

**Evolution des conceptions
de l'univers
(aka Phys 137)**

Evolution des conceptions de l'univers

Séance 5 :

**Noyaux, particules,
radioactivité**

Noyaux, particules

Un peu d'histoire

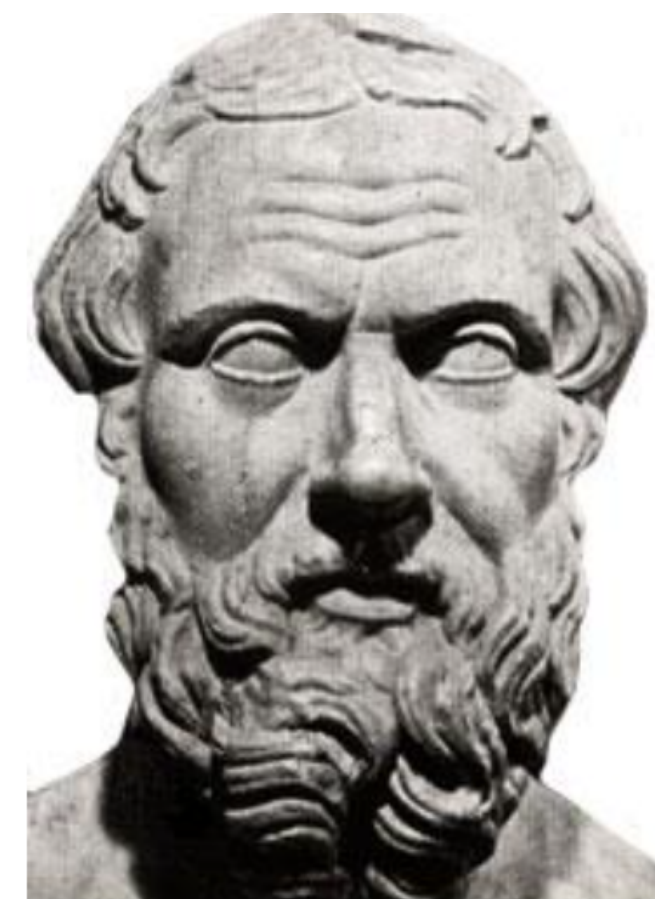
Antiquité : la matière est faite de grains indivisibles, les atomes.

Grec ancien : ἄτομος [átomos] = "insécable"

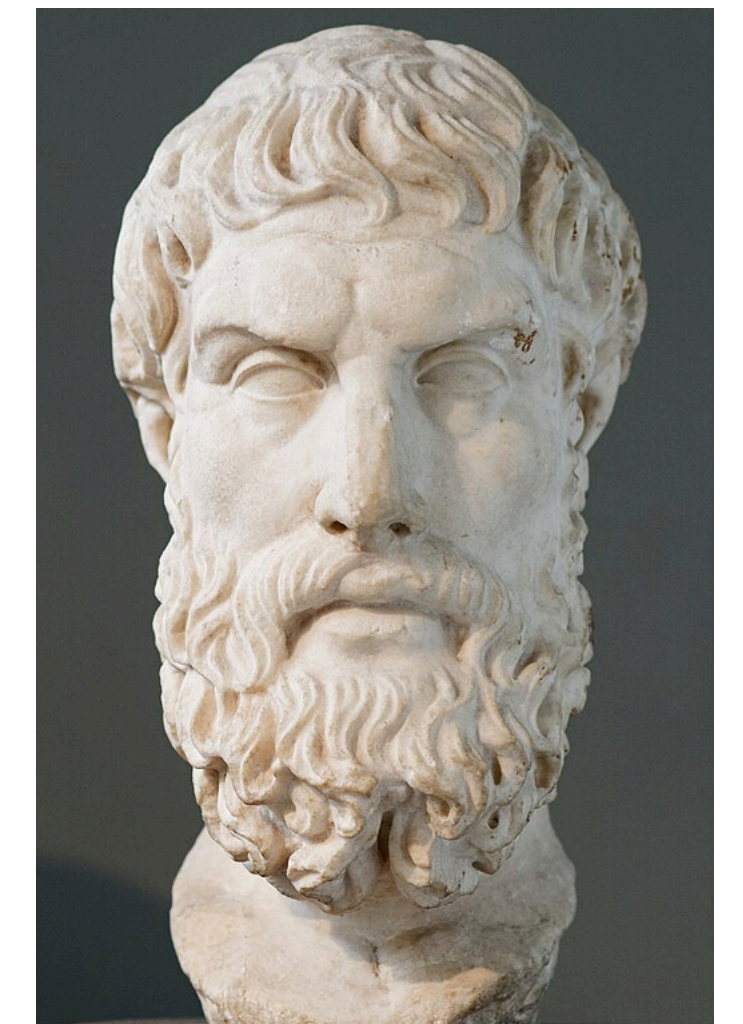
Notion apparue chez les grecs dès le V^{ème} siècle avant notre ère (Leucippe, Démocrite, Epicure) mais peut-être auparavant et/ou ailleurs.



Leucippe
(environ -460/-370)



Démocrite
(environ -460/-370)



Epicure
(-342/-270)

Noyaux, particules

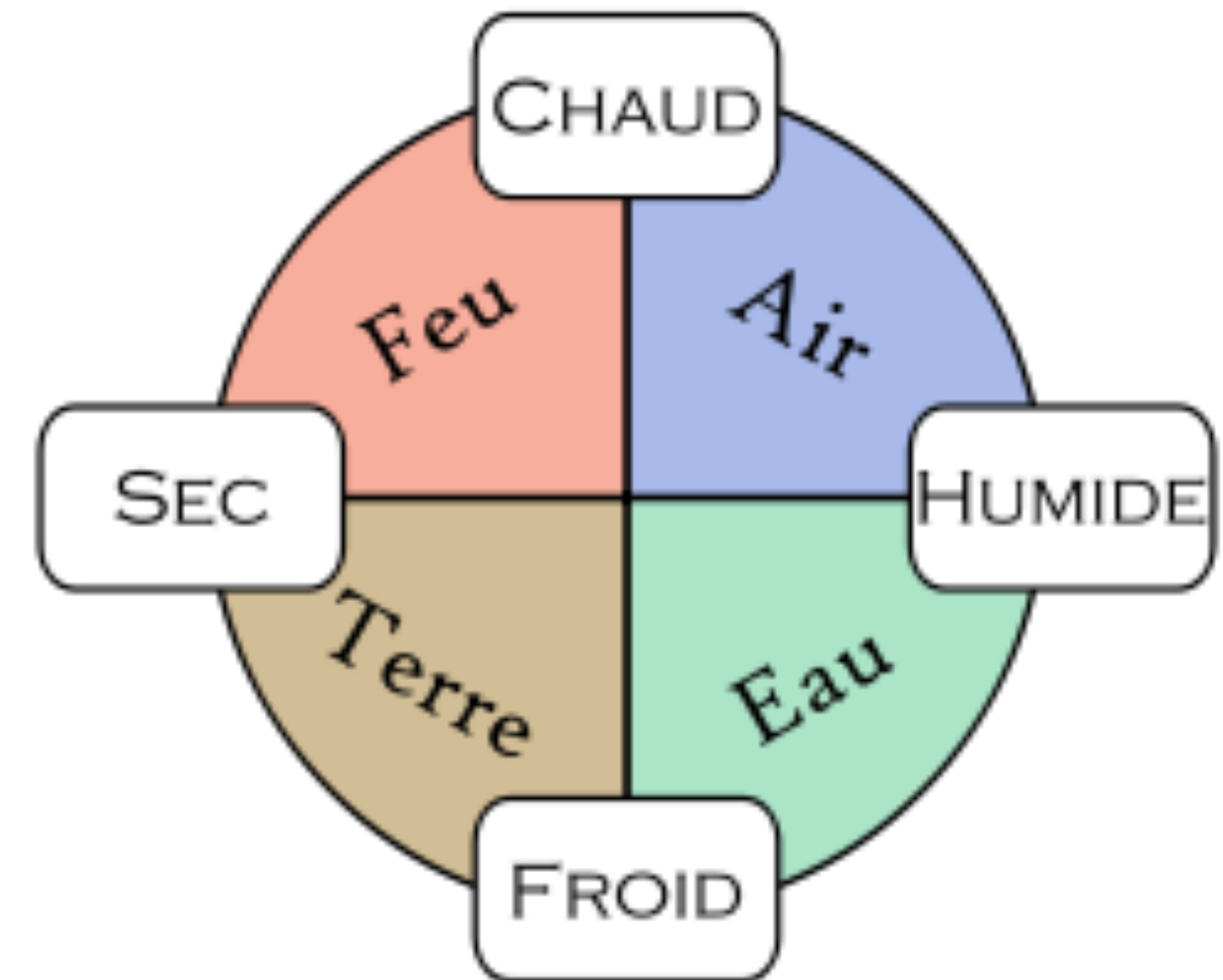
Un peu d'histoire

Antiquité :

Empédocle (-492/-432 avant notre ère)

La matière est constituée de 4 éléments :

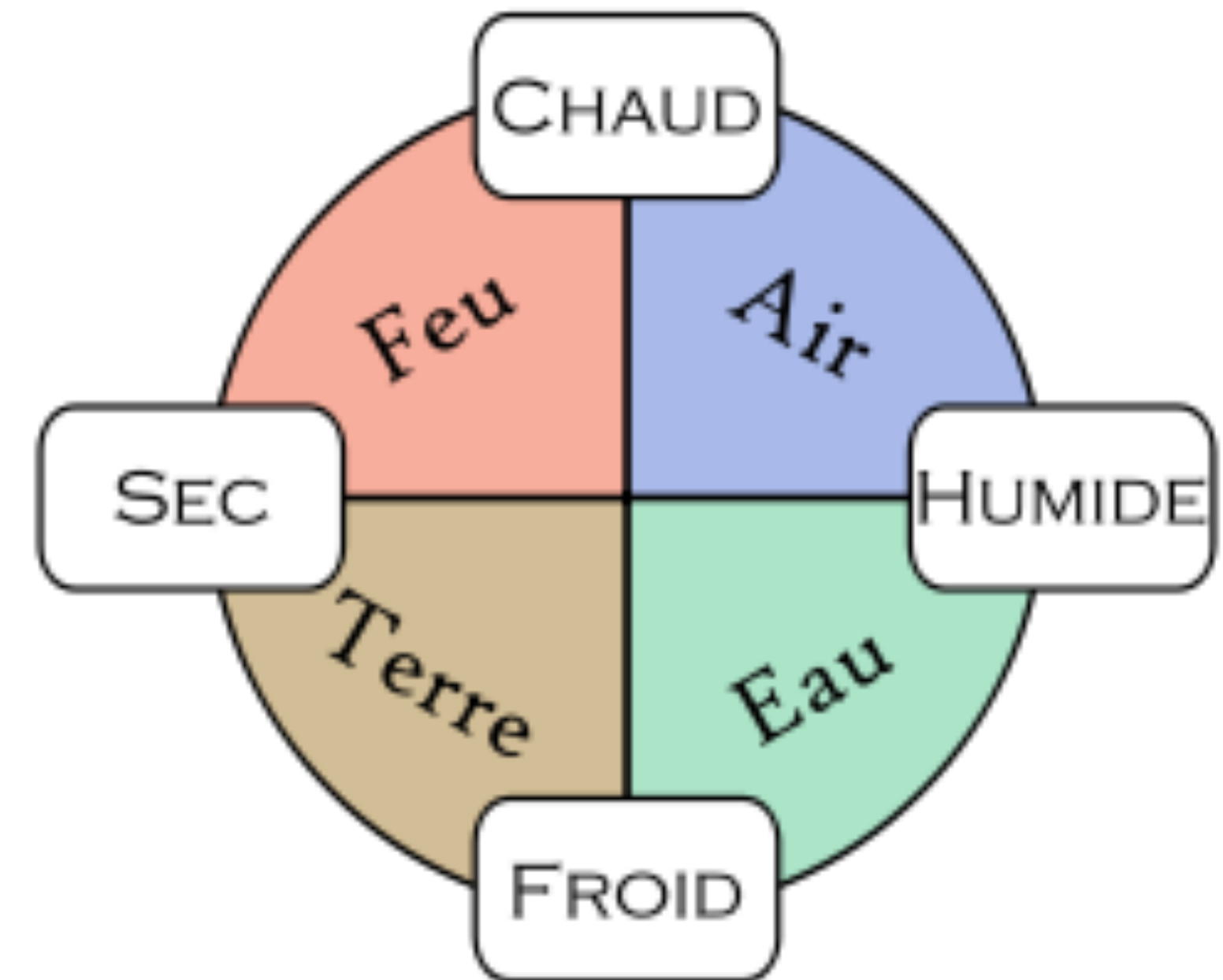
- air
- eau,
- terre
- feu



Noyaux, particules

Un peu d'histoire

- terre => état solide
- eau => état liquide
- air => état gazeux
- feu => état « incandescent »



Noyaux, particules

Un peu d'histoire

XVII^{ème} siècle :

La matière est constituée de 4 éléments :

- air
- eau,
- terre
- "phlogistique"



Georg Ernst Stahl
(1660-1734)



Lorenz von Crell



Friedrich Gren



Sigismund Hermbstädt



Heinrich Klaproth

Noyaux, particules

Selon la théorie d'alors, la phlogistique s'échappe d'un matériau en combustion.

Lavoisier pèse un matériau avant et après combustion : il y a gain de poids !
(donc de masse)



Georg Ernst Stahl
(1660-1734)

La Recherche, avril 2016

Noyaux, particules

Selon la théorie d'alors, la phlogistique s'échappe d'un matériau en combustion.

Lavoisier pèse un matériau avant et après combustion : il y a gain de poids ! (donc de masse)

Pas de problème : la phlogistique a une masse négative !



Georg Ernst Stahl
(1660-1734)

La Recherche, avril 2016

Noyaux, particules

Un peu d'histoire

XVIII^e siècle : apparition de la chimie moderne

- Découverte de l'hydrogène (Cavendish 1766), de l'oxygène et de l'azote (Lavoisier 1778)
- Conservation de la masse (Lavoisier 1789)



Antoine et Marie-Anne Lavoisier
(1743-1794 et 1758-1836)

Noyaux, particules

Un peu d'histoire

XIX^e siècle :

- Classification périodique des éléments (Mendeleïev 1869)

=> vision systématique (masse des atomes, comportement chimique périodique)

=> découverte progressive des éléments chimiques (mais méconnaissance de la structure des atomes)



Dmitri Mendeleïev
(1834-1907)

Noyaux, particules

Un peu d'histoire

XIX^e siècle :

- Classification périodique des éléments (Mendeleïev 1869)

=> vision systématique (masse des atomes, comportement chimique périodique)

=> découverte progressive des éléments chimiques (mais méconnaissance de la structure des atomes)

D. Mendeleïev

	Ti=50	Fe=90	?=180		
	V=51	Nb=94	Sn=182		
	Cr=52	Mo=96	W=186		
	Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4		
	Fe=56	Ru=101,4	Sr=193		
	Ni-Co=59	Pd=106,6	Cd=112		
H=1	?=8	?=32	Cu=63,4	Ag=108	Hg=200
	Be=9	Mg=24	Zn=65,2	Bi=208	
	B=11	Al=27,4	?=68	Pb=207	As=75
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=120	Bi=208
	O=16	S=32	Se=78,4	Te=127	
	F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127	
	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Fr=201
	Ca=40	Sr=87,6	Ba=137	Pb=207	

Noyaux, particules

Tableau périodique des éléments chimiques

← nom de l'élément (**gaz**, **liquide** ou **solide** à 0°C et 101,3 kPa)
 ← numéro atomique
 ← symbole chimique
 ← masse atomique relative (ou celle de l'isotope le plus stable)
 [CIAAW "Atomic Weights 2013" + rev. 2015]

Groupe	I A	II A											III B	IV B	V B	VI B	VII B	0		
Période	1	2											13	14	15	16	17	18		
1	Hydrogène 1 H 1,00794																		Hélium 2 He 4,002602	
2	Lithium 3 Li 6,938	Béryllium 4 Be 9,0121831											Bore 5 B 10,811	Carbone 6 C 12,0106	Azote 7 N 14,006432	Oxygène 8 O 15,999	Fluor 9 F 18,9984032	Neon 10 Ne 20,1797		
3	Sodium 11 Na 22,98976928	Magnésium 12 Mg 24,304						VIII							Aluminium 13 Al 26,9815385	Silicium 14 Si 28,0855	Phosphore 15 P 30,97376209	Soufre 16 S 32,065	Chlore 17 Cl 35,453	Argon 18 Ar 39,948
4	Potassium 19 K 39,0983	Calcium 20 Ca 40,078	Scandium 21 Sc 44,955908	Titane 22 Ti 47,867	Vanadium 23 V 50,9415	Chrome 24 Cr 51,9961	Manganèse 25 Mn 54,938045	Fer 26 Fe 55,845	Cobalt 27 Co 58,933194	Nickel 28 Ni 58,6934	Cuivre 29 Cu 63,546	Zinc 30 Zn 65,38	Gallium 31 Ga 69,723	Germanium 32 Ge 72,630	Arsenic 33 As 74,921595	Sélénium 34 Se 78,971	Brome 35 Br 79,904	Krypton 36 Kr 83,798		
5	Rubidium 37 Rb 85,4678	Strontium 38 Sr 87,62	Yttrium 39 Y 88,90584	Zirconium 40 Zr 91,224	Niobium 41 Nb 92,90637	Molybdène 42 Mo 95,95	Technétium 43 Tc [98]	Ruthénium 44 Ru 101,07	Rhodium 45 Rh 102,90550	Palladium 46 Pd 106,42	Argent 47 Ag 107,8682	Cadmium 48 Cd 112,411	Indium 49 In 114,818	Étain 50 Sn 118,710	Antimoine 51 Sb 121,760	Tellure 52 Te 127,60	Jode 53 I 126,90547	Xénon 54 Xe 131,293		
6	Césium 55 Cs 132,905452	Baryum 56 Ba 137,327	Lanthanides 57-71		Hafnium 72 Hf 178,49	Tantale 73 Ta 180,94788	Tungstène 74 W 183,84	Rhénium 75 Re 186,207	Osmium 76 Os 190,23	Iridium 77 Ir 192,217	Platine 78 Pt 195,084	Or 79 Au 196,966569	Mercury 80 Hg 200,592	Thallium 81 Tl 204,3835	Plomb 82 Pb 207,2	Bismuth 83 Bi 208,98040	Polonium 84 Po [209]	Astato 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]	
7	Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	Actinides 89-103		Rutherfordium 104 Rf [261]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [269]	Bhérium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [277]	Meitnerium 109 Mt [278]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [282]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [286]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [289]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennesse 117 Ts [294]	Oganesson 118 Og [294]	
			Lanthane 57 La 138,90547	Cérium 58 Ce 140,116	Praséodyme 59 Pr 140,90766	Néodyme 60 Nd 144,242	Prométhium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150,36	Europium 63 Eu 151,964	Gadolinium 64 Gd 157,25	Terbium 65 Tb 158,92535	Dysprosium 66 Dy 162,500	Hoïmium 67 Ho 164,93033	Erbium 68 Er 167,259	Thulium 69 Tm 168,93422	Ytterbium 70 Yb 173,045	Lutécium 71 Lu 174,9668			
			Actinium 89 Ac [227]	Thorium 90 Th 232,0377	Protactinium 91 Pa 231,03688	Uranium 92 U 238,02891	Néptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Americium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkélium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendéleïevium 101 Md [258]	Nobélium 102 No [259]	Lavrencium 103 Lr [260]			

Périodicité du comportement chimique



Classification périodique des éléments aujourd'hui (118 éléments, 63 à l'époque de Mendeleïev)

Noyaux, particules

Un peu d'histoire

1896 :

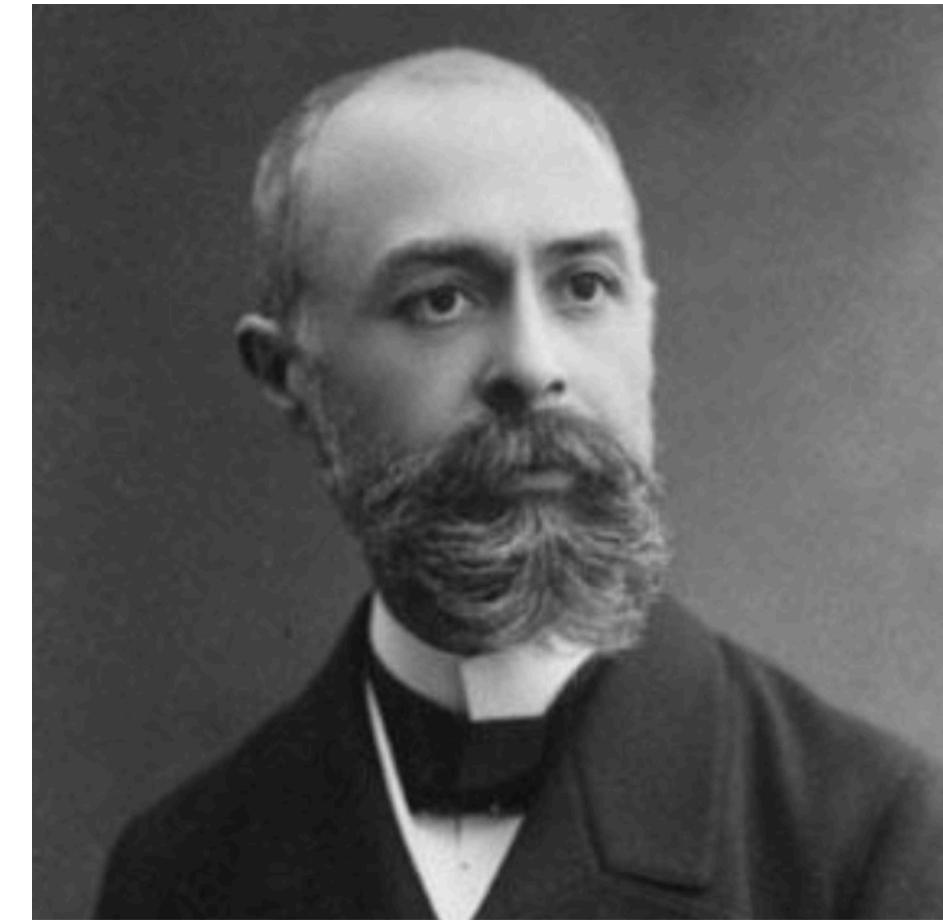
Découverte de la radioactivité (H. Becquerel)

1897 :

Découverte de l'électron (J. Thomson)

1899 :

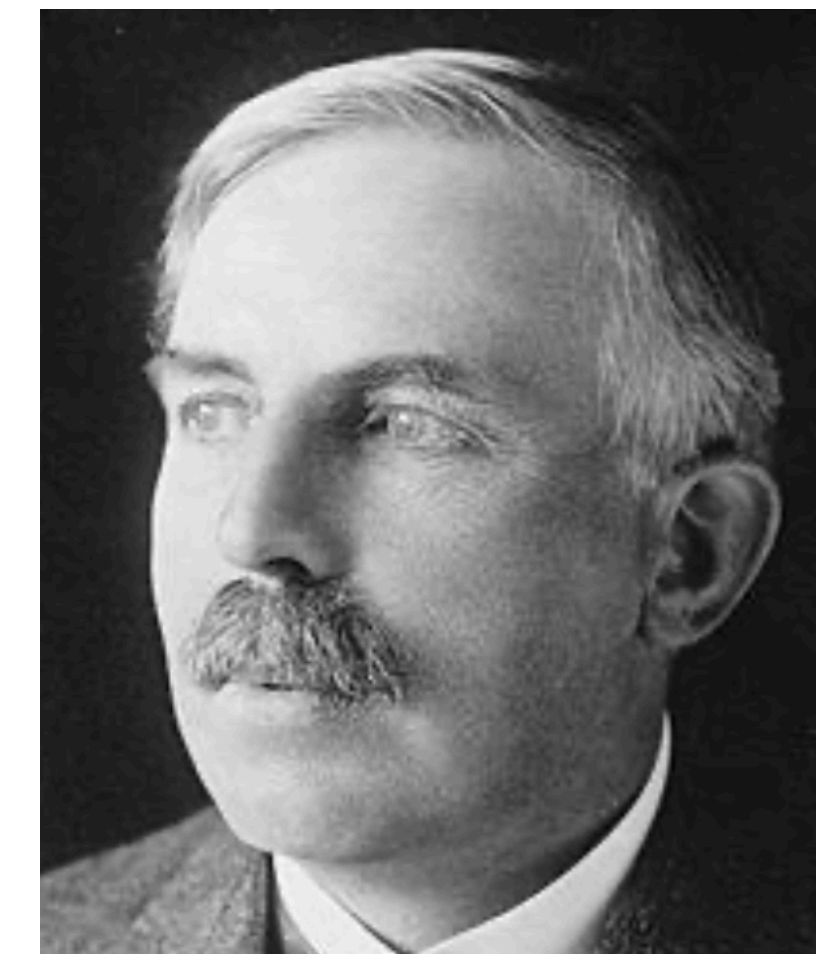
Découverte des particules α et β (E. Rutherford)



