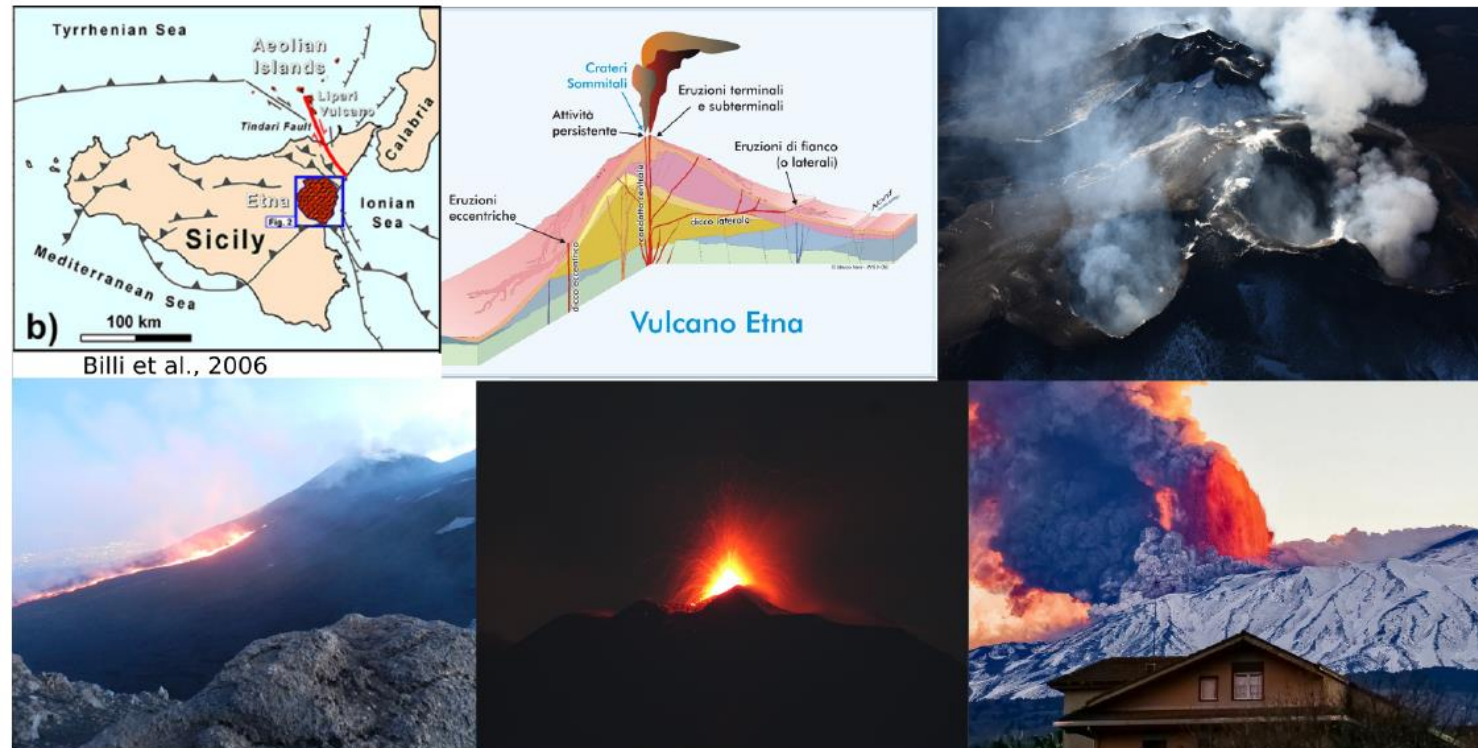
En mesurant le radon qui s'échappe, on peut connaître la cartographie des sols !

Ou étudier les phénomènes géologique tel que les **volcans**.