Henri Becquerel
(1852-1908)



Joseph Thomson
(1856-1940)



Ernest Rutherford
(1871-1937)

Noyaux, particules

Un peu d'histoire

1911 :

Découverte du noyau atomique (Rutherford)

1914 :

Découverte du proton (Rutherford)

1932 :

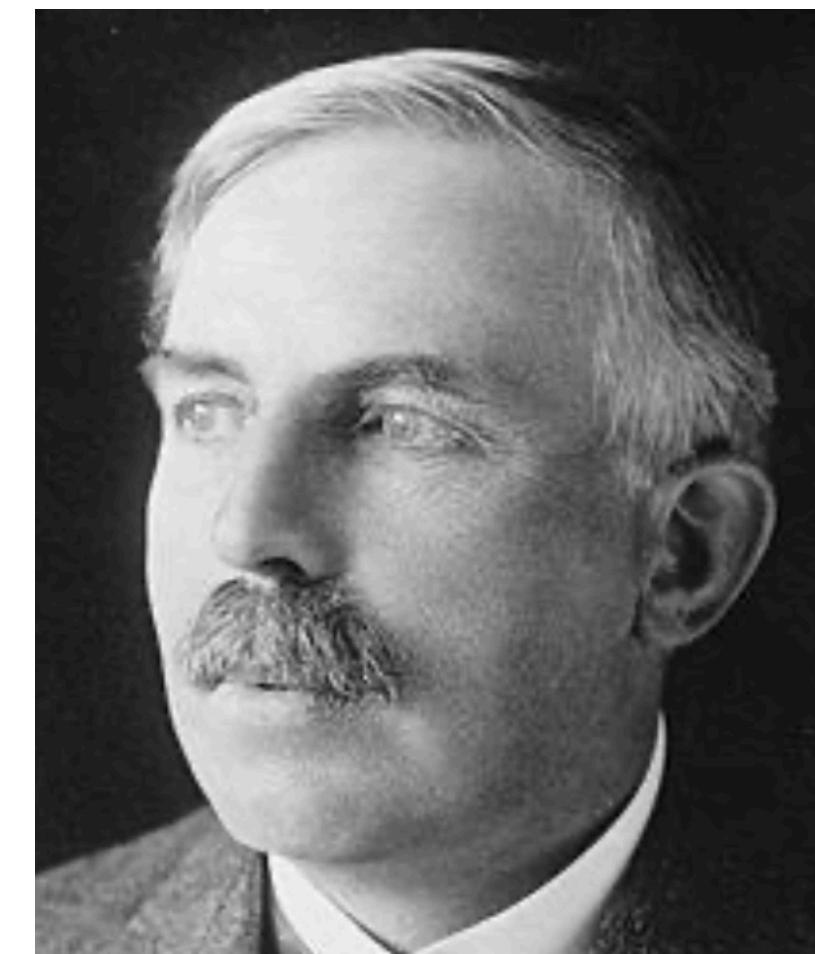
Découverte du neutron (James Chadwick),
et du positron (Carl Anderson)



James Chadwick
(1891-1974)



Carl Anderson
(1905-1991)



Ernest Rutherford
(1871-1937)

Noyaux, particules

Un peu d'histoire

1956 :

Découverte du neutrino (F. Reines et C. Cowan)

1963 :

Introduction des quarks (M. Gell-Mann)

... : plein d'autres particules exotiques (muon, pion, bosons, antiproton...)

2012 :

Mise en évidence (LHC) du boson de Higgs ou boson BEH pour Brout-Englert-Higgs introduit théoriquement en 1964



Frederic Reines
(1871-1937)



Clyde Cowan
(1919-1974)

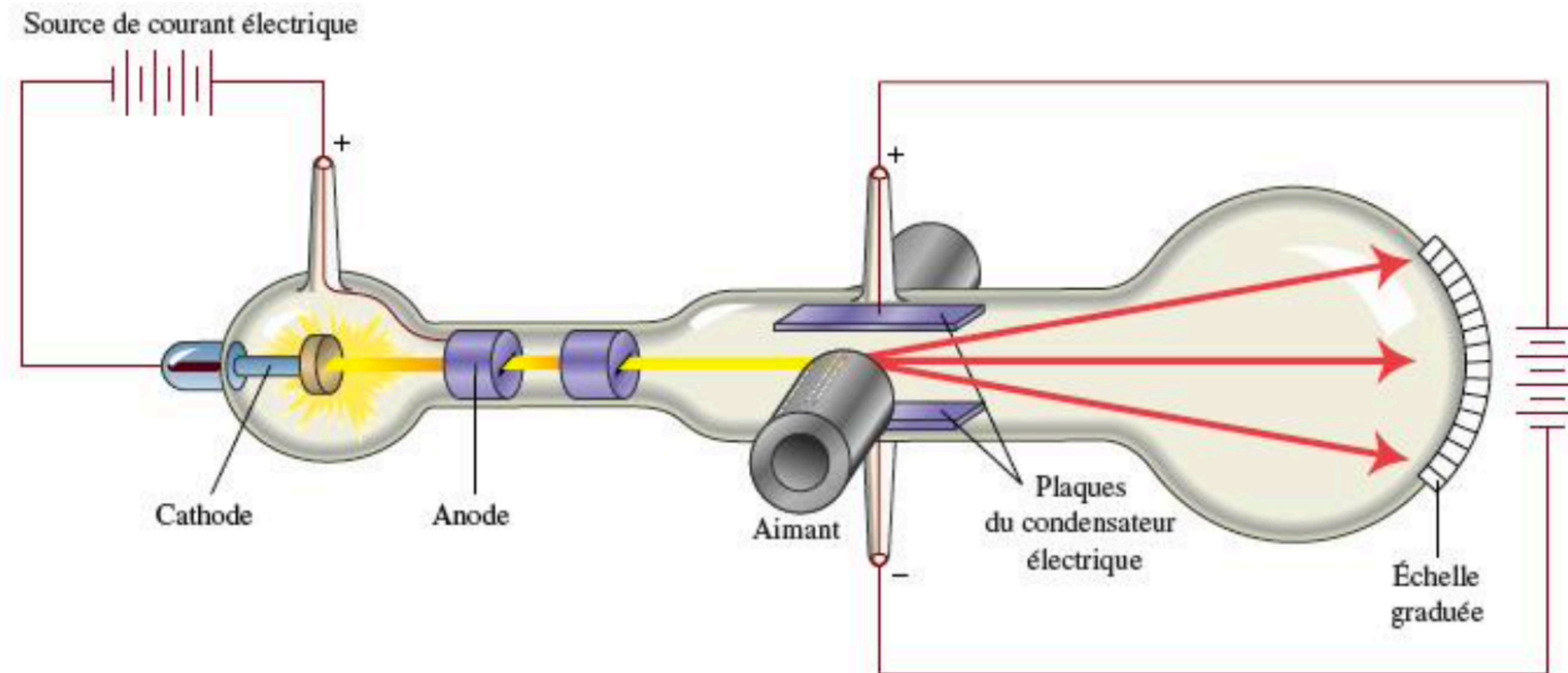


Murray Gell-Mann
(1929-2019)

Noyaux, particules

Un peu d'histoire

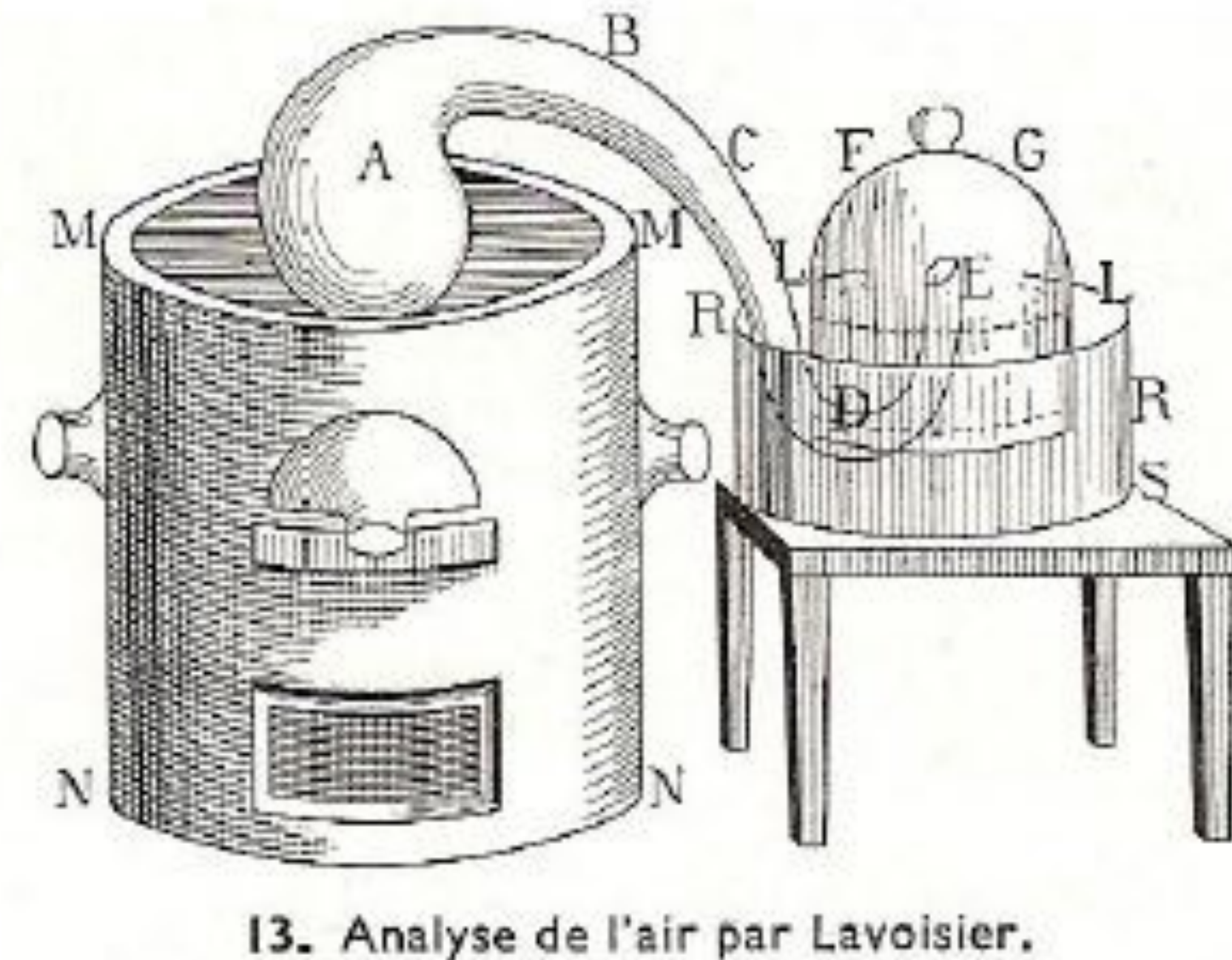
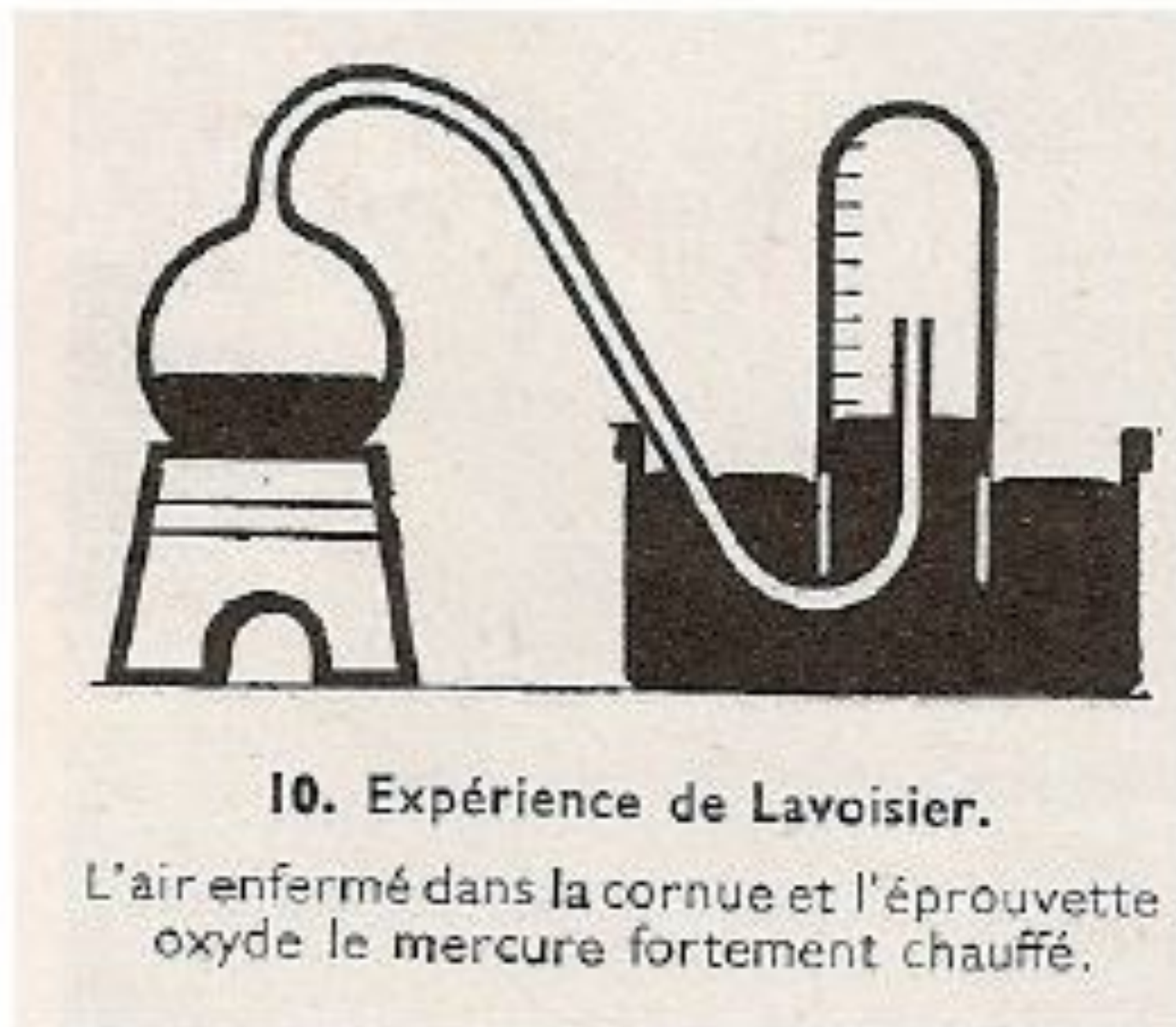
importance fondamentale de
l'instrumentation !!!



Noyaux, particules

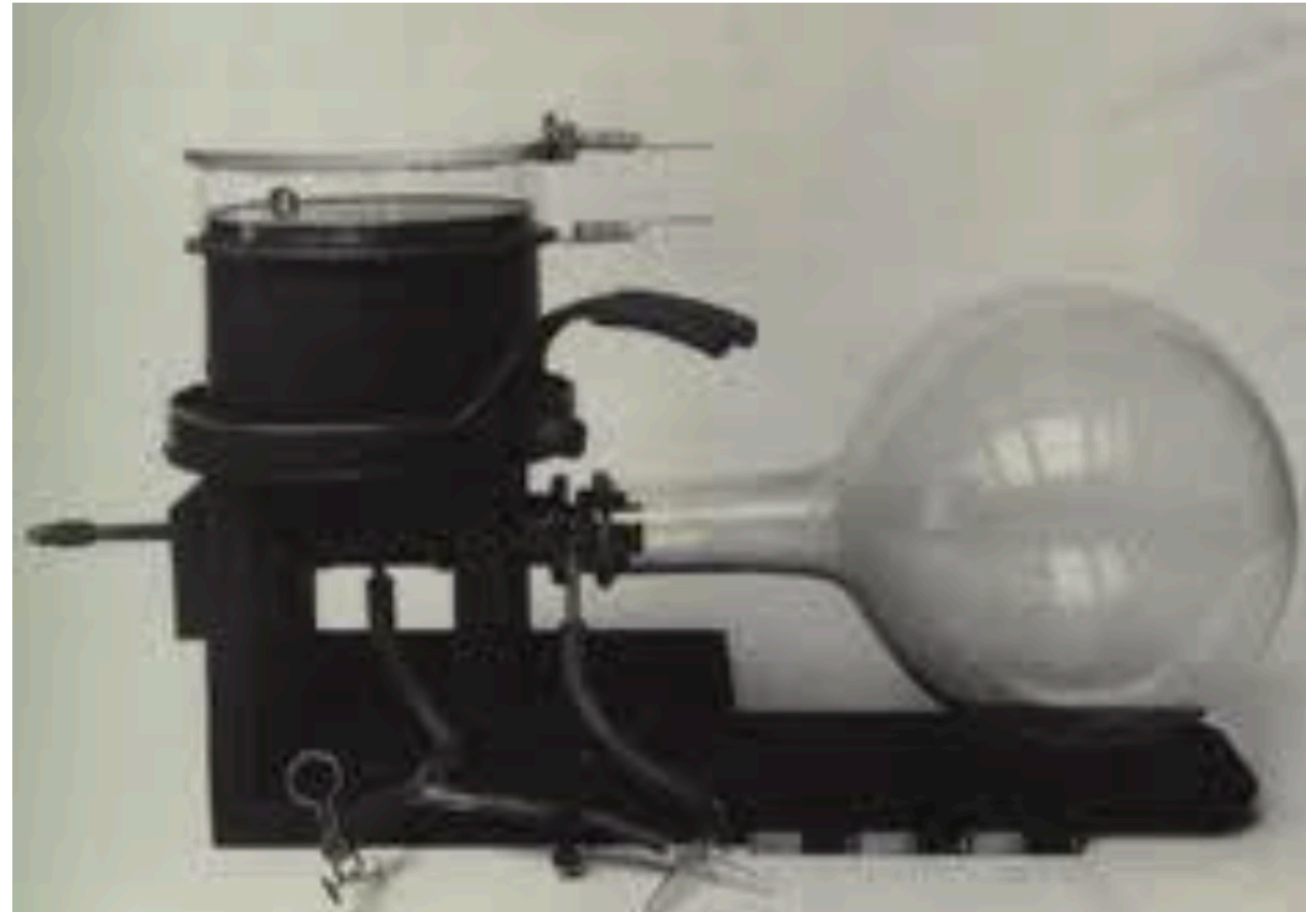
Un peu d'histoire

importance fondamentale de
l'instrumentation !!!



Noyaux, particules

Un peu d'histoire
**importance fondamentale de
l'instrumentation !!!**



Noyaux, particules

Un peu d'histoire

**importance fondamentale de
l'instrumentation !!!**

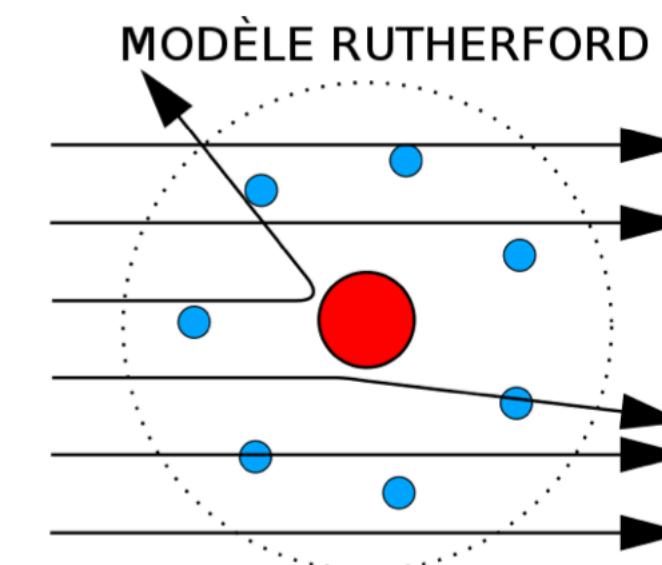
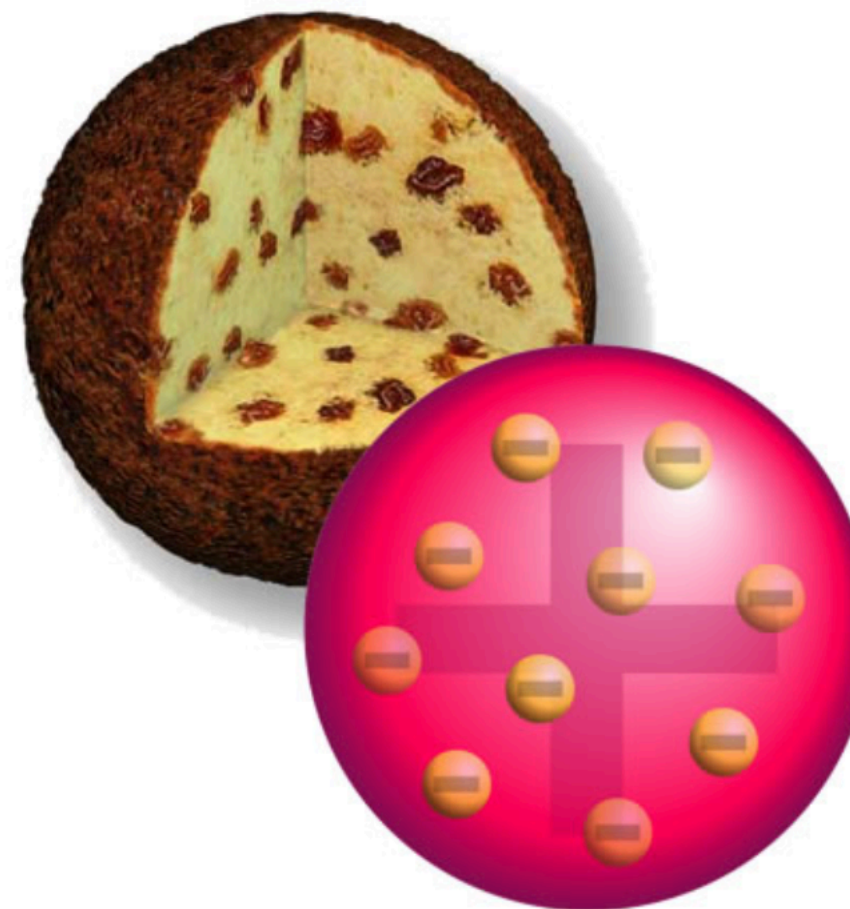
Toujours d'actualité !

**Mais plus imposant
maintenant...**

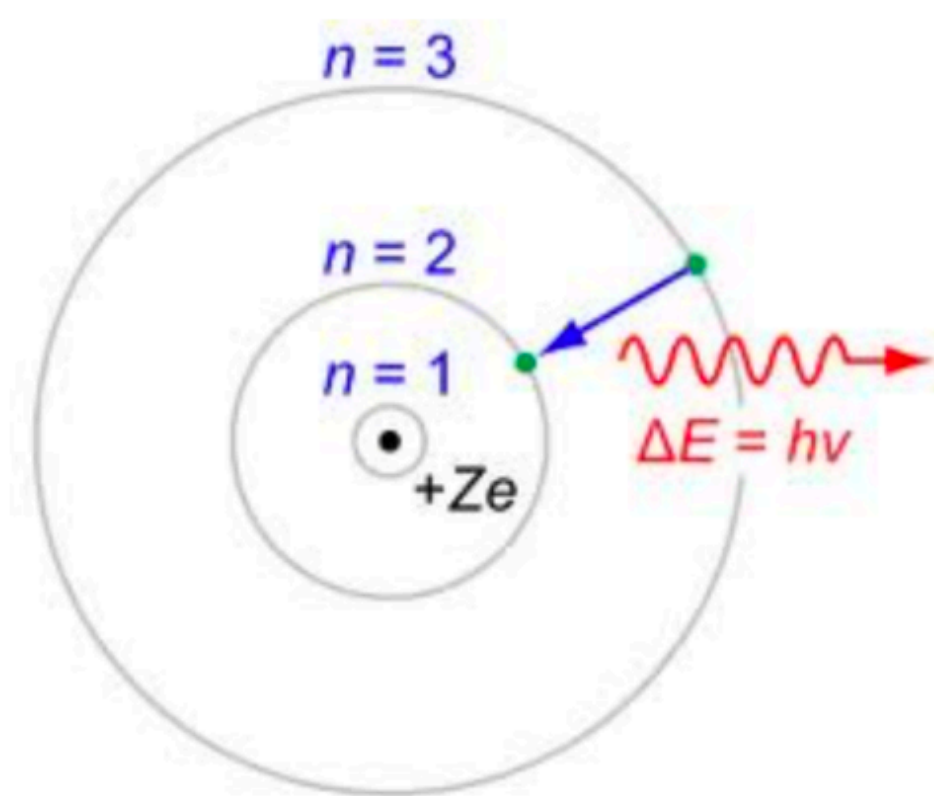
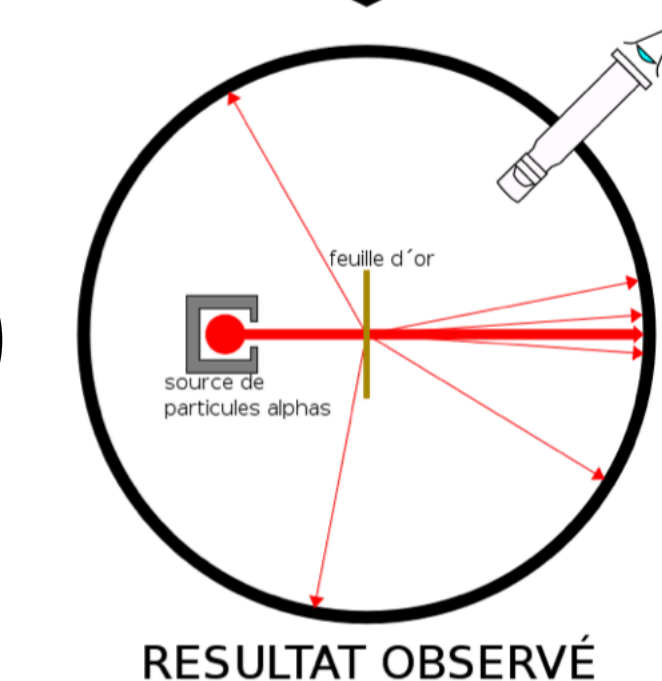


Variations de la conception du noyau au cours du temps

Modèle "plum pudding" (Thomson, 1904)



Modèle avec noyau (Rutherford, 1909)

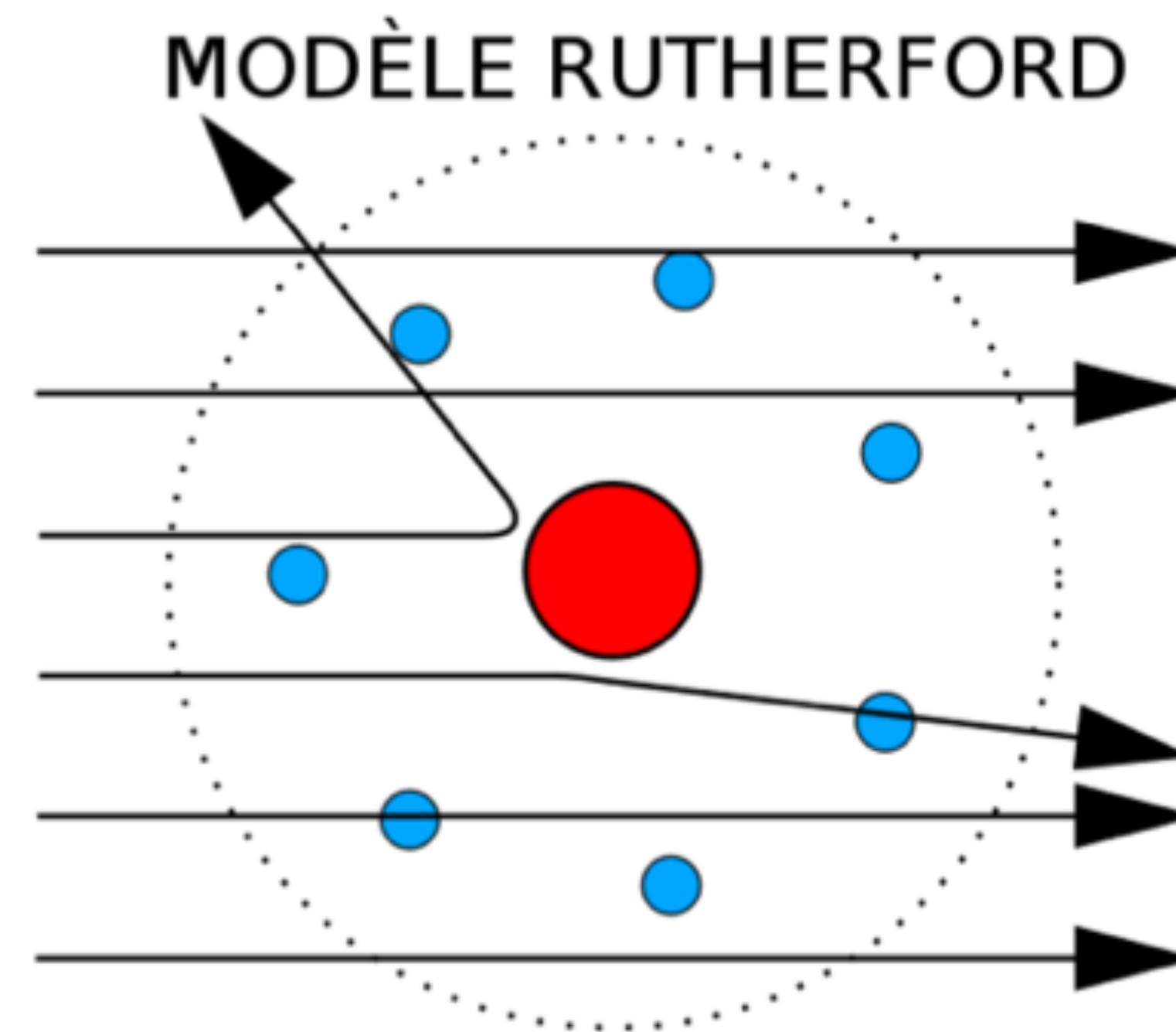
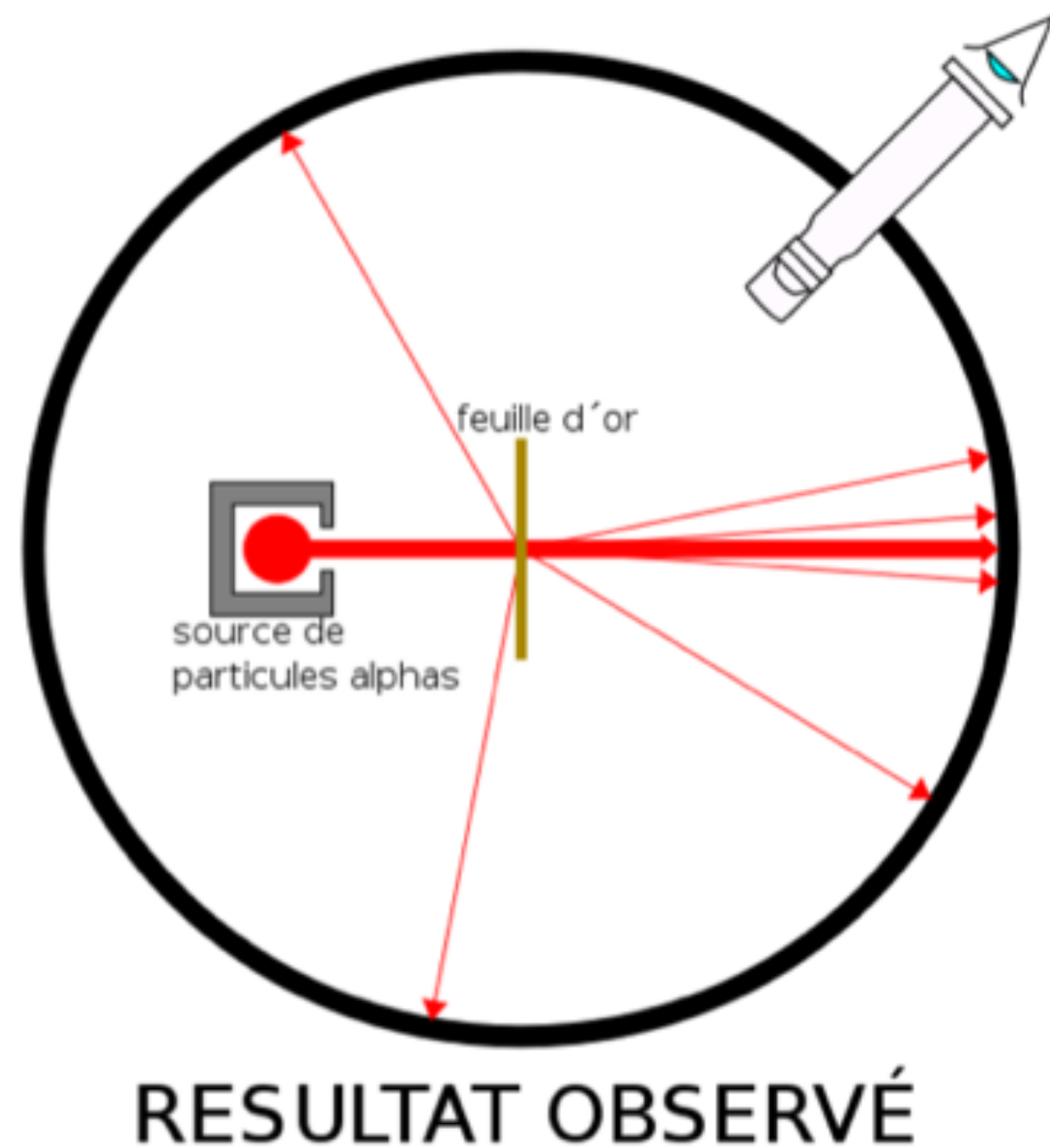


atome de Bohr

Modèle quantique (Bohr, 1913)

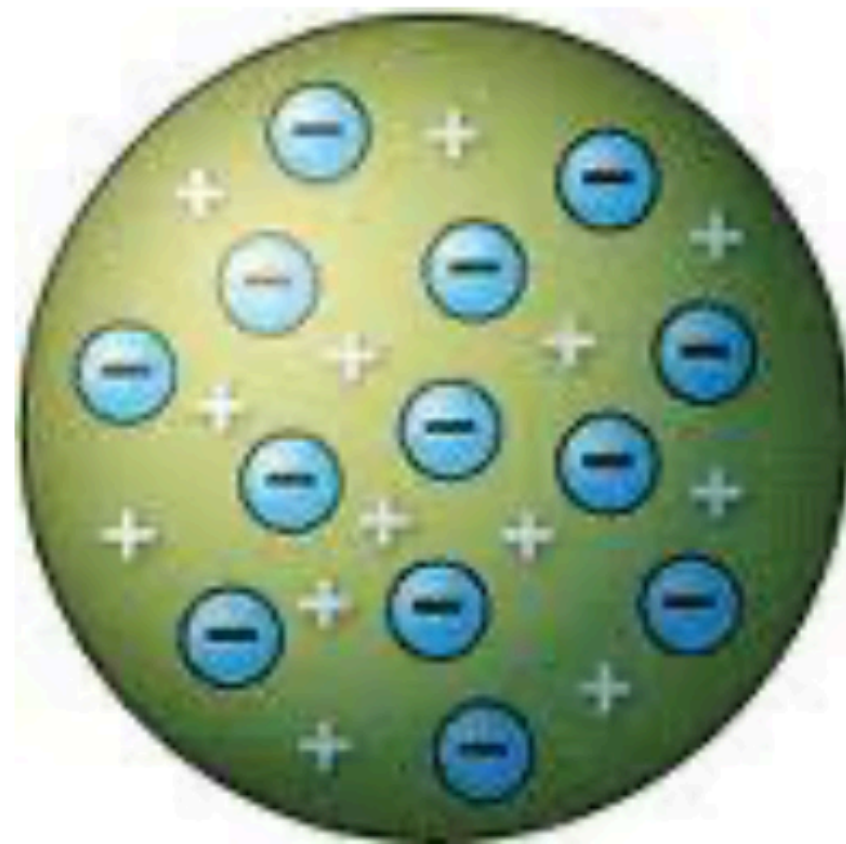
Variations de la conception du noyau au cours du temps

Modèle avec noyau (Rutherford, 1909)

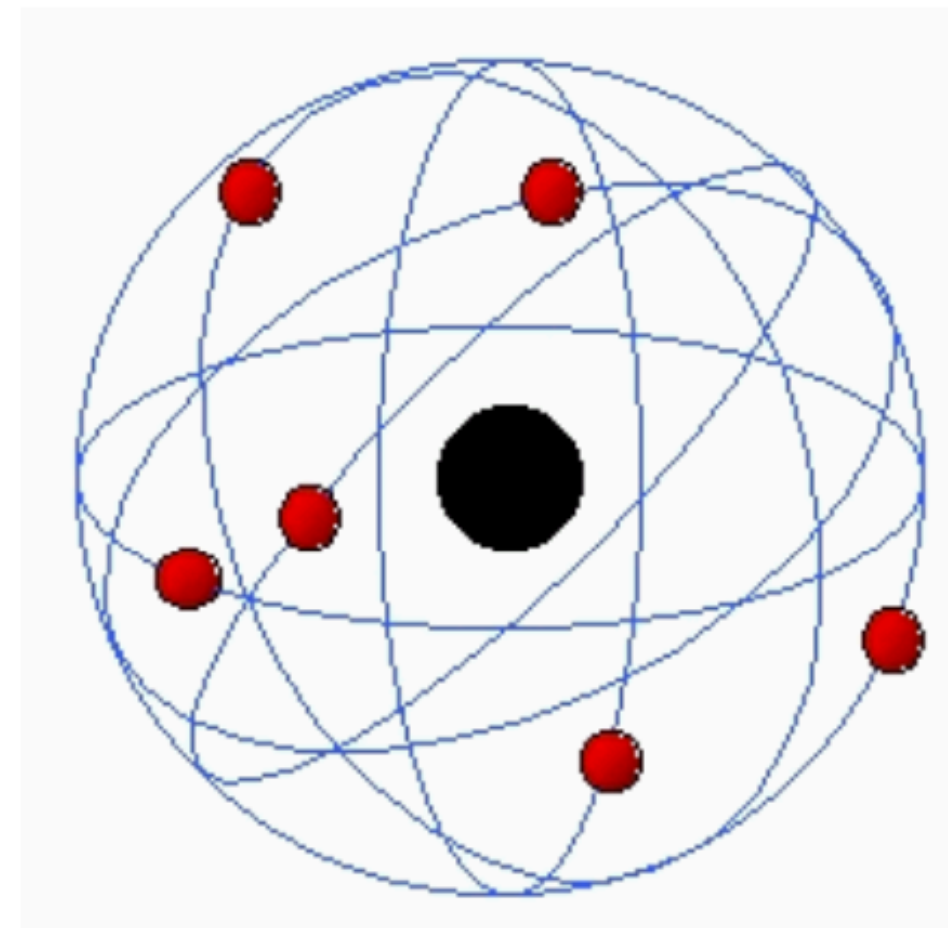


Variations de la conception du noyau au cours du temps

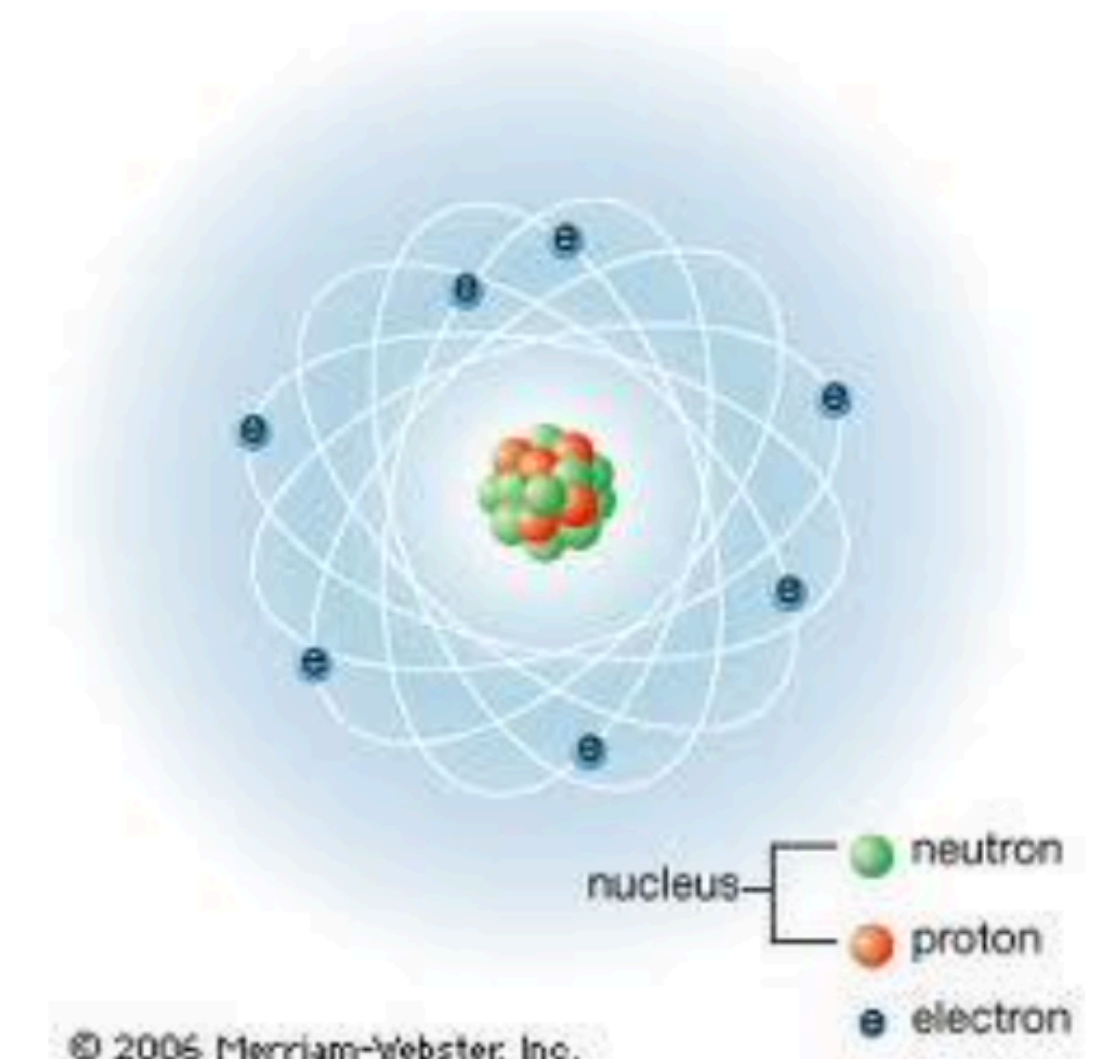
1898



1911

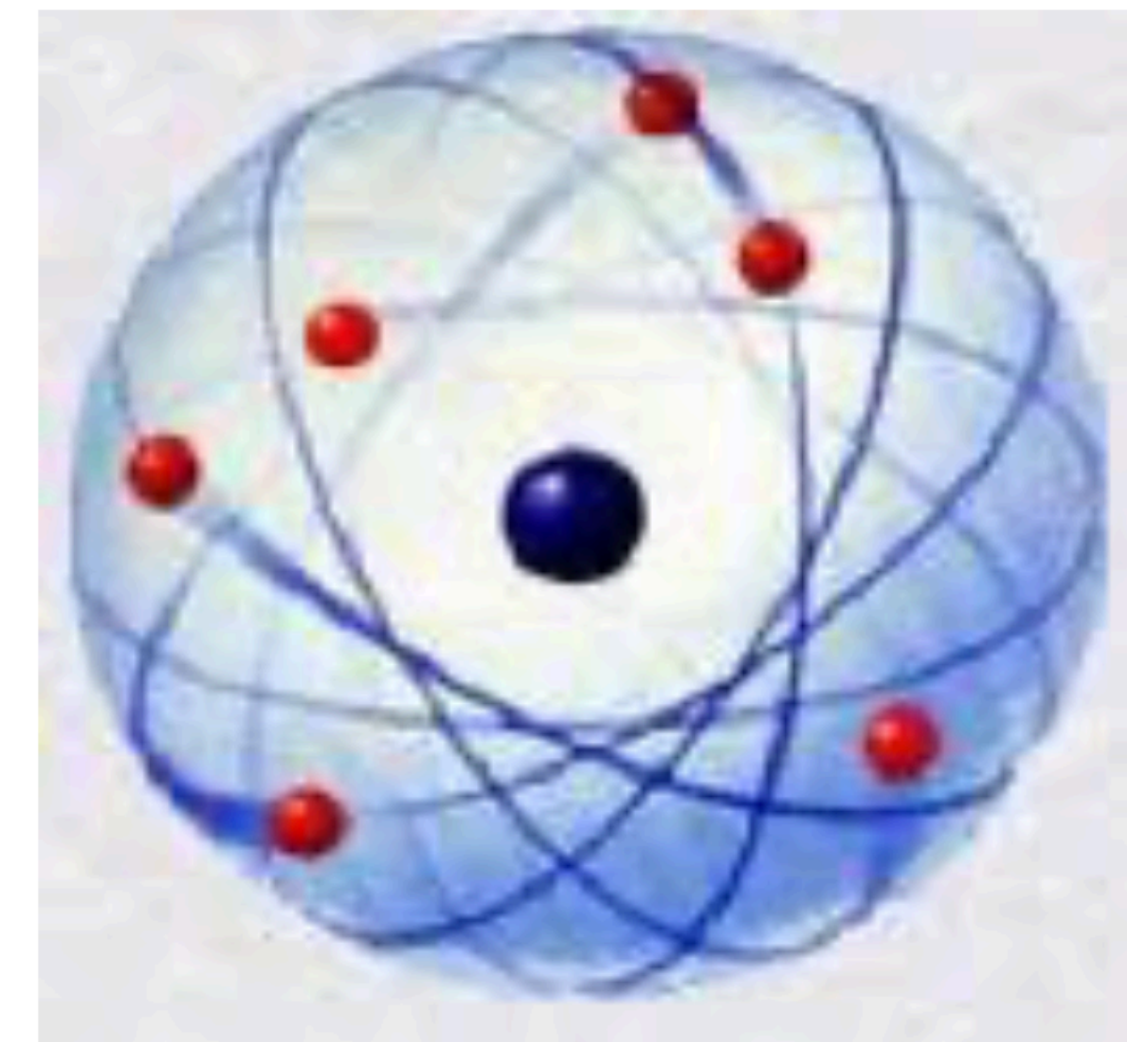
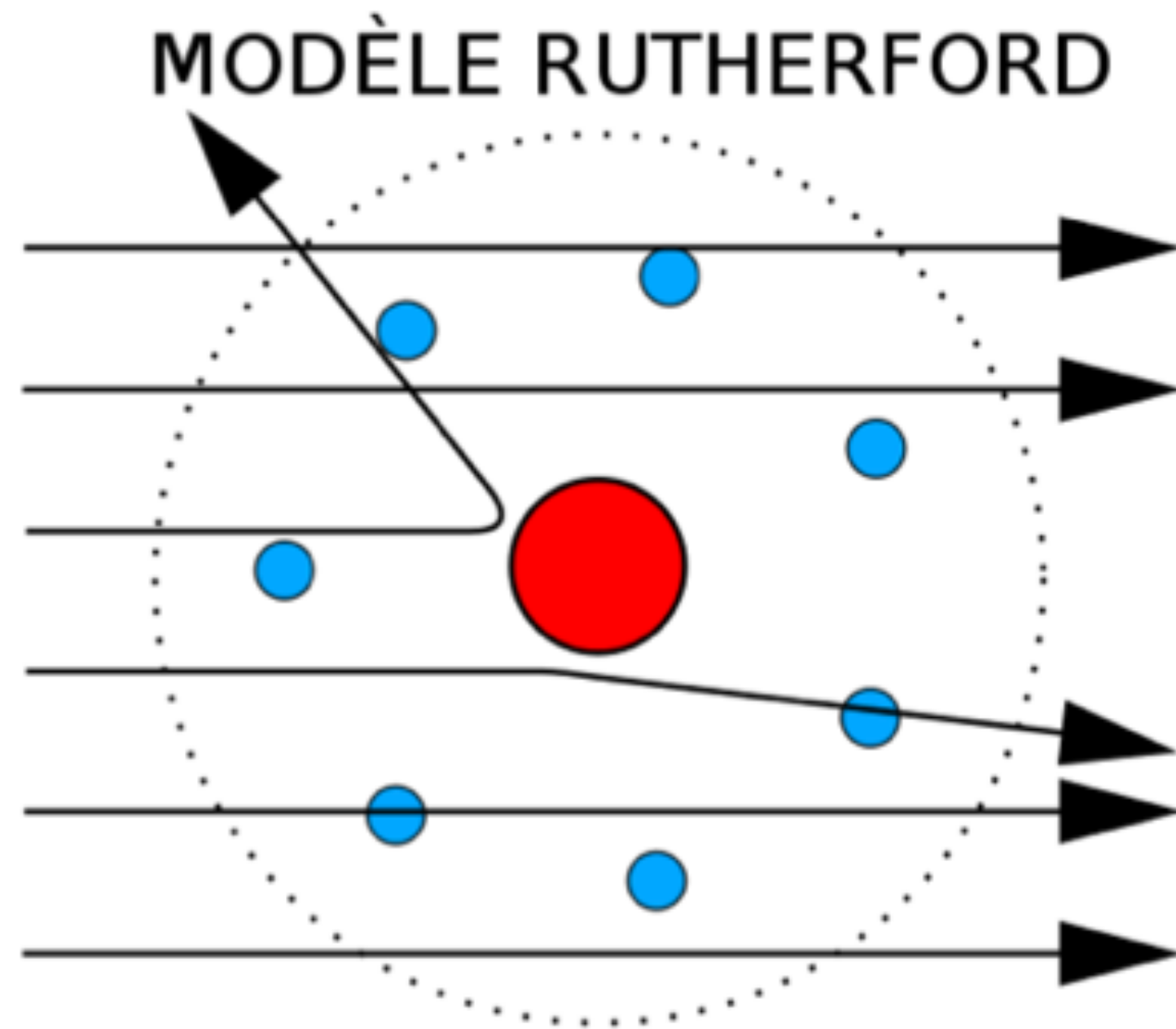