Sciences de la terre

Radon comme traceur

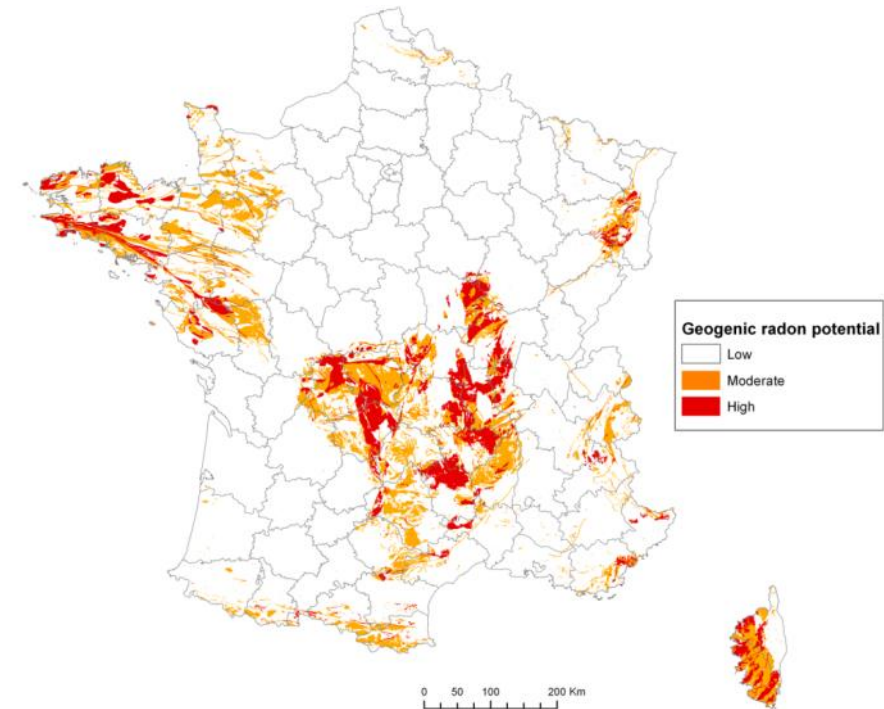
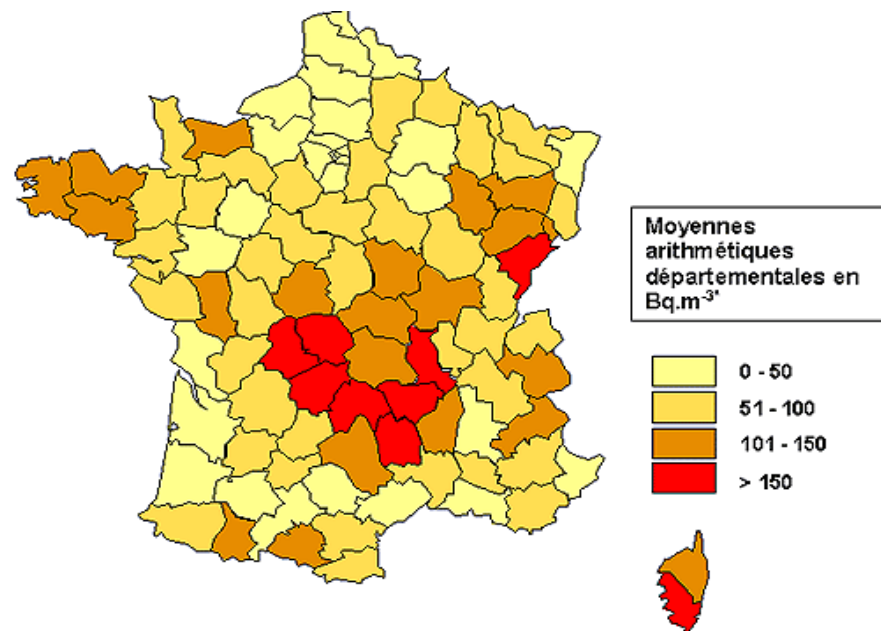
Mt. Etna (Sicile, Italie), un volcan à conduit ouvert