1932



Variations de la conception du noyau au cours du temps

Modèle avec noyau (Rutherford, 1909)



10^{-14} m

10^{-10} m

Modèle "standard"

masse →	$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.07 \text{ GeV}/c^2$	0	$\approx 126 \text{ GeV}/c^2$
charge →	$2/3$	$2/3$	$2/3$	0	0
spin →	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	0
	u up	c charm	t top	g gluon	H boson de Higgs
QUARKS	$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$	0	
	$-1/3$	$-1/3$	$-1/3$	0	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	d down	s strange	b bottom	γ photon	
	$0.511 \text{ MeV}/c^2$	$105.7 \text{ MeV}/c^2$	$1.777 \text{ GeV}/c^2$	$91.2 \text{ GeV}/c^2$	
	-1	-1	-1	0	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	e électron	μ muon	τ tau	Z^0 boson Z^0	
LEPTONS	$< 2.2 \text{ eV}/c^2$	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$	$80.4 \text{ GeV}/c^2$	
	0	0	0	± 1	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	ν_e neutrino électronique	ν_μ neutrino muonique	ν_τ neutrino tauique	W^\pm boson W^\pm	
					BOSONS DE JAUGE

Quelques caractéristiques

	Masse (kg)	Taille (m)	Charge
Proton	$1,67 \cdot 10^{-27}$	$0,8-0,9 \cdot 10^{-15}$	e
Neutron	$1,67 \cdot 10^{-27}$	$\sim 10^{-15}$	0
Electron	$9,10 \cdot 10^{-31}$	0	- e
Neutrino	$< 1,4 \cdot 10^{-36}$ $< 3,0 \cdot 10^{-31}$ $< 3,2 \cdot 10^{-29}$	0	0
Photon	0	0	0
Quark	$3,5 \cdot 10^{-30}$ à $3,1 \cdot 10^{-25}$	10^{-18}	$2e/3, -e/3$

Modèle "standard"

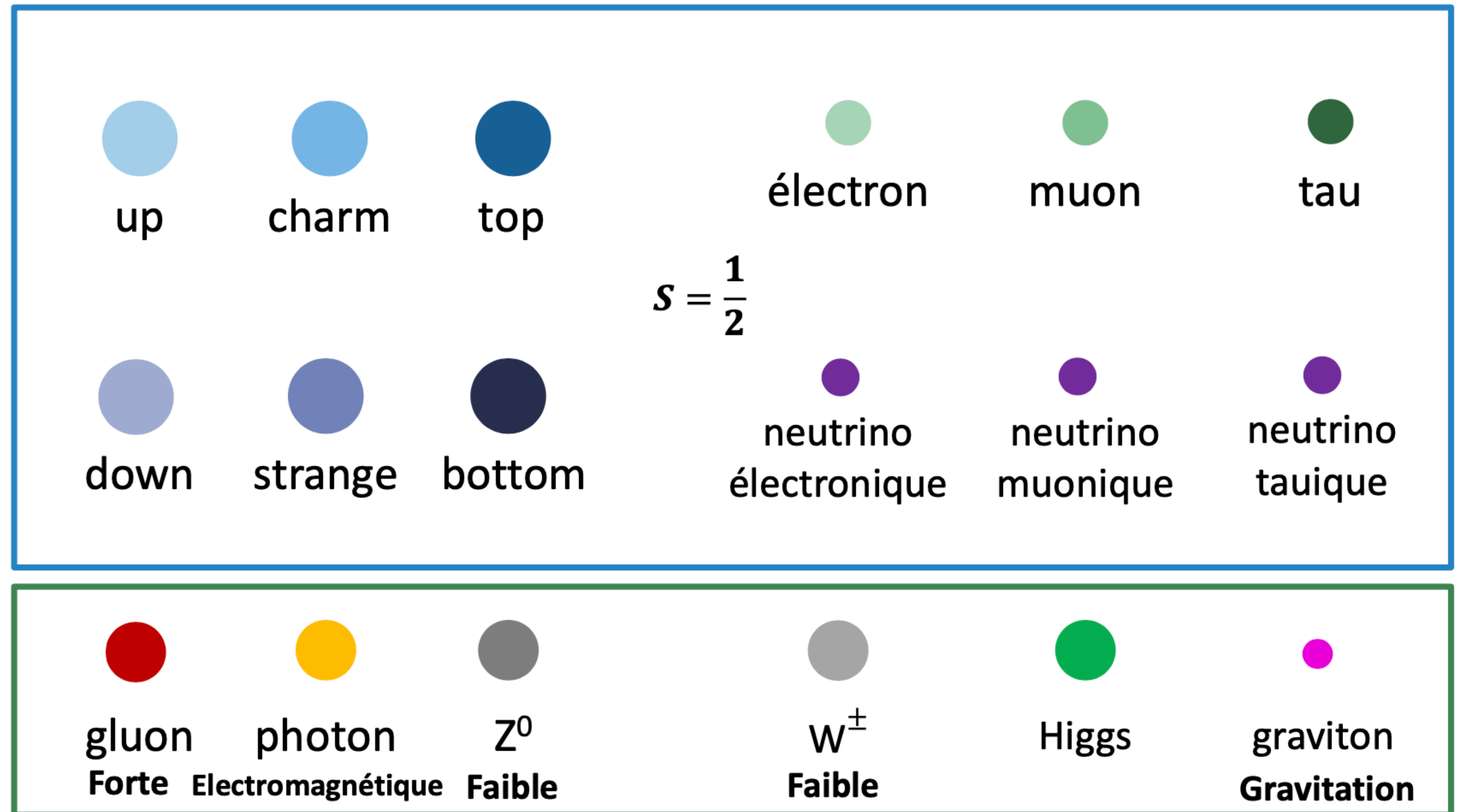
LE MODÈLE STANDARD DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES

Fermions

- Spin = demi-entier

Bosons

- Spin = entier
- Certains transportent les interactions



Modèle "standard"

Le spin ??

~ rotation de la particule sur elle-même...
en mécanique classique !

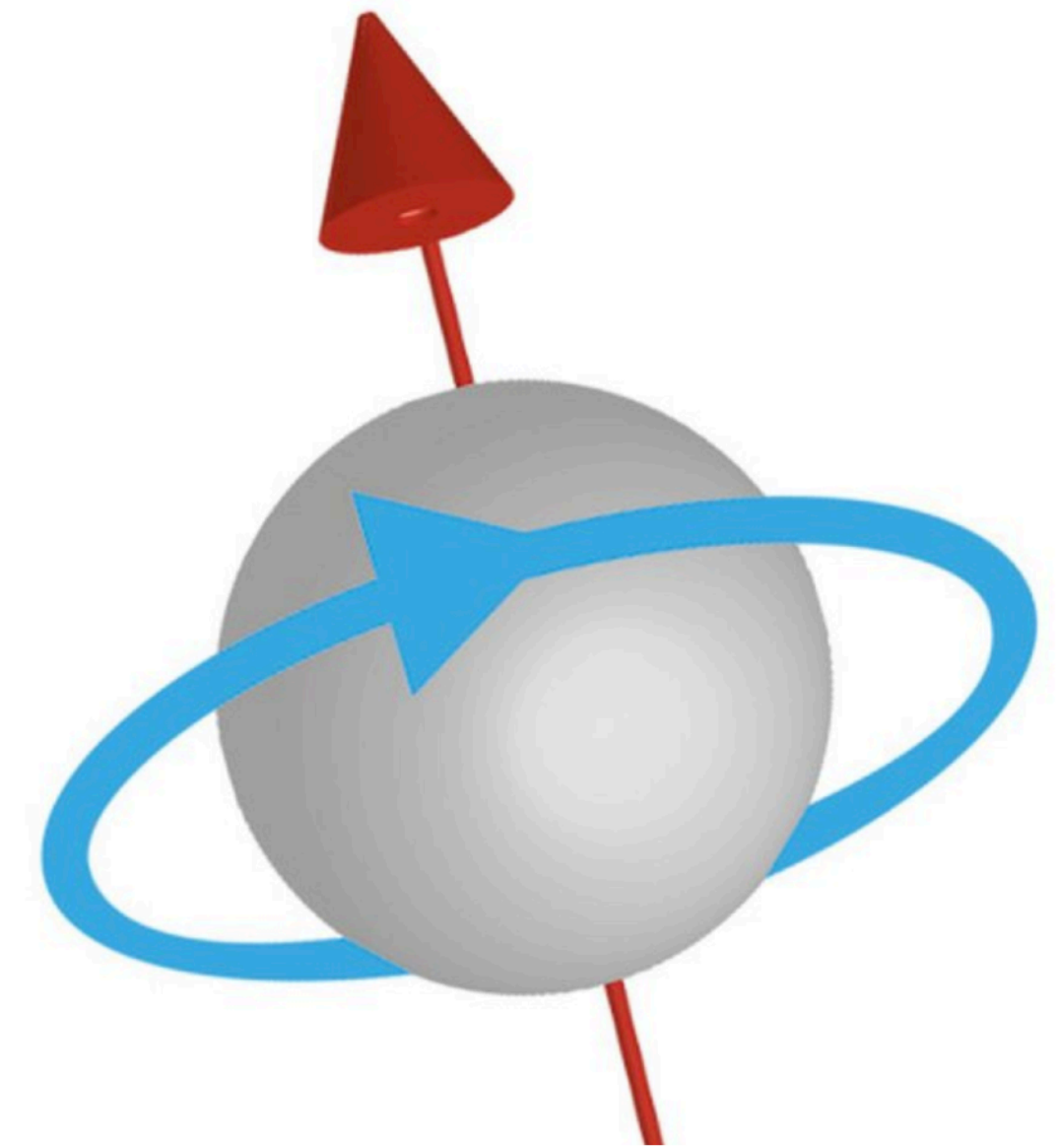
~ magnétisme

Spin demi entier (fermions)

=> impossible d'avoir 2 particules dans le
même état quantique

Spin entier (bosons)

=> accumulation possible de particules
dans le même état

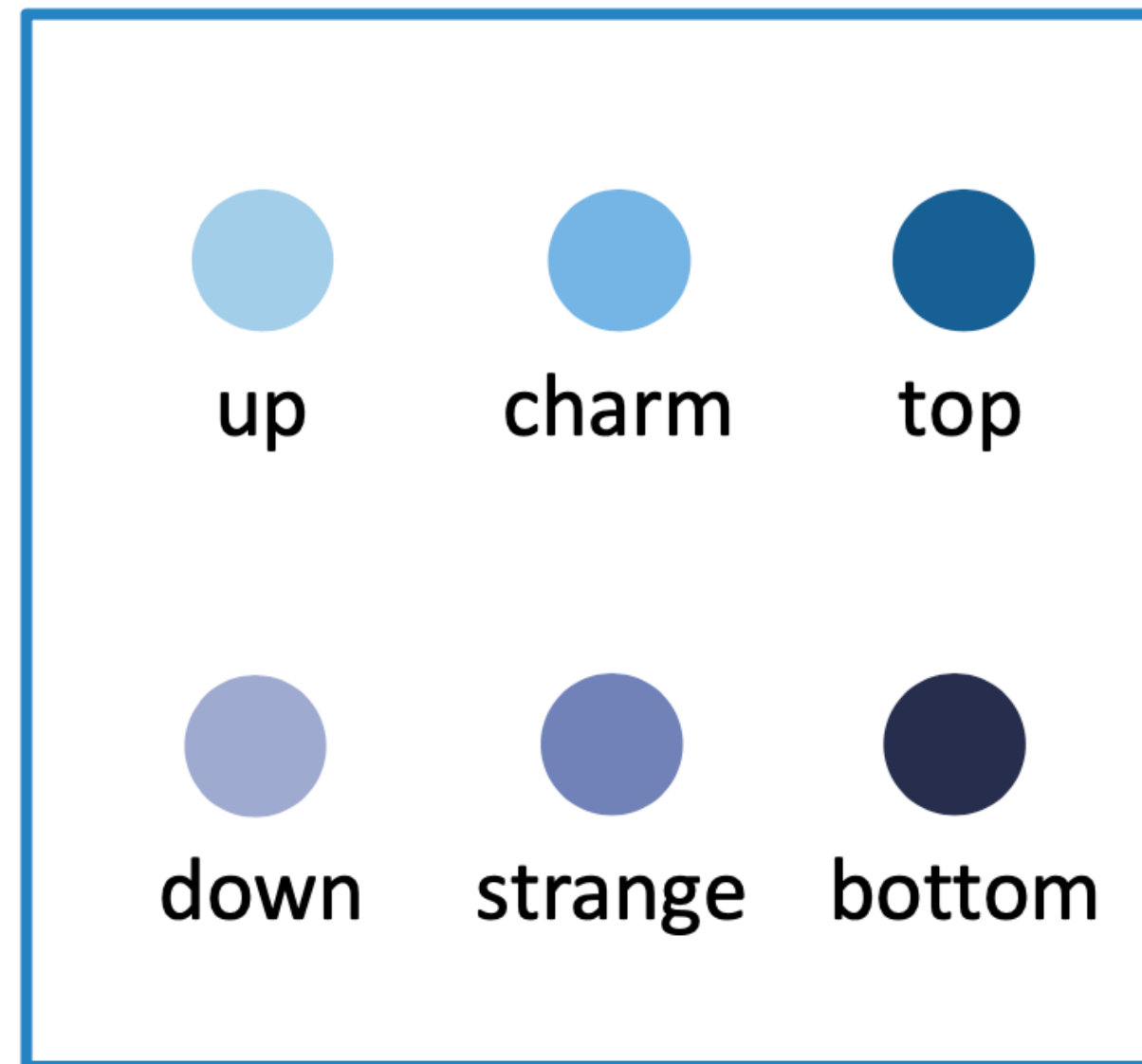


Modèle "standard"

LE MODÈLE STANDARD DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES

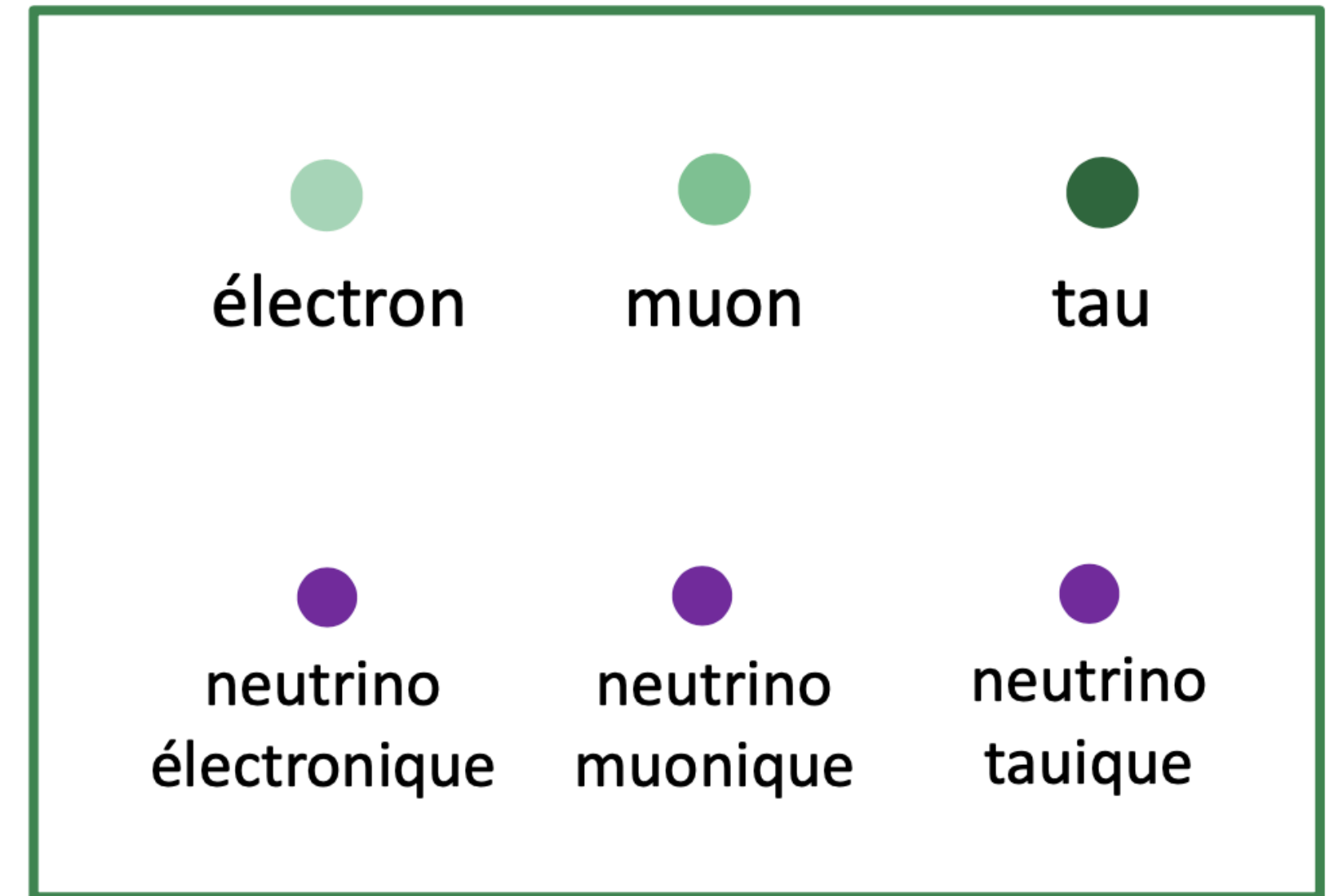
Quarks

- Sensibles aux interactions :
 - **Forte**
 - Électromagnétique
 - Faible
 - (Gravitationnelle)



Leptons

- Sensibles aux interactions :
 - Électromagnétique
 - Faible
 - (Gravitationnelle)

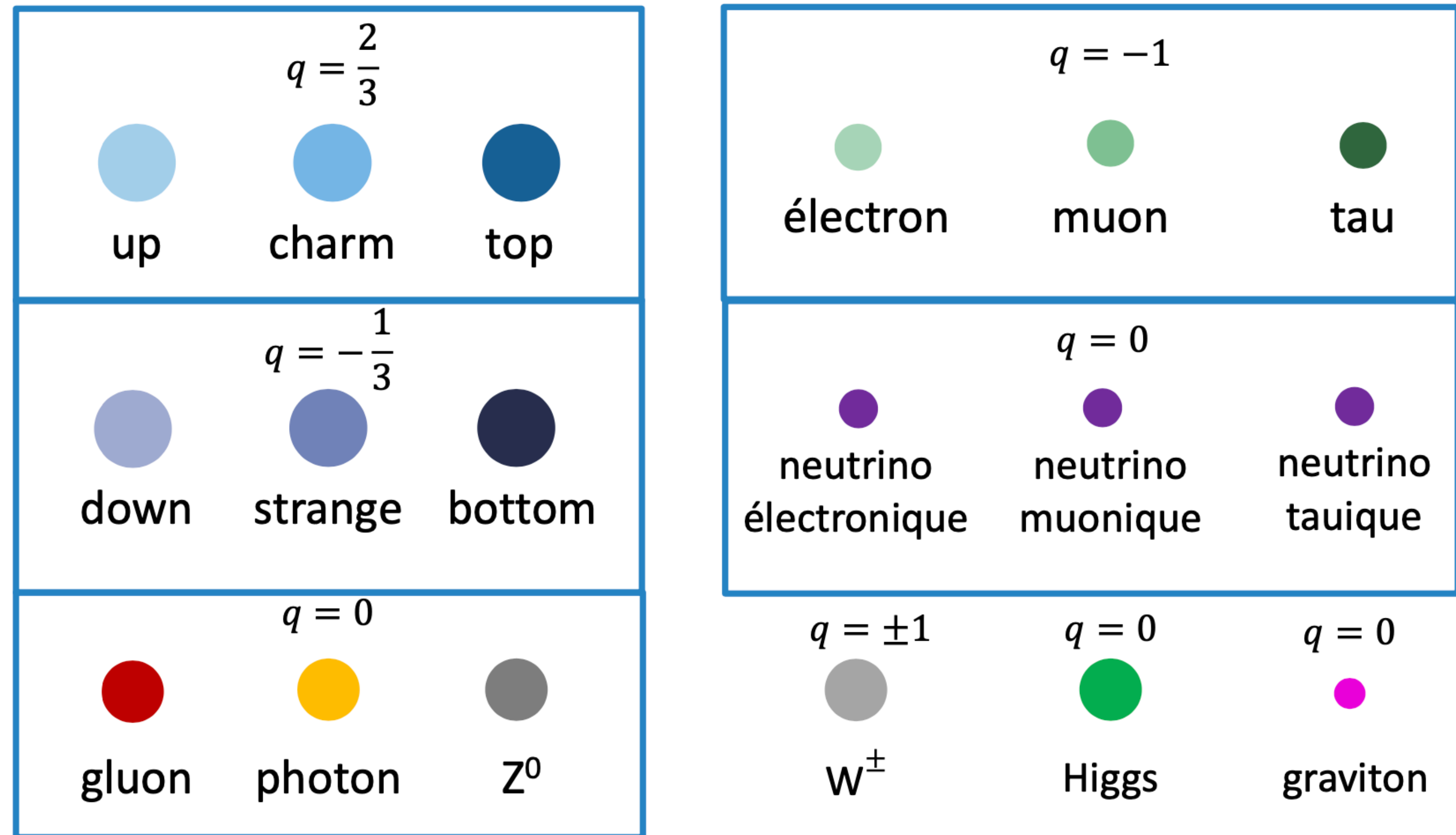


Modèle "standard"

LE MODÈLE STANDARD DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES

Interaction électromagnétique

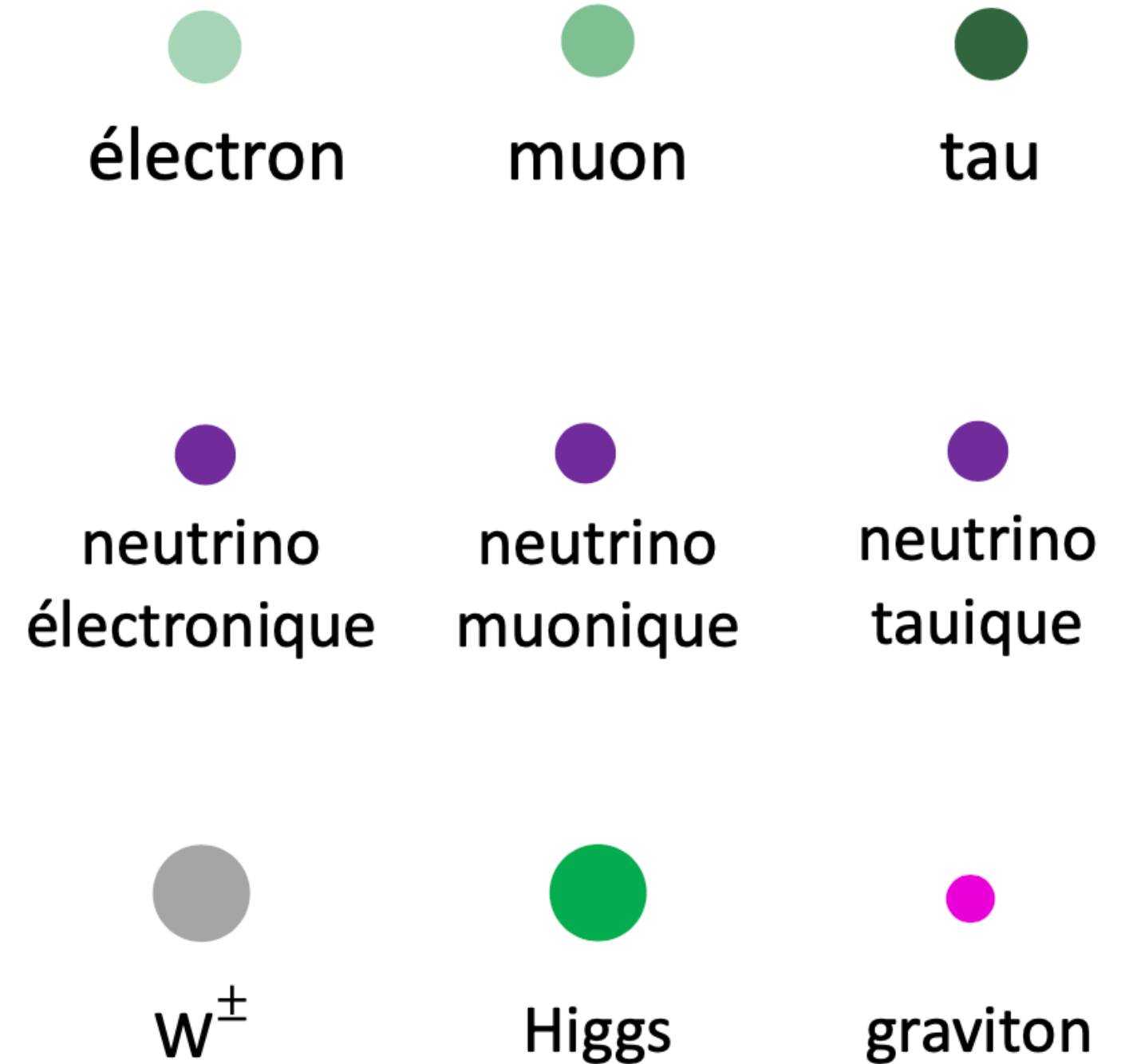
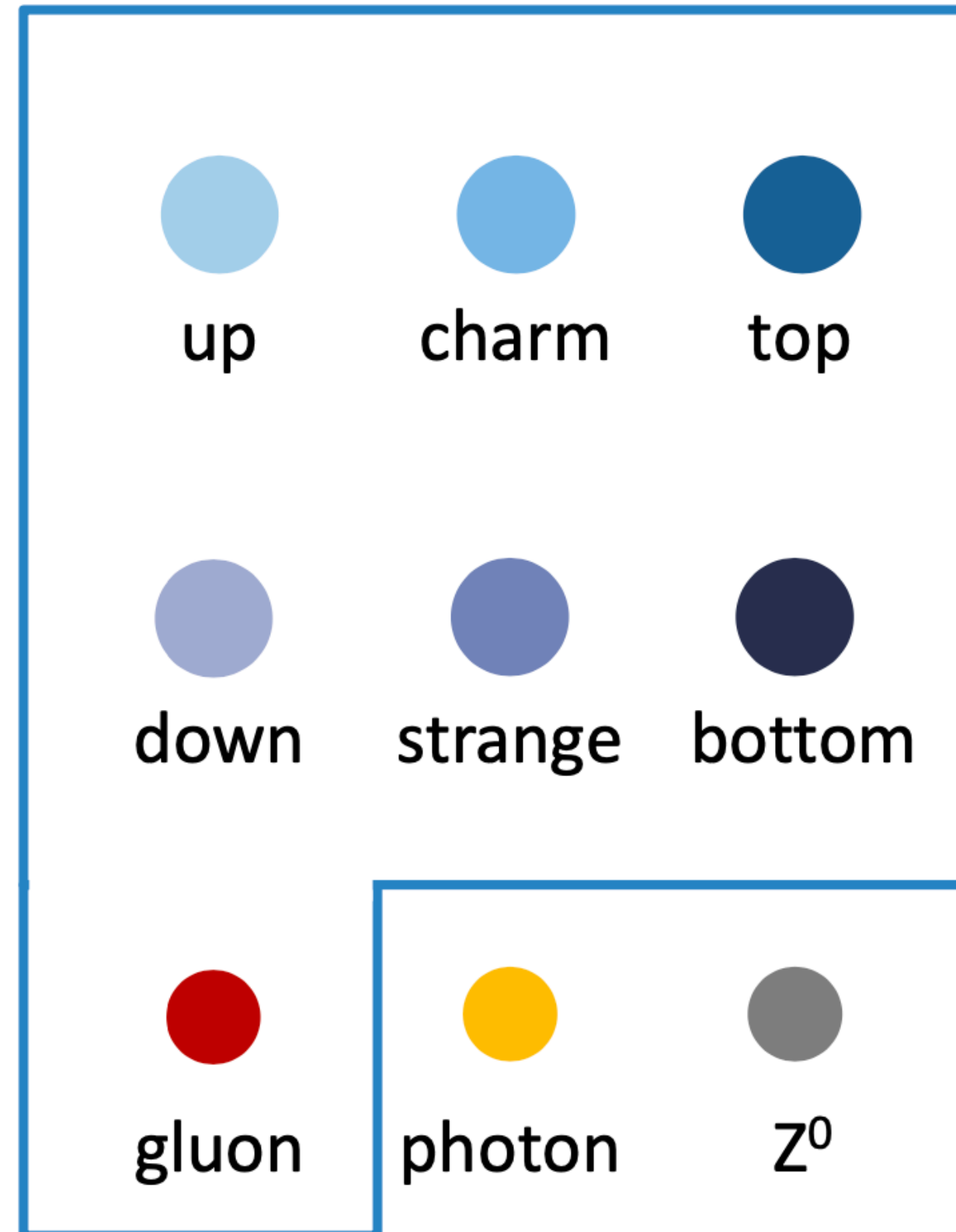
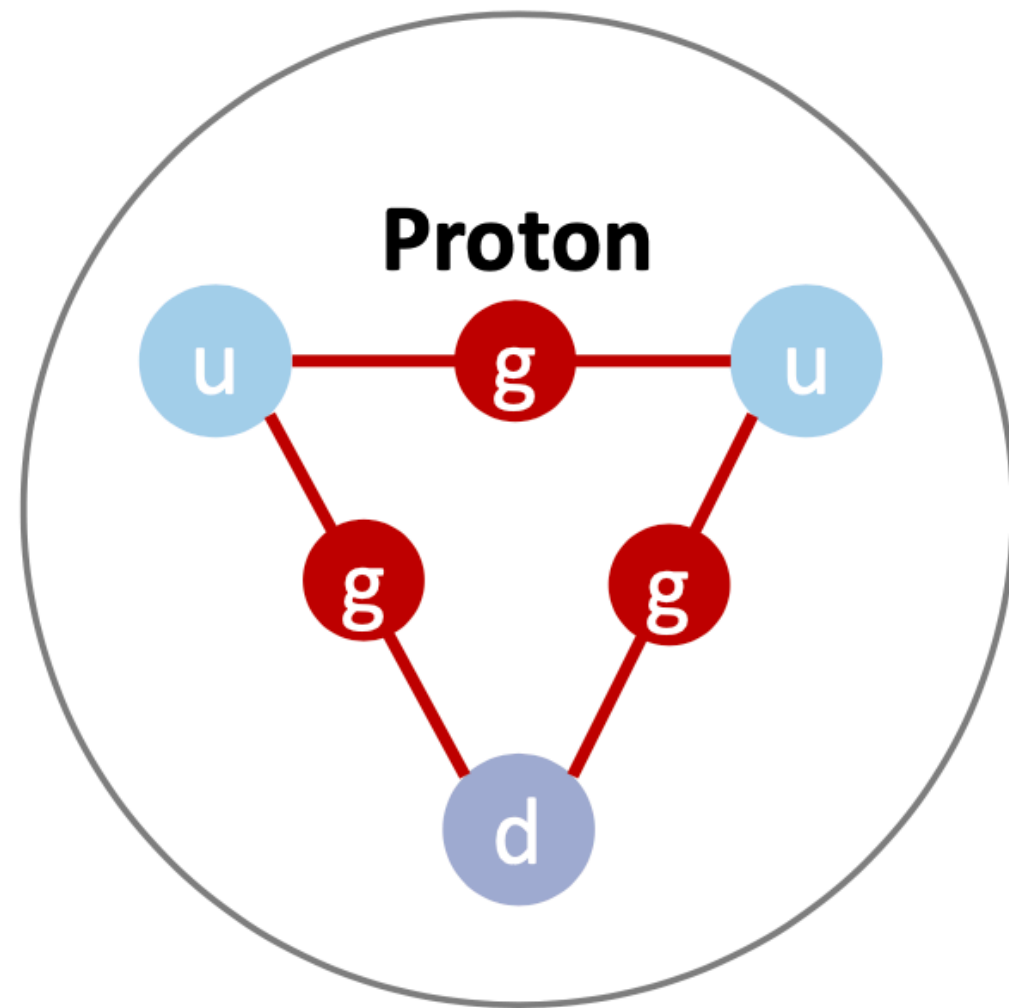
→ Charge électrique



Modèle "standard"

LE MODÈLE STANDARD DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES

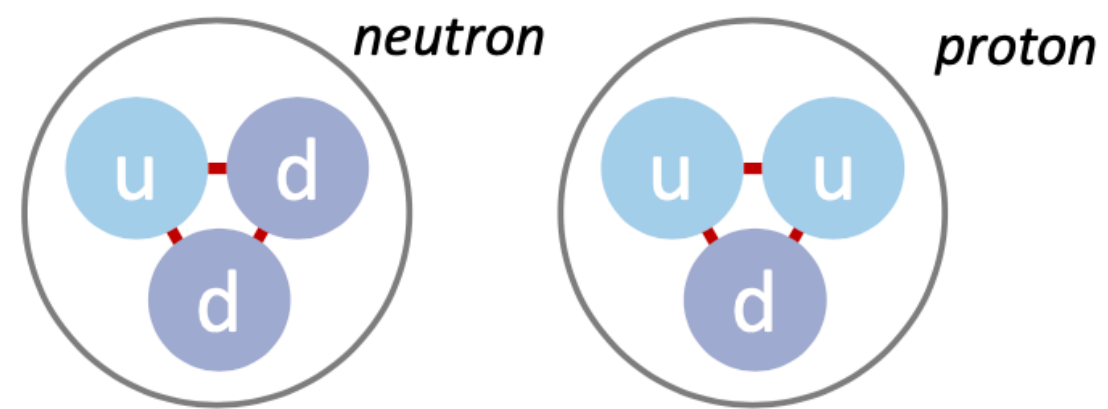
Quarks – forment des hadrons



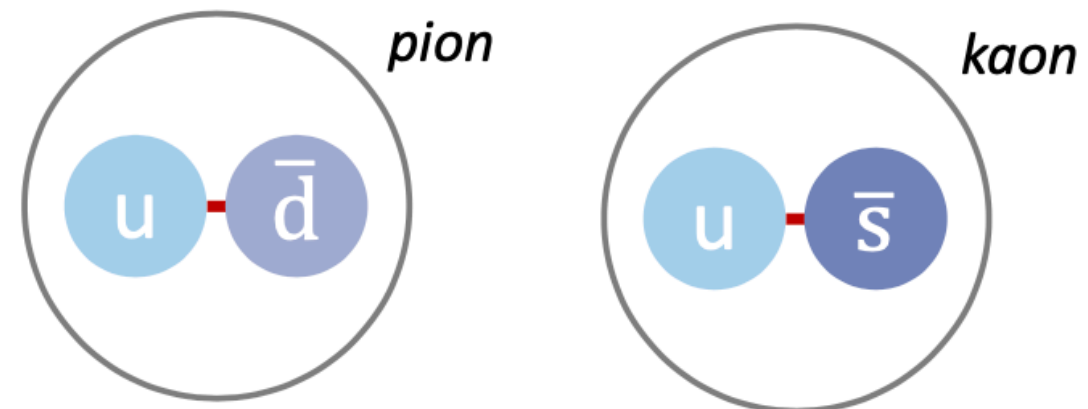
Modèle "standard"

LE MODÈLE STANDARD DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES

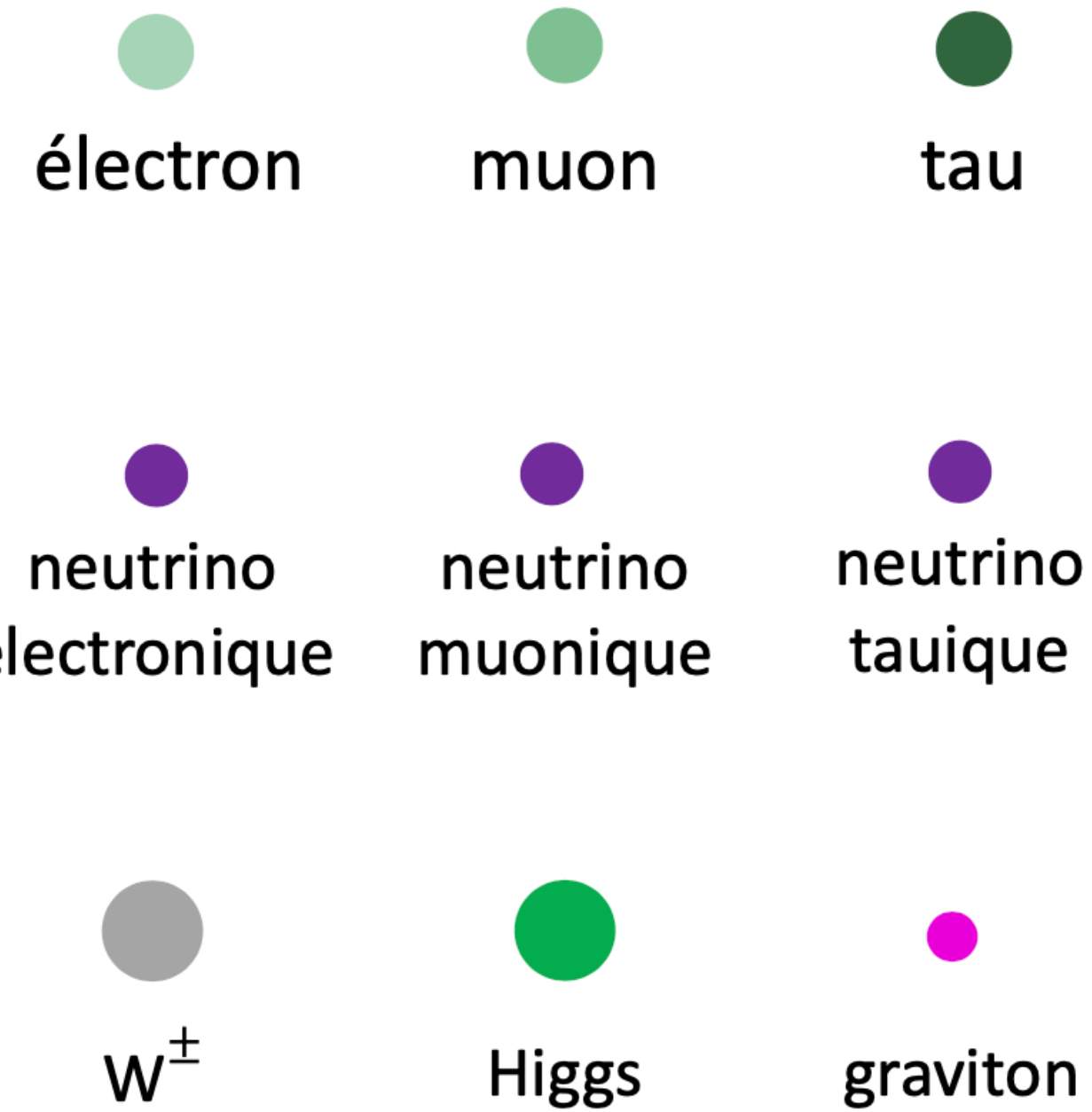
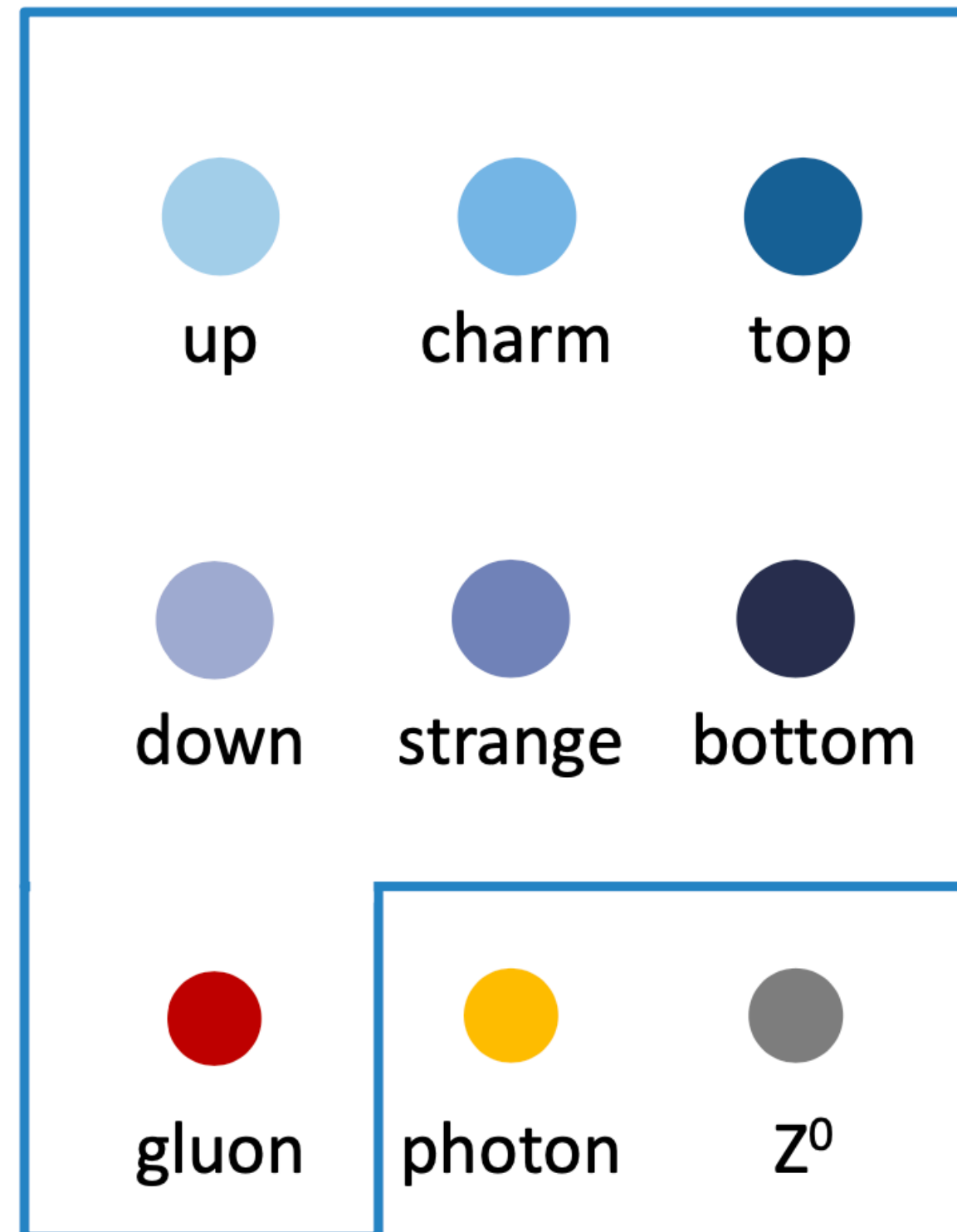
Quarks – forment des hadrons



Baryons = 3 quarks



Mésons = 2 quarks





















Modèle "standard"

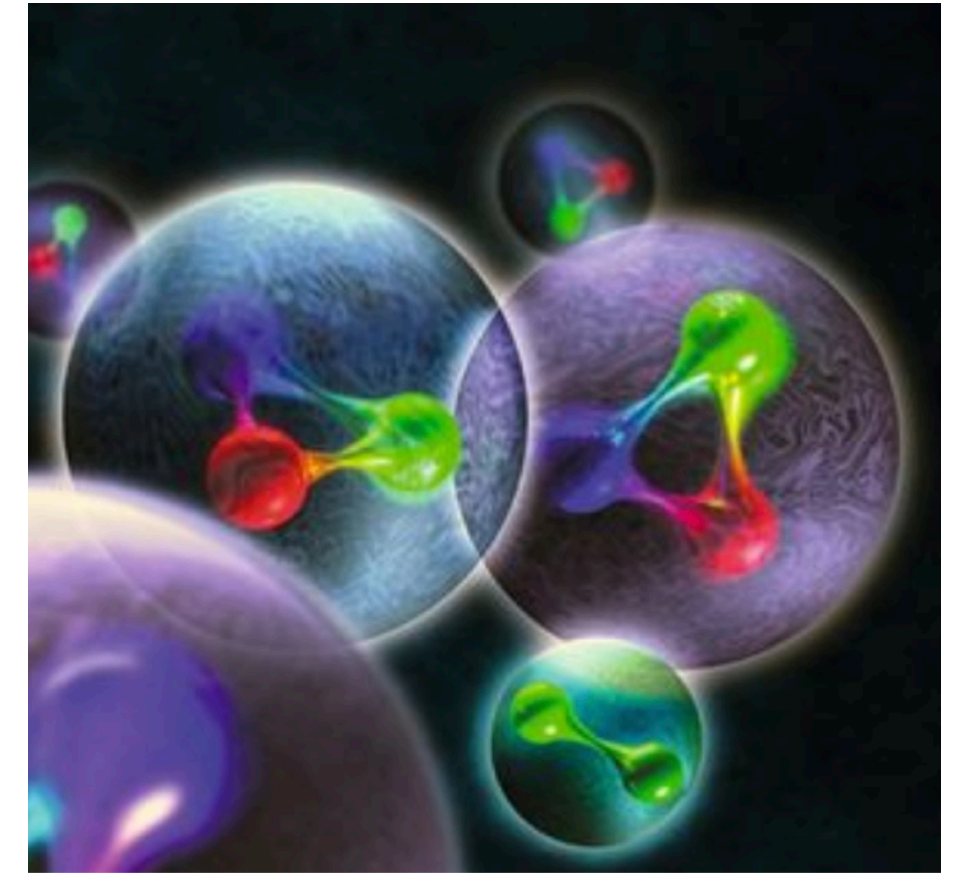
LE MODÈLE STANDARD DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES

Masse des particules

Plus la masse est élevée,
plus la particule est instable...