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

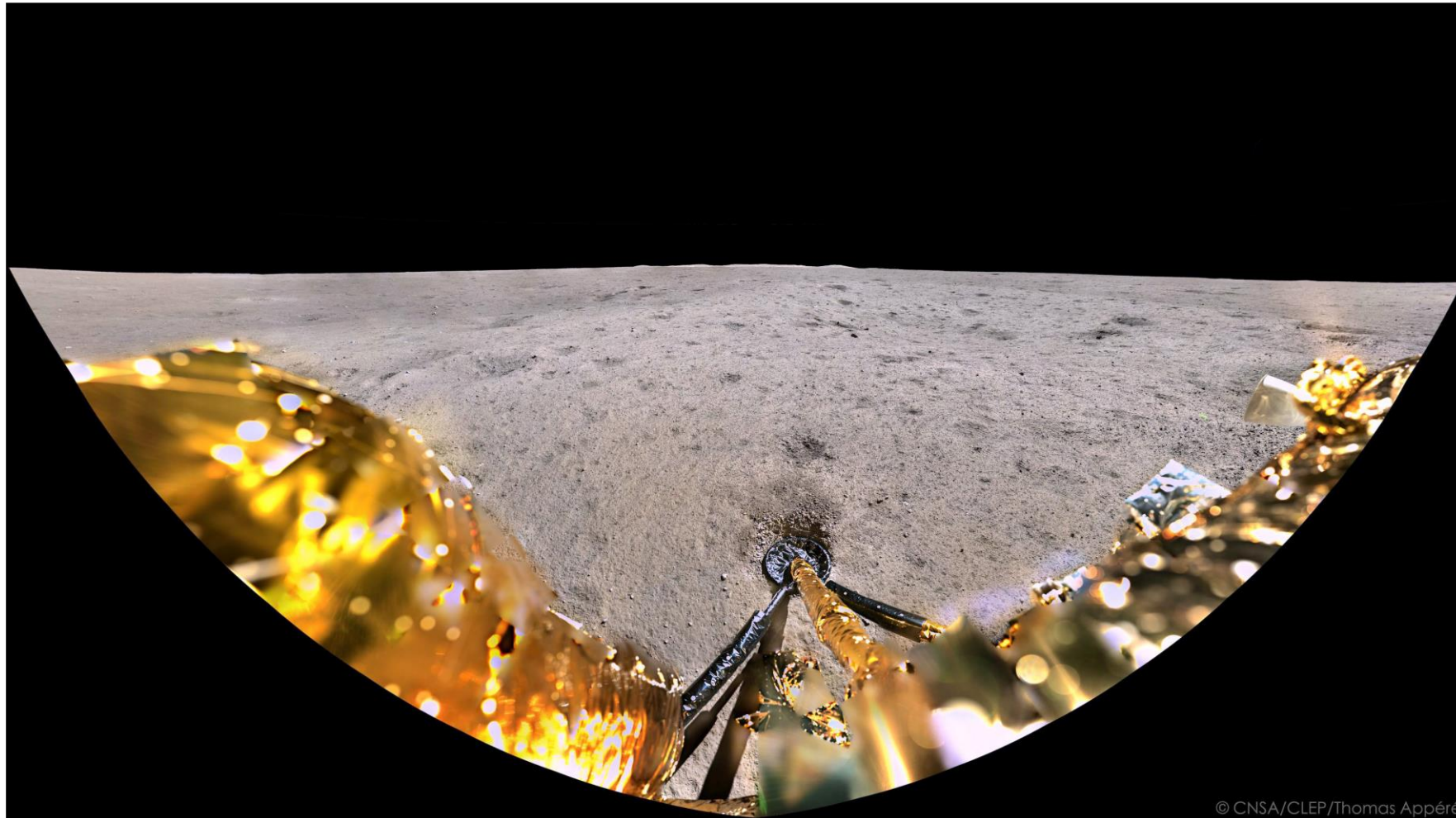
Sciences de la terre

Radon comme traceur



Sciences de la terre

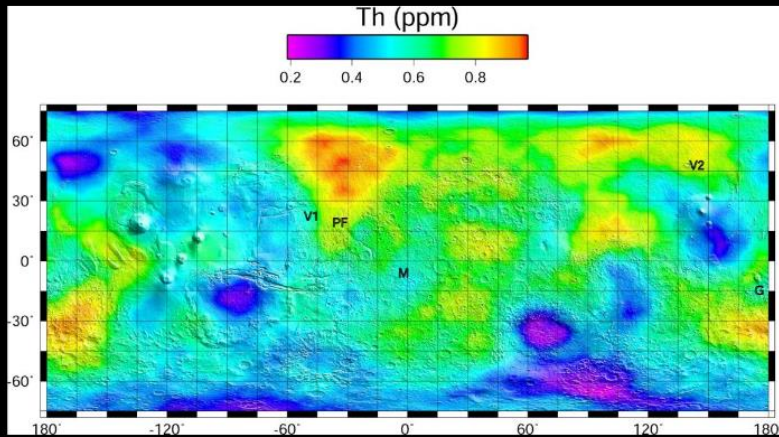
Radon comme traceur



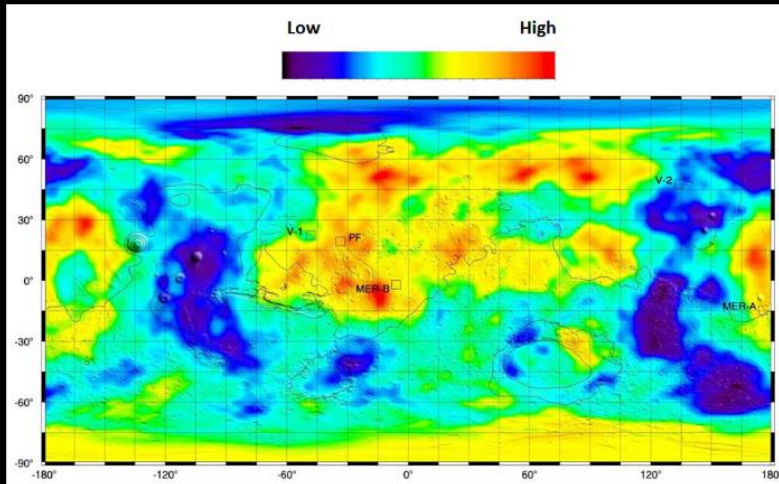
© CNSA/CLEP/Thomas Appéré

Sciences de la terre

Radon comme traceur



UEB



Thorium

(from ^{208}Tl 2615 keV gamma ray)

Uranium-equivalent bismuth
(from ^{214}Bi 2204 keV gamma ray)

Different spatial distribution and
amplitude

14

Merci de votre attention