2,3 MeV	1,3 GeV	173 GeV	511 keV	106 MeV	1,8 GeV
					
up	charm	top	électron	muon	tau
4,8 MeV	95 MeV	4,2 GeV	≈ 0	≈ 0	≈ 0
					
down	strange	bottom	neutrino électronique	neutrino muonique	neutrino tauique
0	0	91 GeV	80 GeV	126 GeV	0
					
gluon	photon	Z ⁰	W [±]	Higgs	graviton

Modèle "standard" = lego de particules



fermions : particules de spin demi-entier

bosons : particules de spin entier

hadrons : particules composites de 2 ou 3 quarks, sensible à l'interaction forte

baryons : particules composites de 3 quarks (ce sont des hadrons ; et spin demi-entier => fermions)

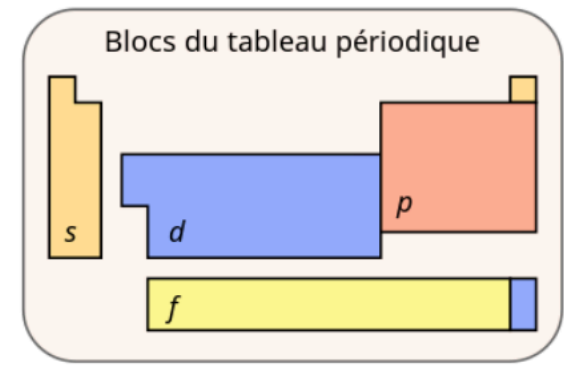
leptons : particules de spin demi-entier, non sensible à l'interaction forte

Tableau périodique des éléments

Groupe → I A
Période ↓ 1

VIII A
18

1	<div data-bbox="716 187 2049 440" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>états d'oxydation (valeurs les plus courantes en gras)</p> <p>1^{ère} énergie d'ionisation (en kJ/mol)</p> <p>électronégativité (Pauling)</p> <p>configuration électronique</p> <p>électrons par niveau d'énergie</p> </div>																2	III B	IV B	V B	VI B	VII B	18
1	<div data-bbox="1182 234 1349 403" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Fer ← nom de l'élément (gaz, liquide ou solide à 0°C et 101,3 kPa)</p> <p>26 ← numéro atomique</p> <p>Fe ← symbole chimique</p> <p>55,845 ← masse atomique relative [ou celle de l'isotope le plus stable] [CIAAW "Atomic Weights 2013" + rev. 2015]</p> </div>																2	13	14	15	16	17	18
2	<div data-bbox="716 534 2049 609" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
3	<div data-bbox="716 628 2049 703" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
4	<div data-bbox="716 722 2049 797" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
5	<div data-bbox="716 816 2049 891" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
6	<div data-bbox="716 909 2049 984" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
7	<div data-bbox="716 1003 2049 1078" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
	<div data-bbox="716 1097 2049 1172" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
	<div data-bbox="716 1191 2049 1266" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
	<div data-bbox="716 1285 2049 1360" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
	<div data-bbox="716 1378 2049 1453" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
	<div data-bbox="716 1472 2049 1547" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
	<div data-bbox="716 1566 2049 1641" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	
	<div data-bbox="716 1660 2049 1735" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>III A 3</p> <p>IV A 4</p> <p>V A 5</p> <p>VI A 6</p> <p>VII A 7</p> <p>VIII 8 9 10</p> <p>I B 11</p> <p>II B 12</p> </div>																13	14	15	16	17	18	



Métaux							Non métaux				Origine		
Alcalins	Alcalino-terreux	Lanthanides	Actinides	Métaux de transition	Métaux pauvres	Métalloïdes	Autres non-métaux	Halogènes	Gaz nobles	Non classés	primordial	désintégration d'autres éléments	synthétique

ATOMES

Toutes les animations et explications sur
www.toutestquantique.fr

Classification périodique

Structure du cortège électronique

Périodicité du comportement chimique

Tableau périodique des éléments

Legend for Iron (Fe):

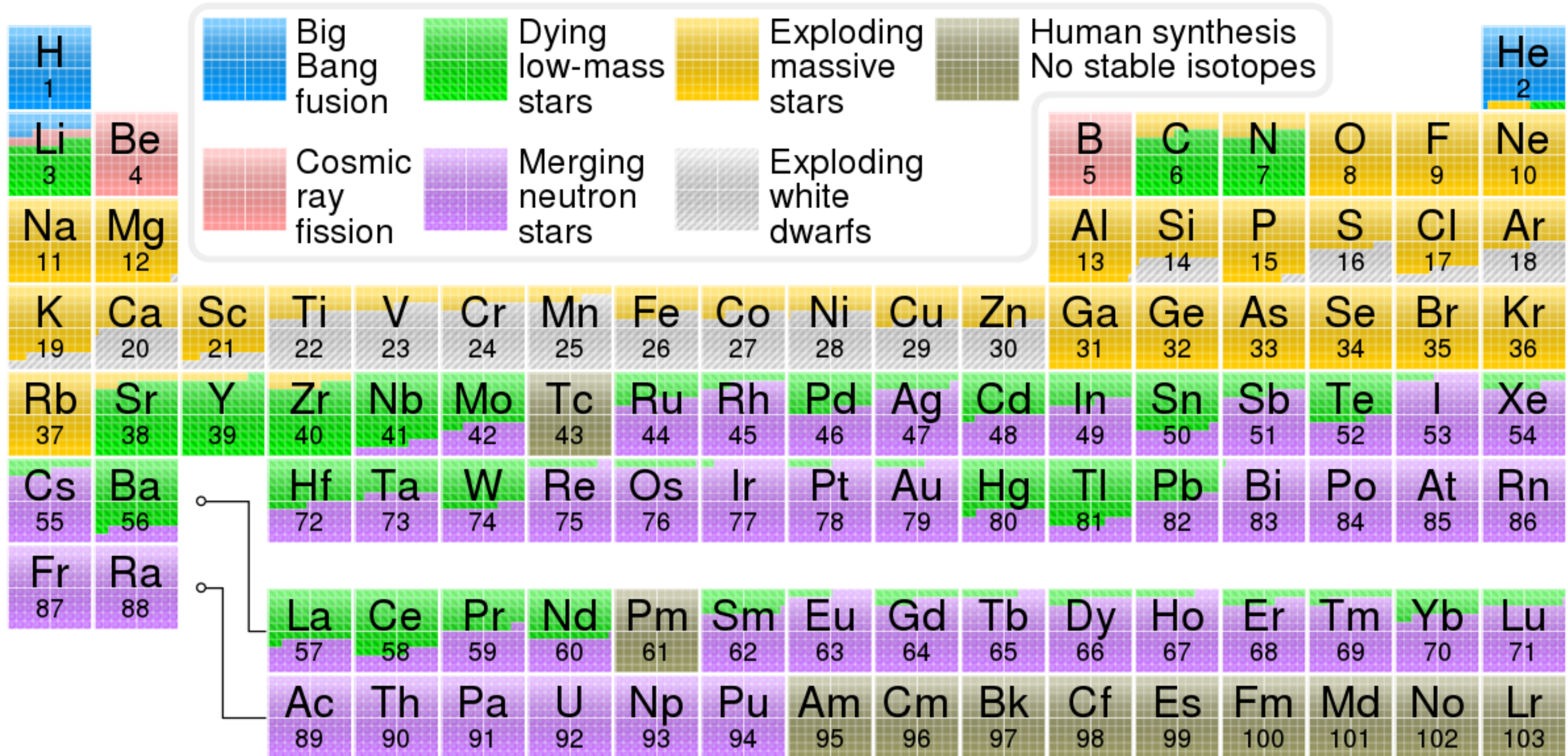
- états d'oxydation (valeurs les plus courantes en gras): +2, +3
- 1^{ère} énergie d'ionisation (en kJ/mol): 762
- électronégativité (Pauling): 1,9
- configuration électronique: $[Ar] 3d^6 4s^2$
- électrons par niveau d'énergie: 2, 8, 14, 2
- nom de l'élément (gaz, liquide ou solide à 0°C et 101,3 kPa): solide
- numéro atomique: 26
- symbole chimique: Fe
- masse atomique relative (ou celle de l'isotope le plus stable): 55,845

Classification Legend:

- Métaux:** Alcalins, Alcalino-terreux, Lanthanides, Actinides, Métaux de transition, Métaux pauvres, Métalloïdes
- Non métaux:** Autres non-métaux, Halogènes, Gaz nobles
- Non classés:** (Empty box)
- Origine:** primordial, désintégration d'autres éléments, synthétique

Numéro atomique

Classification périodique



Radioactivité

Un peu d'histoire

1896 :

Découverte de la radioactivité (H. Becquerel)

1897 :

Découverte de l'électron (J. Thomson)

1899 :

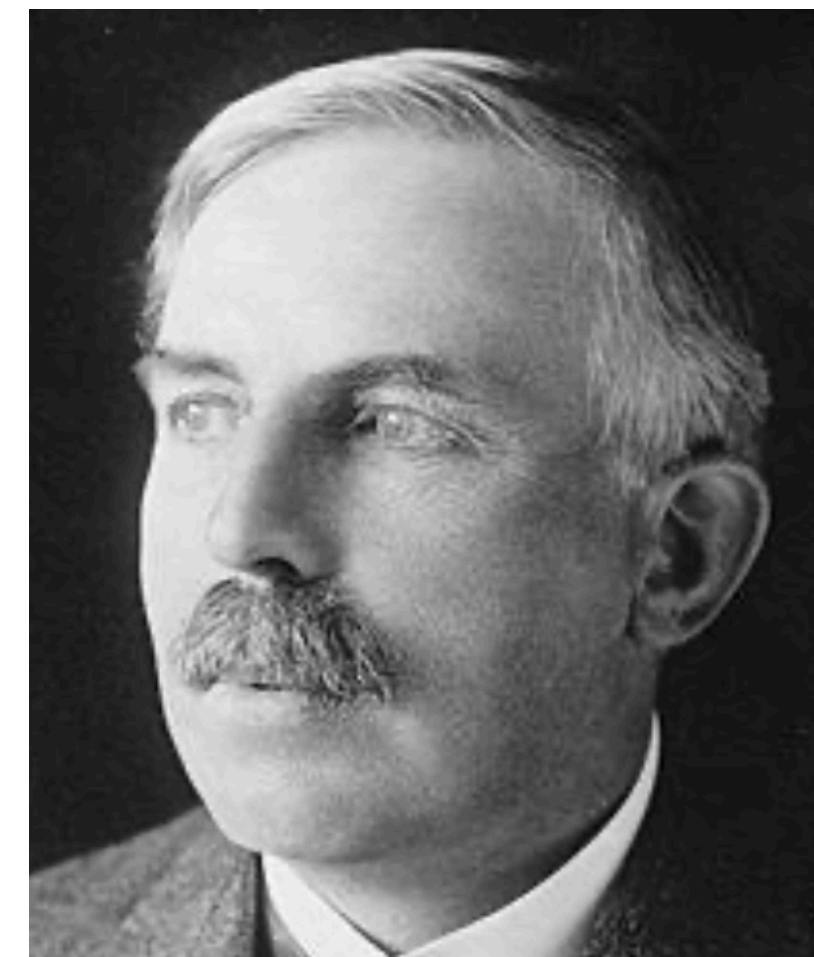
Découverte des particules α et β (E. Rutherford)



Henri Becquerel
(1852-1908)



Joseph Thomson
(1856-1940)



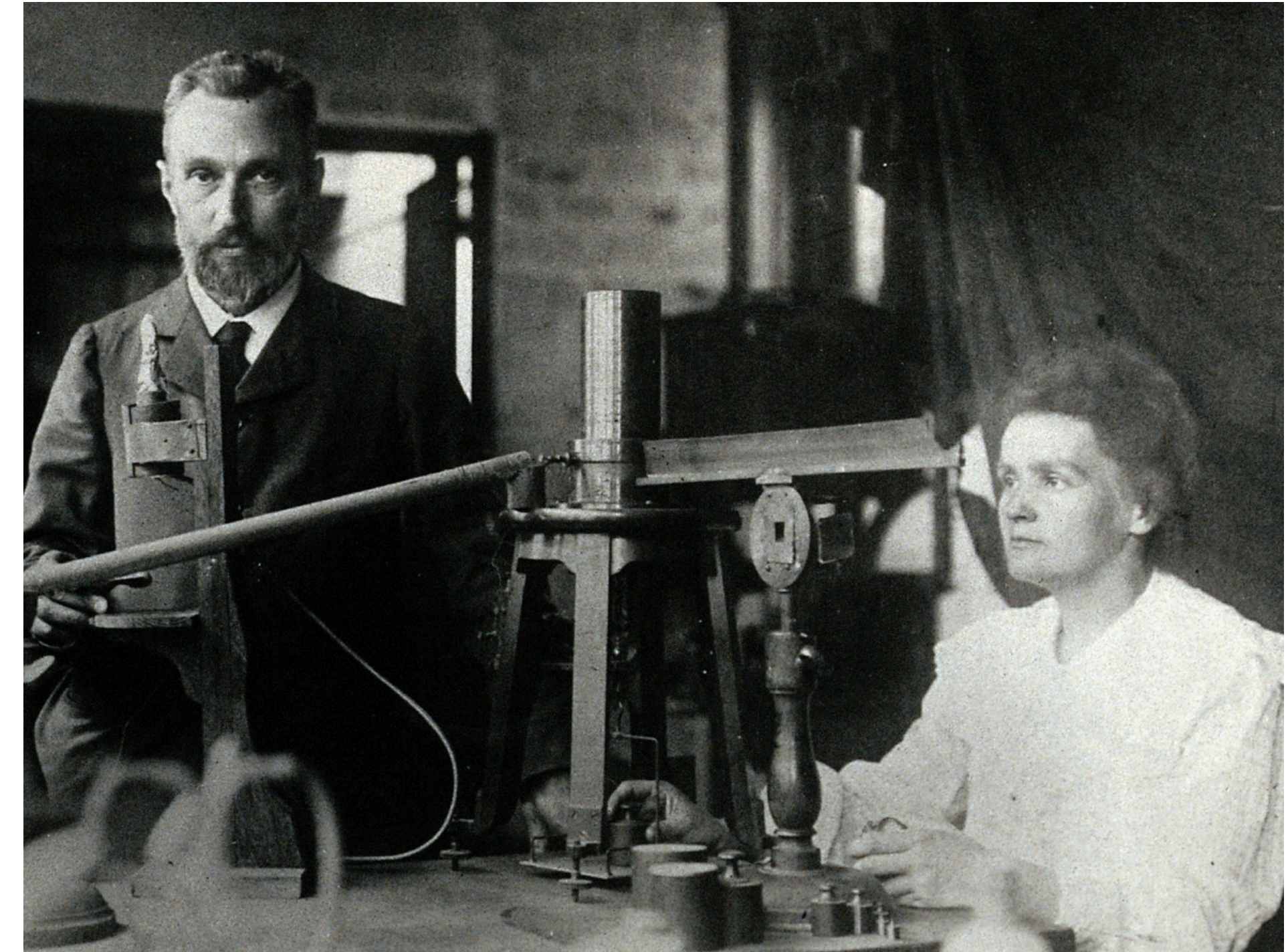
Ernest Rutherford
(1871-1937)

Radioactivité

Un peu d'histoire

1896 :
Découverte de la radioactivité (H. Becquerel)

Mais aussi, Pierre Curie et Marie Sklodowska Curie, Ernest Rutherford... au début du 20ème siècle



Pierre Curie
(1859-1906)

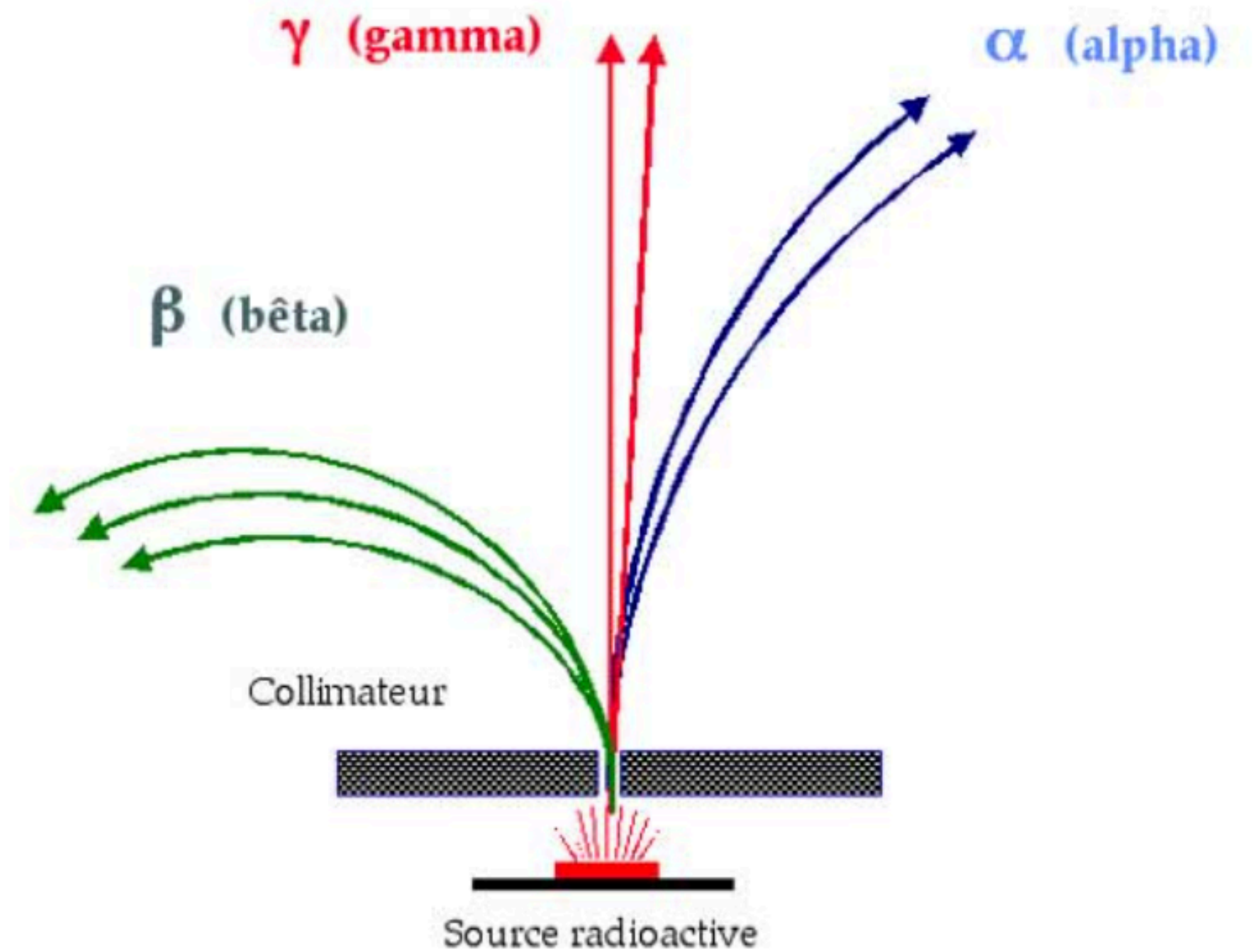
Marie Skłodowska Curie
(1867-1934)

Radioactivité

A l'origine, 3 types de "rayons" :

α , β et γ

qui se comportent différemment dans un champ magnétique

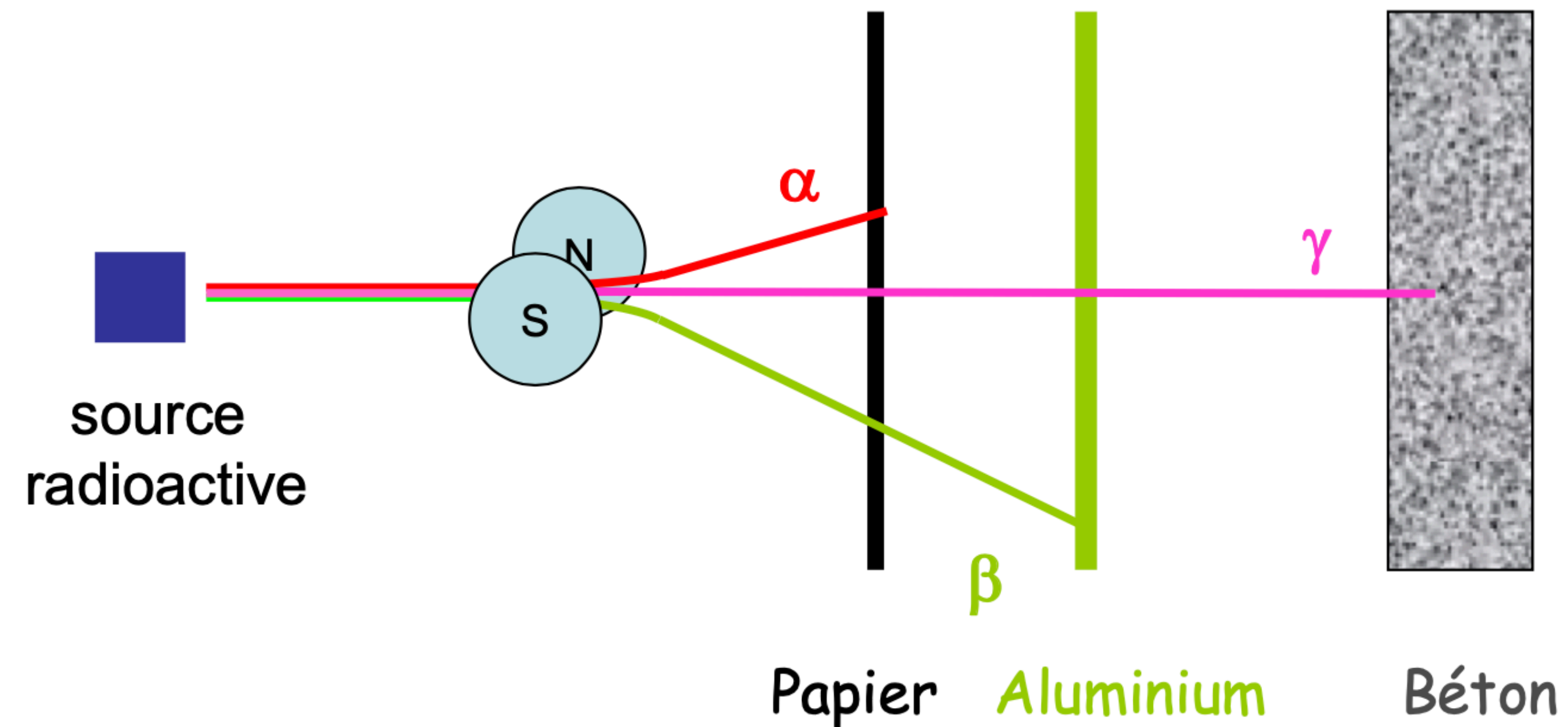


Radioactivité

A l'origine, 3 types de "rayons" :

α , β et γ

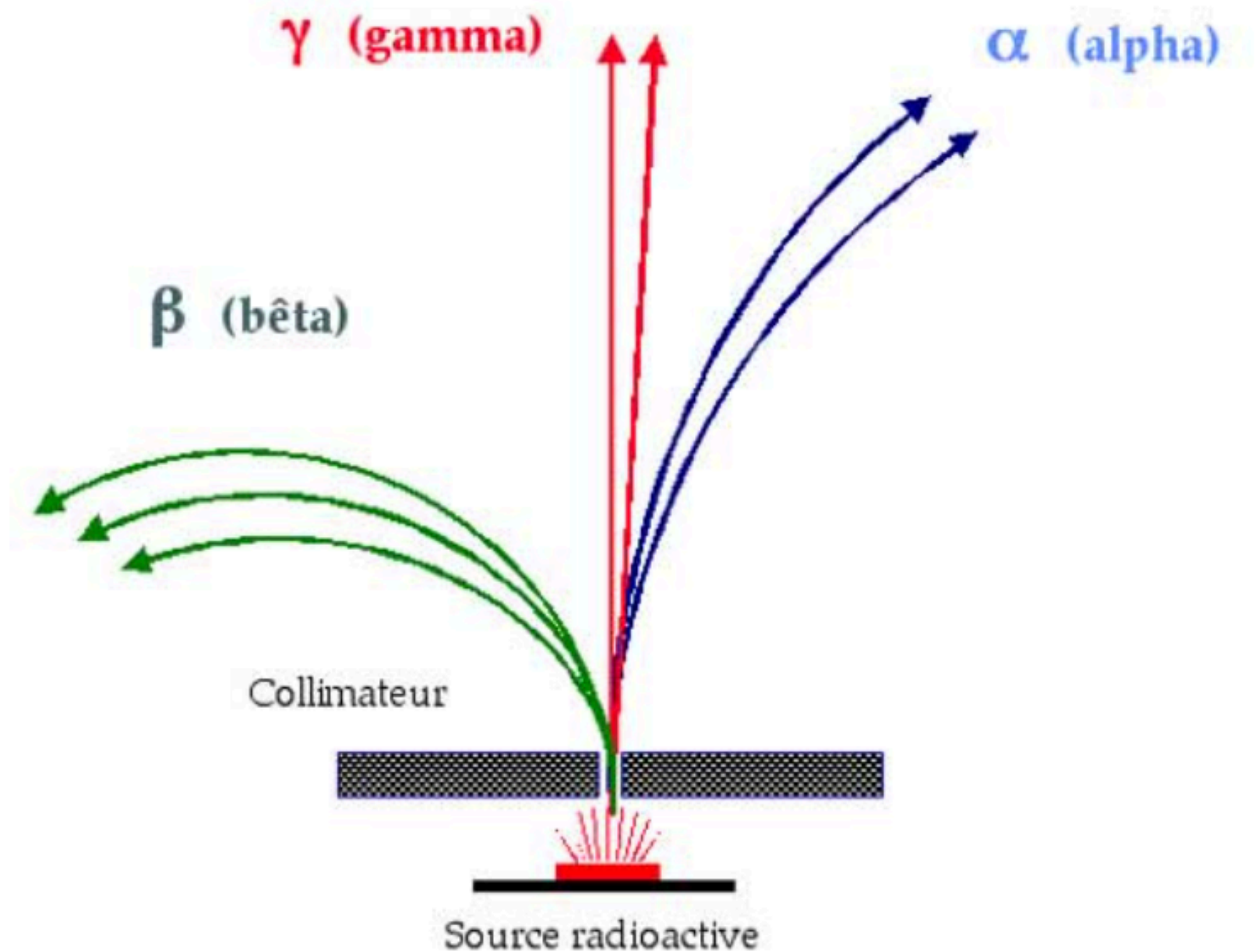
qui sont stoppées plus ou
moins facilement



Radioactivité

Définition: un noyau radioactif est un noyau instable qui se désintègre et produit d'autres particules (noyaux ou particules élémentaires)

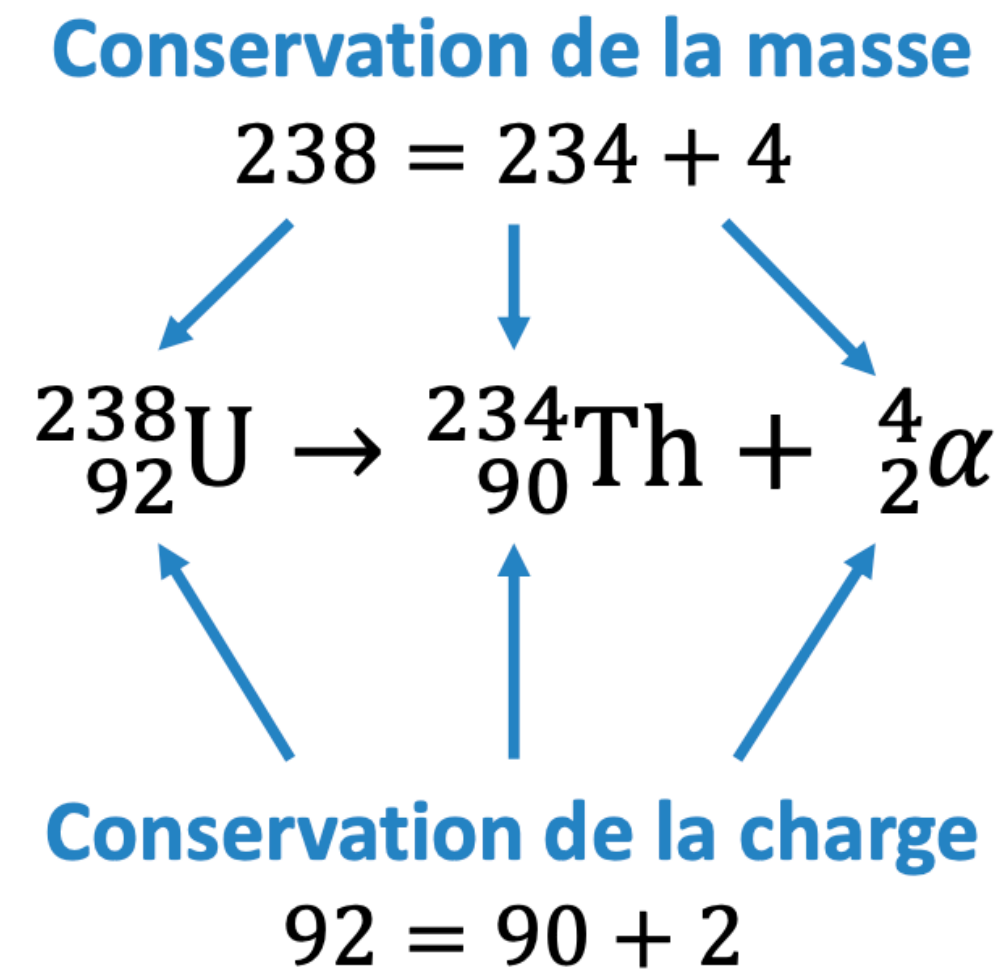
Il y a conservation de la masse et conservation de la charge



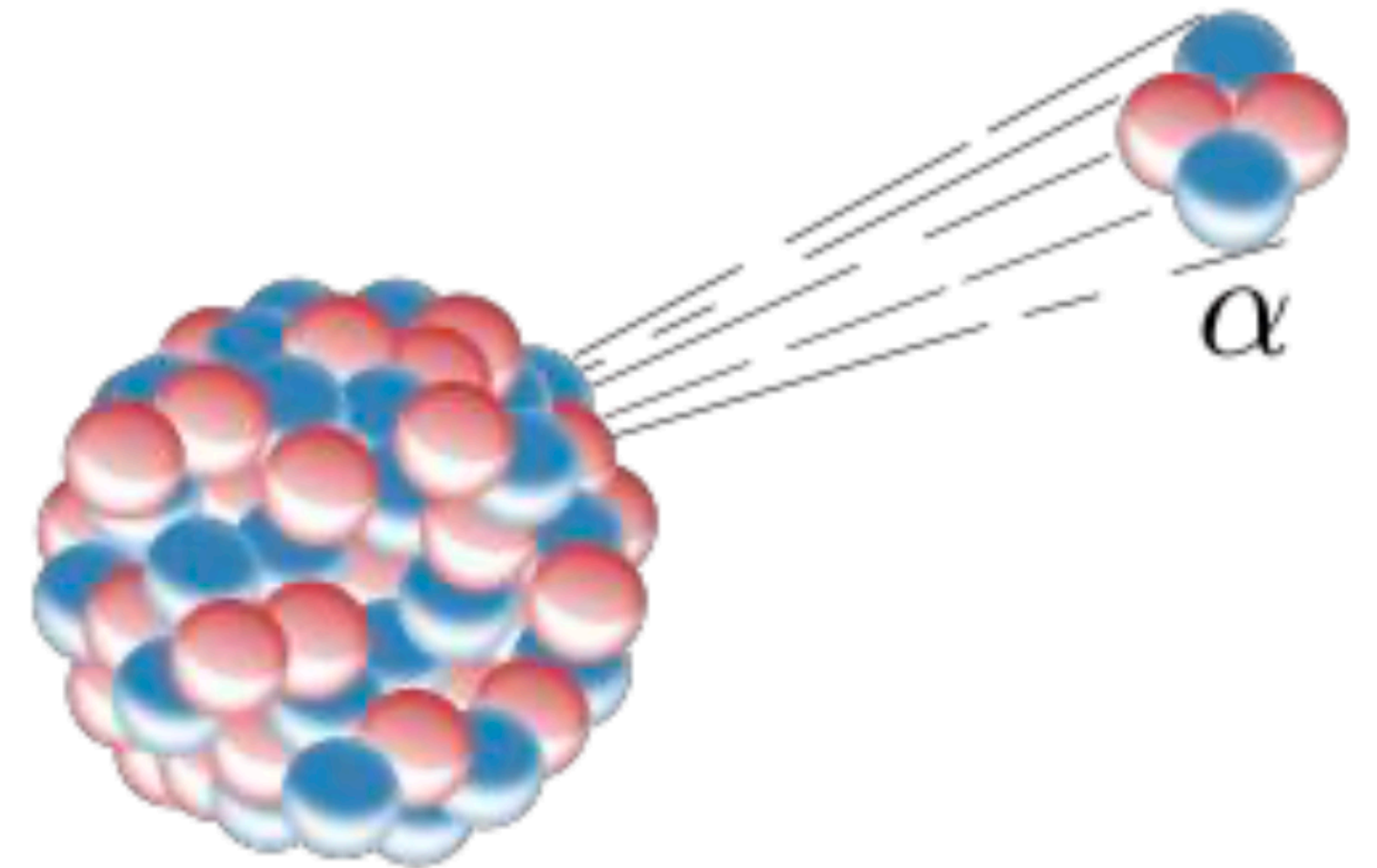
Radioactivité

Définition: un noyau radioactif est un noyau instable qui se désintègre et produit d'autres particules (noyaux ou particules élémentaires)

Il y a conservation de la masse et conservation de la charge



Radioactivité α



Radioactivité

Définition: un noyau radioactif est un noyau instable qui se désintègre et produit d'autres particules (noyaux ou particules élémentaires)

Il y a conservation de la masse et conservation de la charge

Conservation de la masse

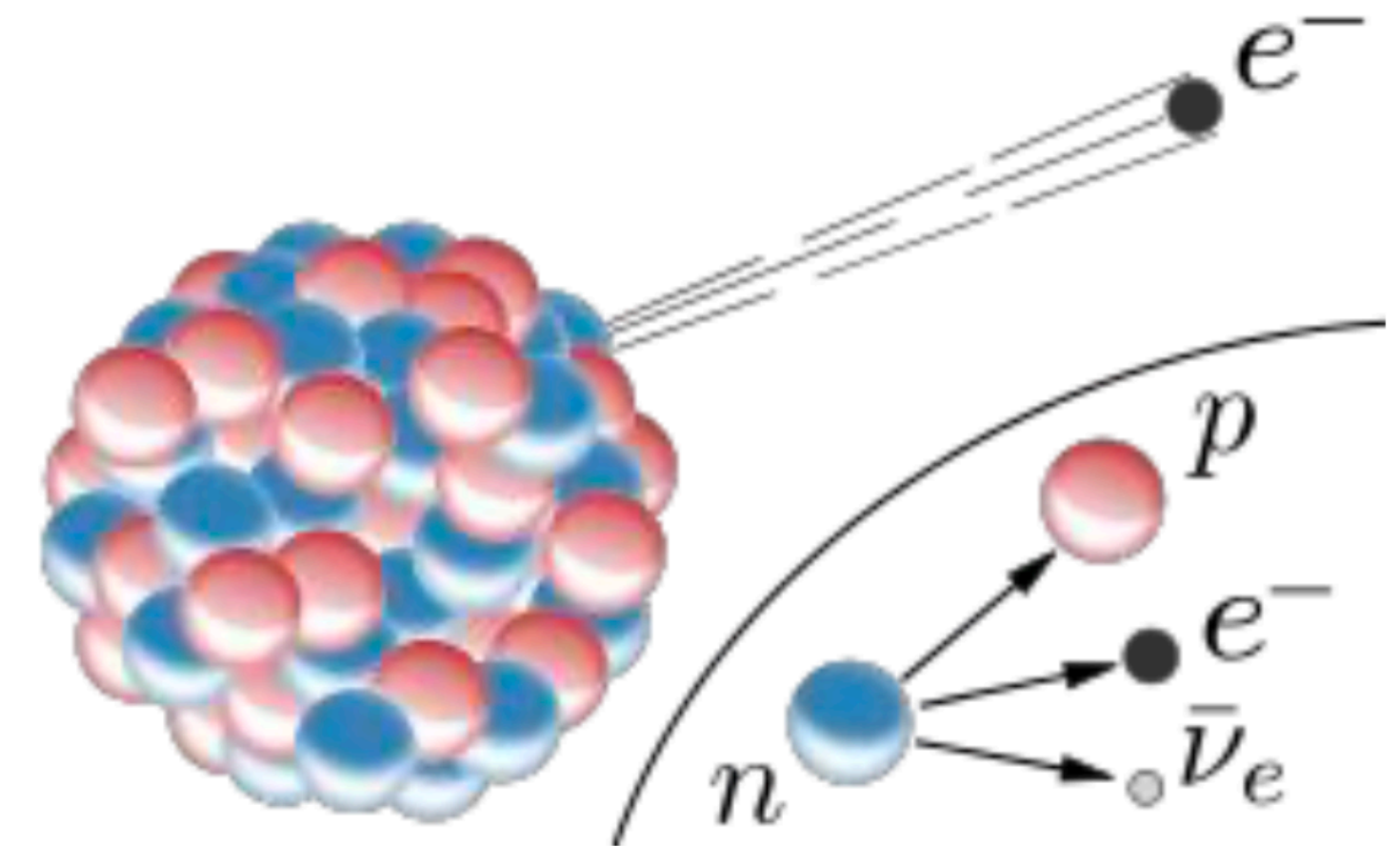
$$234 = 234 + 0 + 0$$



Conservation de la charge

$$90 = 91 - 1 + 0$$

Radioactivité β



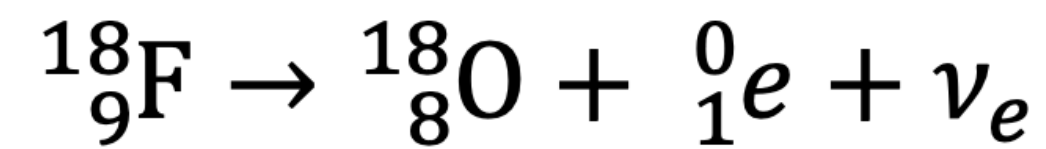
Radioactivité

Définition: un noyau radioactif est un noyau instable qui se désintègre et produit d'autres particules (noyaux ou particules élémentaires)

Il y a conservation de la masse et conservation de la charge

Conservation de la masse

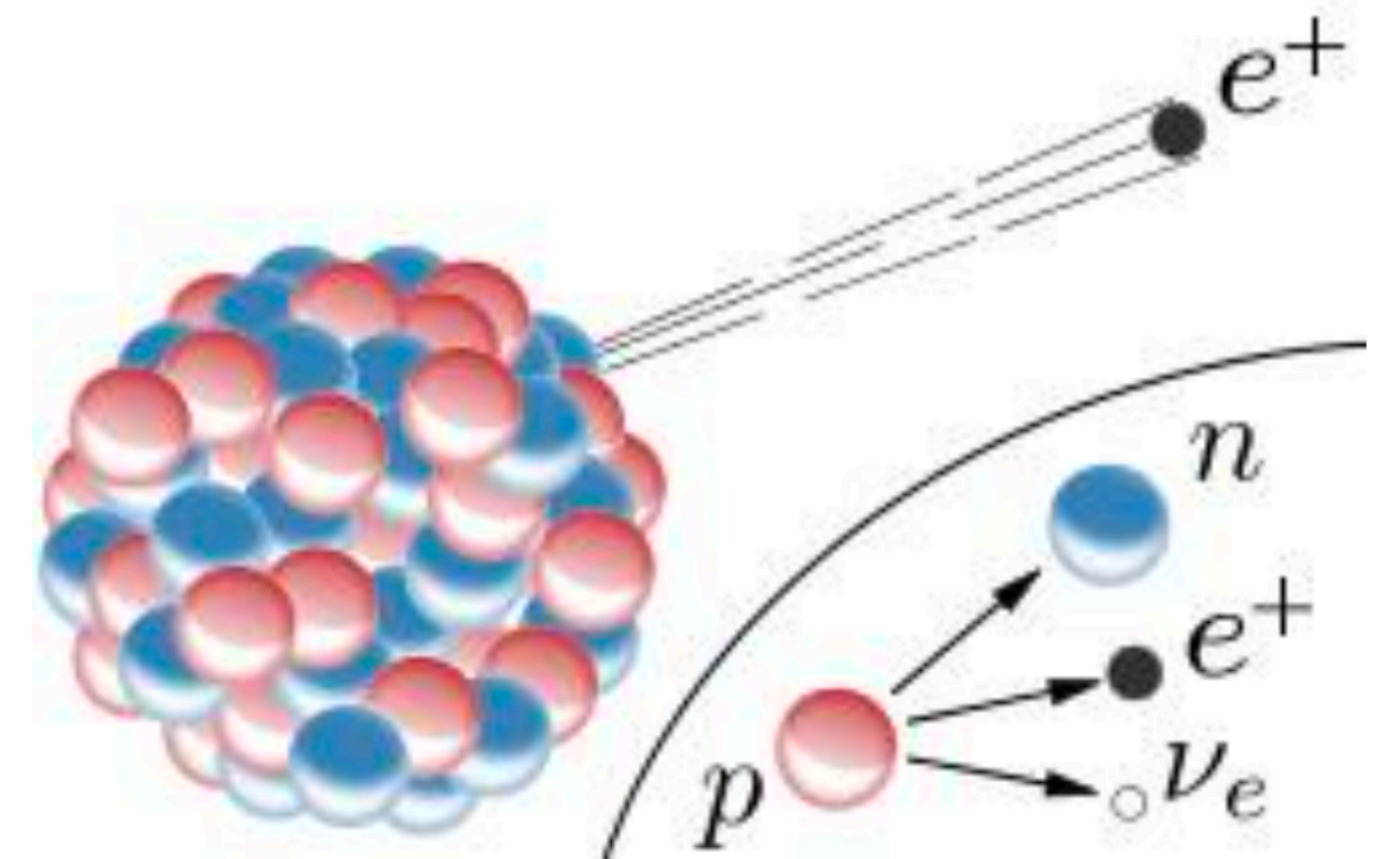
$$18 = 18 + 0 + 0$$



Conservation de la charge

$$9 = 8 + 1 + 0$$

Radioactivité β



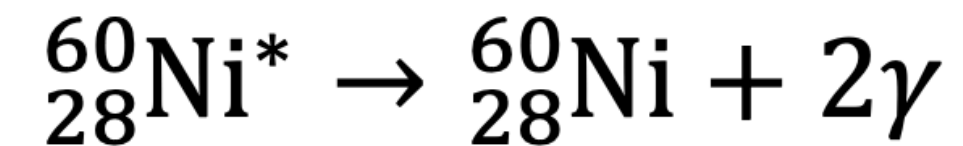
Radioactivité

Définition: un noyau radioactif est un noyau instable qui se désintègre et produit d'autres particules (noyaux ou particules élémentaires)

Il y a conservation de la masse et conservation de la charge

Conservation de la masse

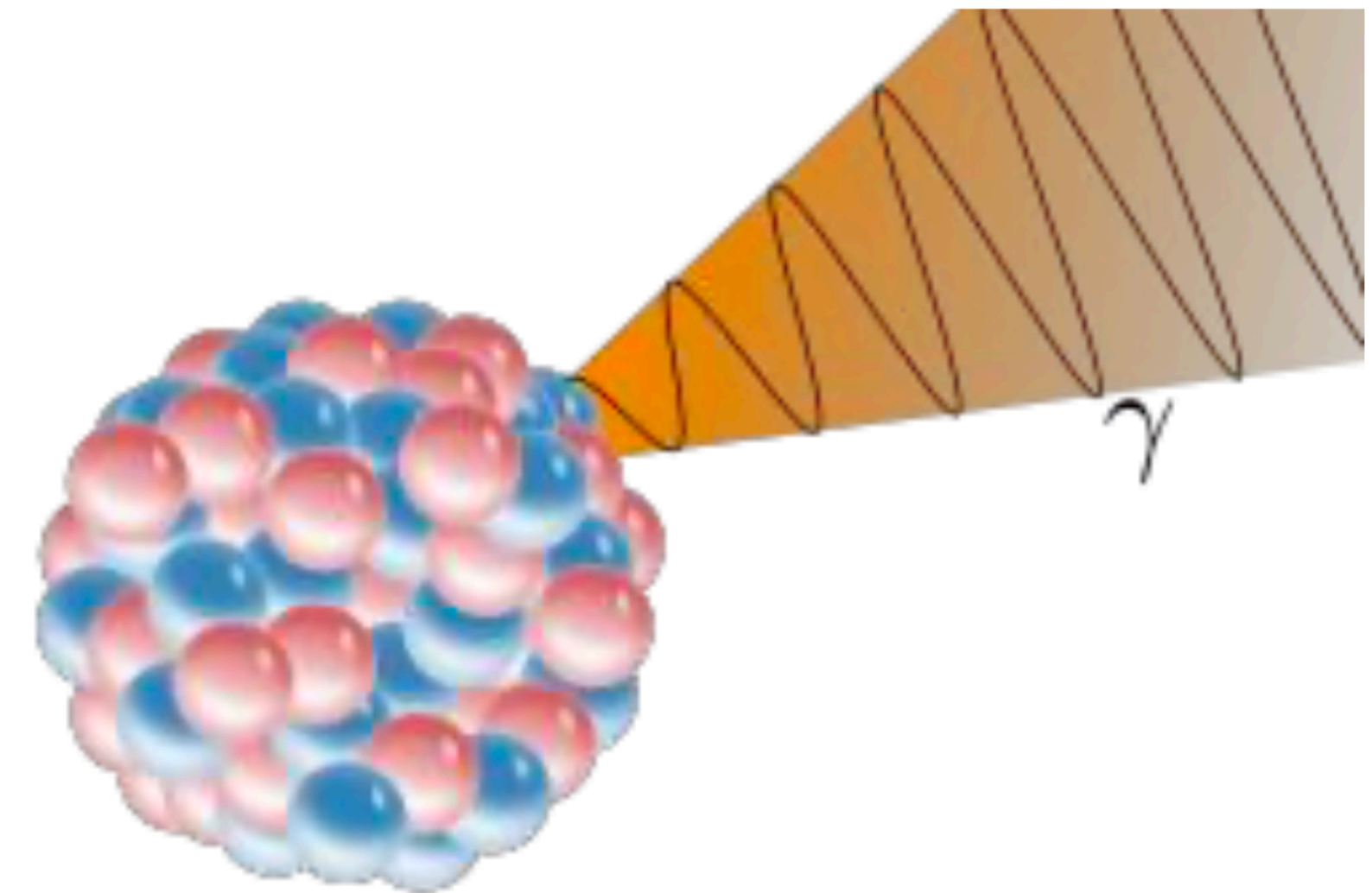
$$60 = 60 + 0$$



Conservation de la charge

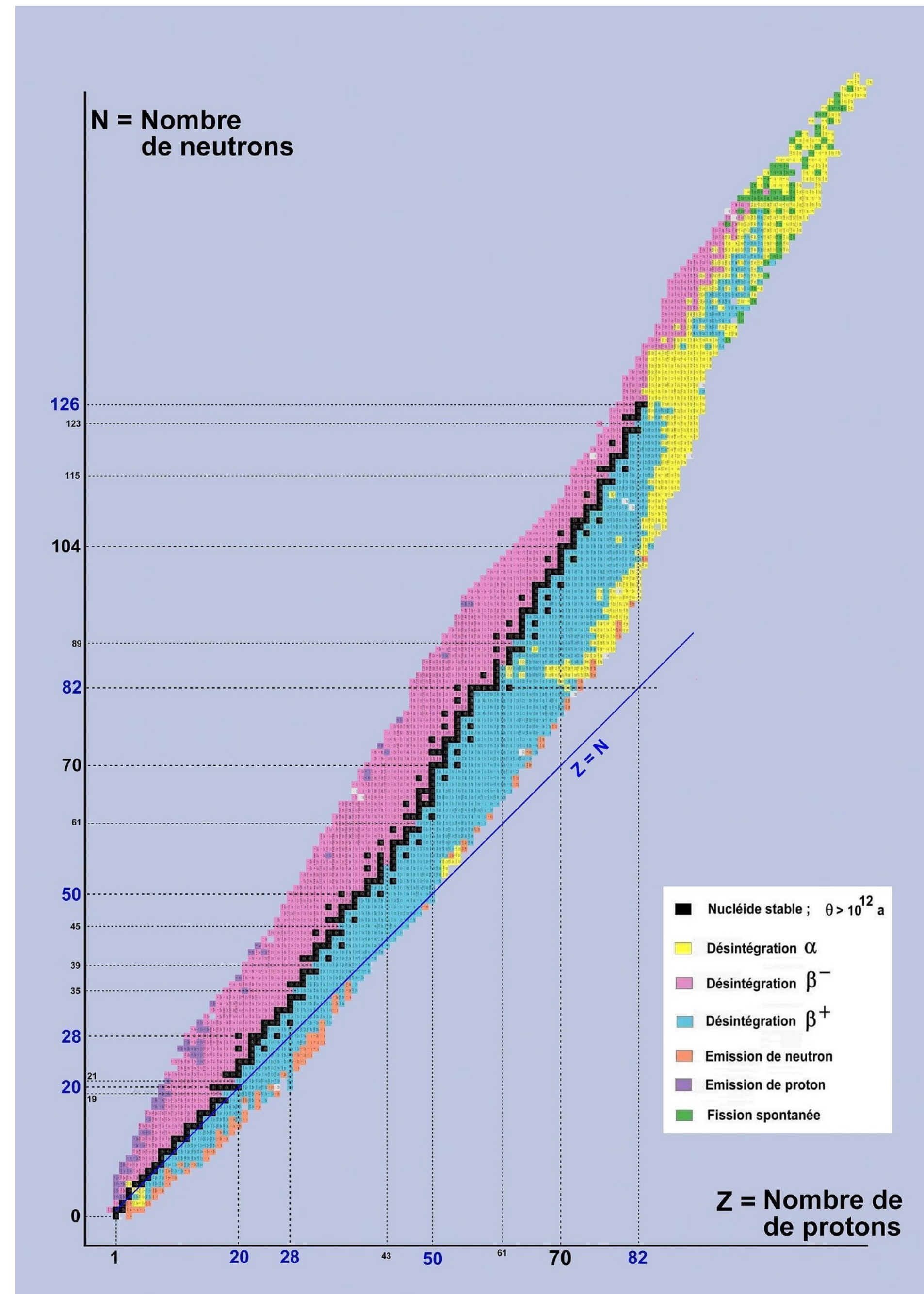
$$28 = 28 + 0$$

Radioactivité γ



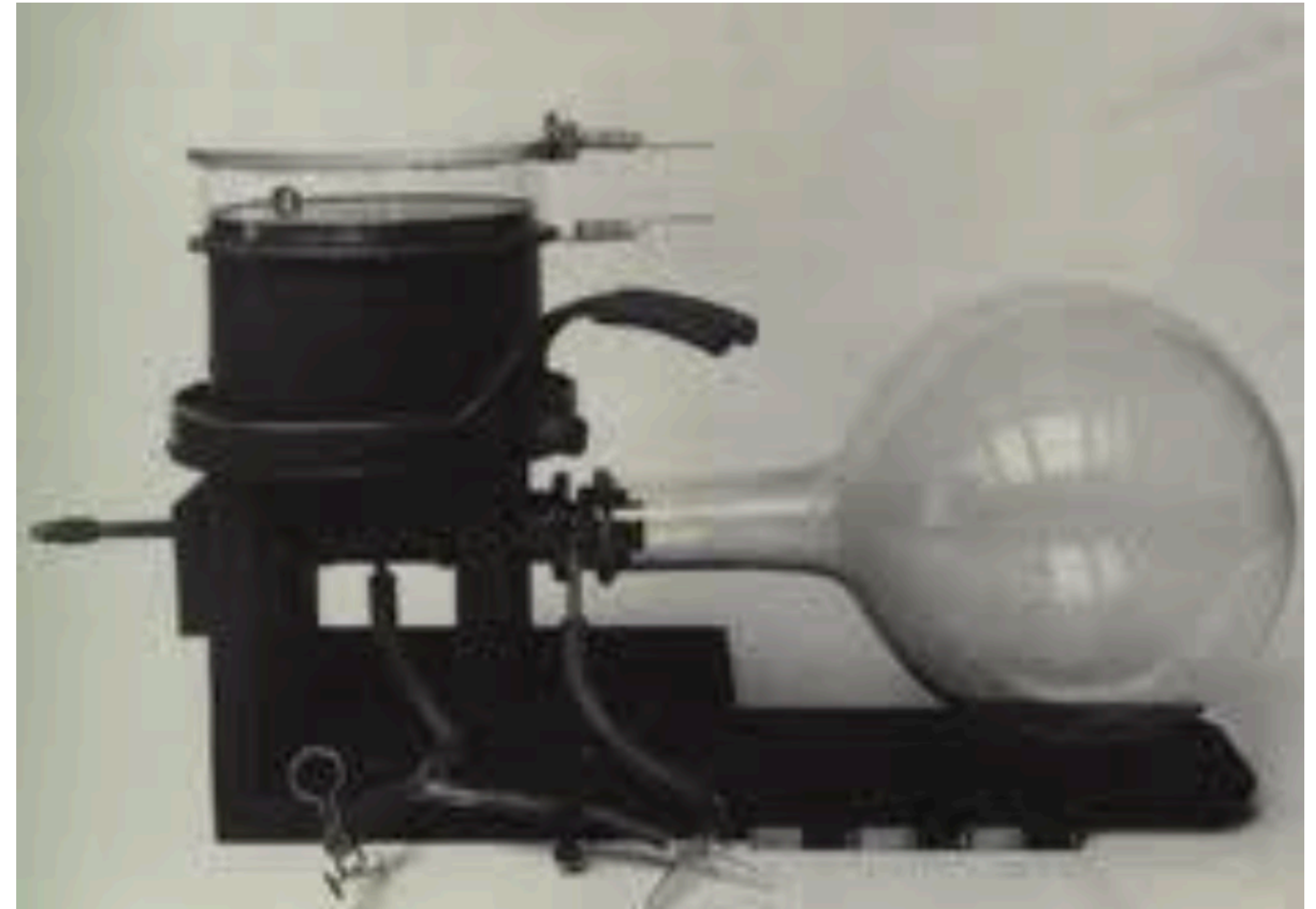
Radioactivité

La vallée de stabilité, et ses abords instables



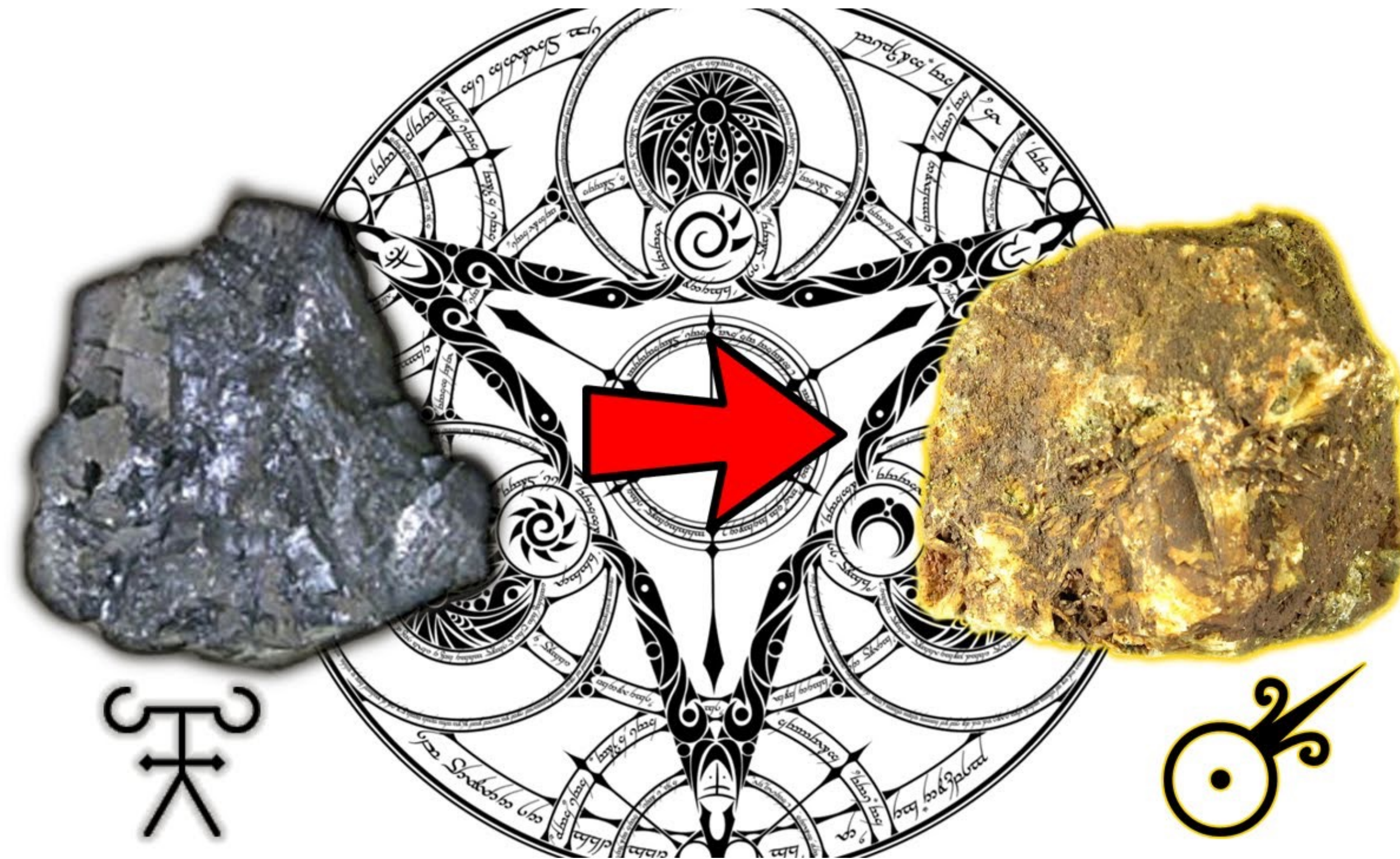
Radioactivité

1ere transmutation en laboratoire
(E. Rutherford, 1919)



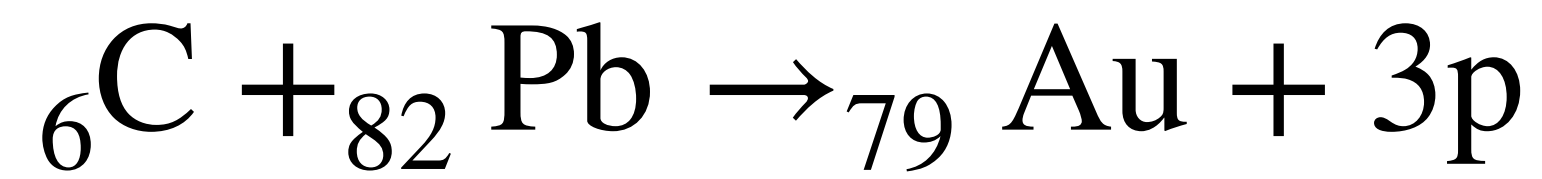
Radioactivité

Alchimie ?

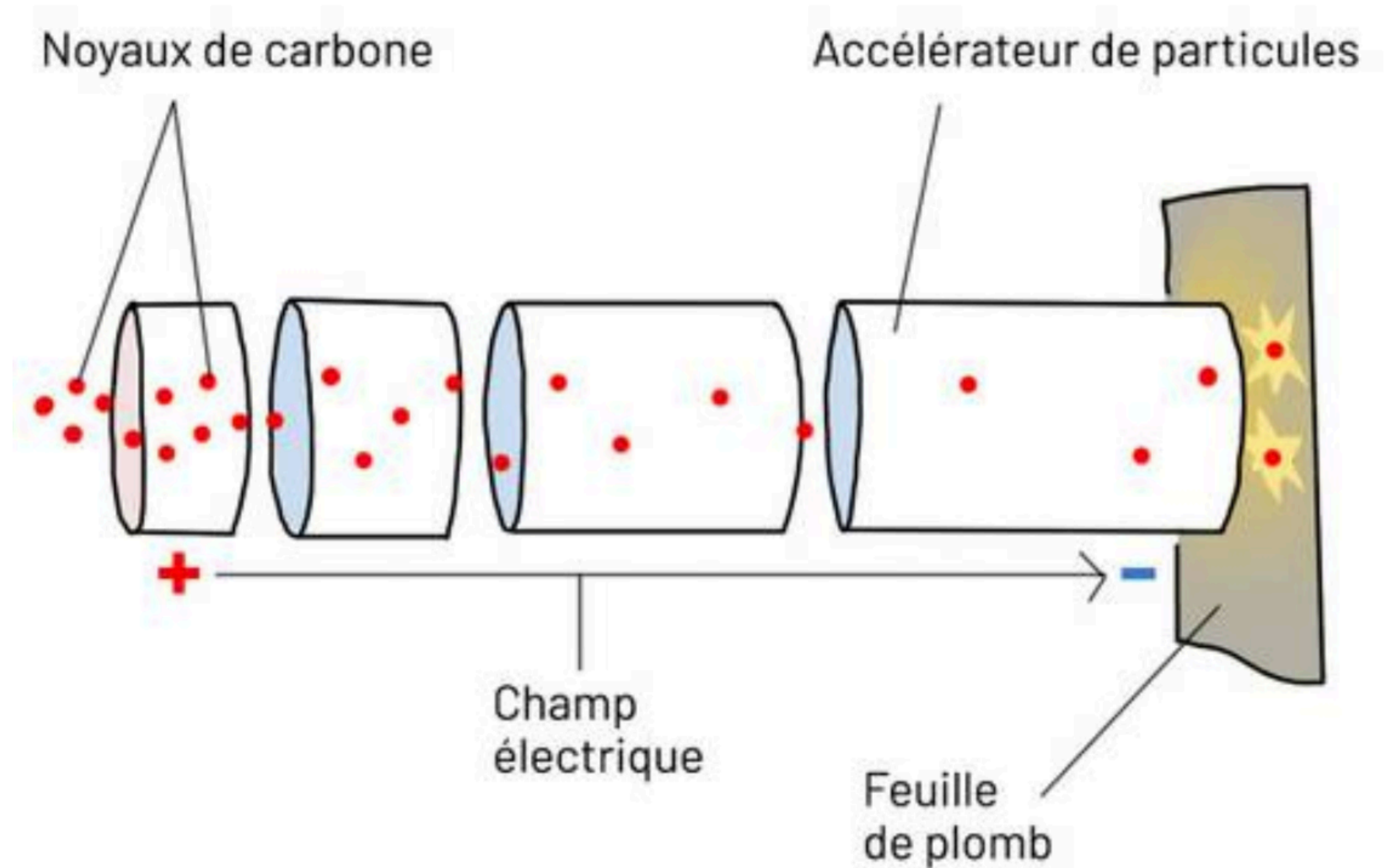


Radioactivité

Alchimie ?



30g d'or = \$10¹⁵



Artips Science

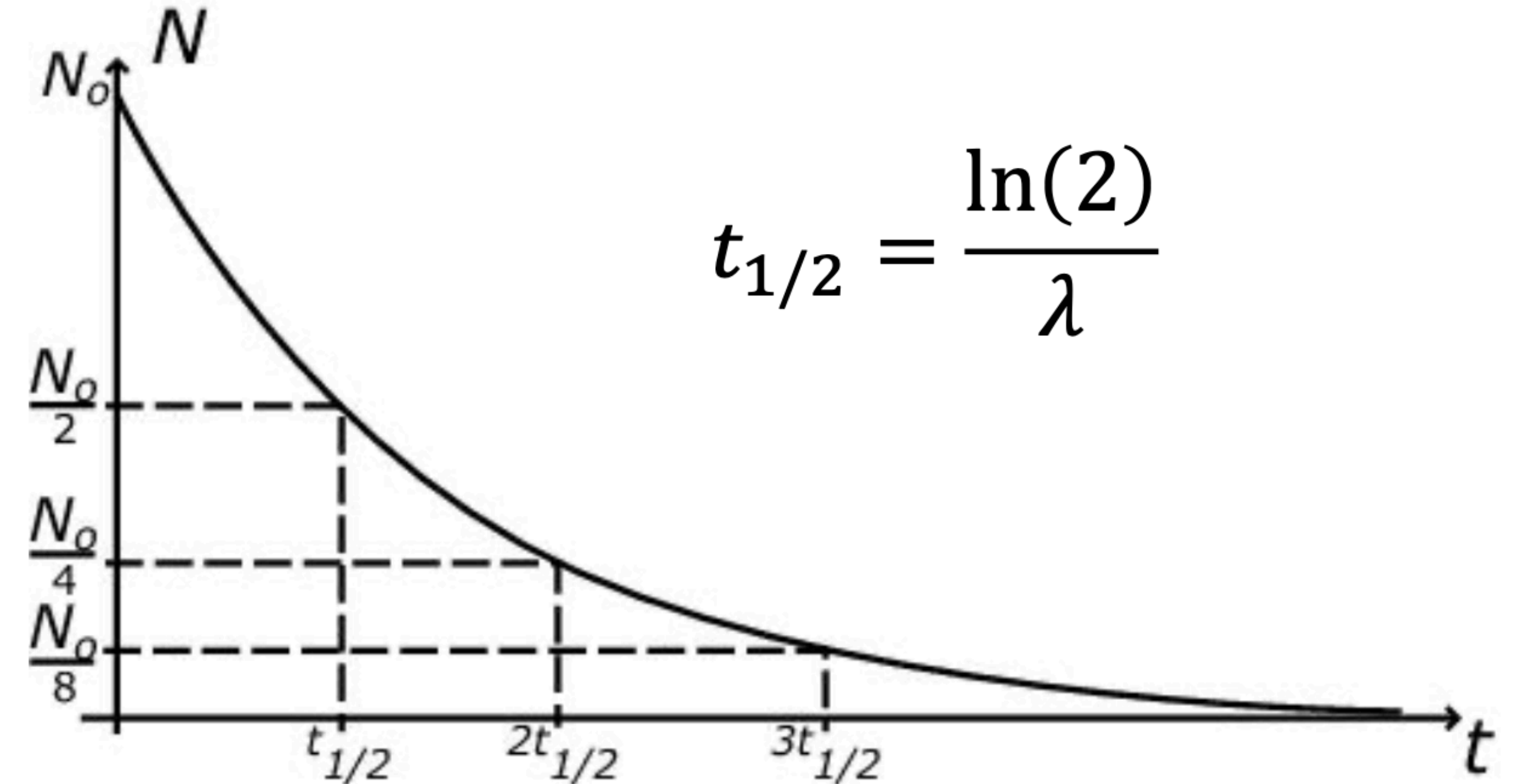
Radioactivité

Loi de décroissance :

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

=> définition de la "demi-vie"
(= 50% de noyaux désintégrés)

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$



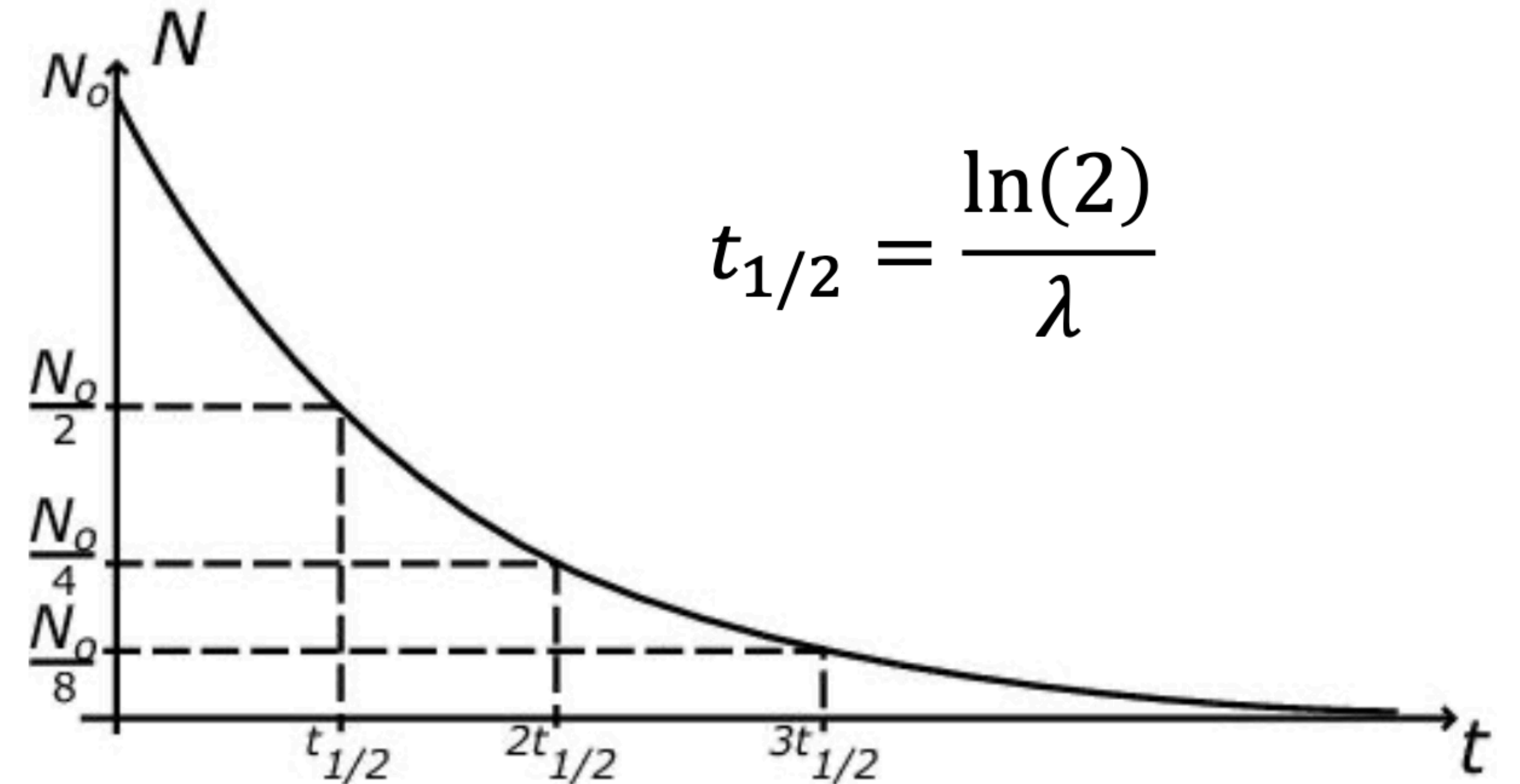
Radioactivité

Exemples

$${}^{131}_{53}\text{I} : t_{1/2} = 8,02 \text{ jours}$$

$${}^{14}_6\text{C} : t_{1/2} = 5730 \text{ ans}$$

$${}^{235}_{92}\text{U} : t_{1/2} = 703,8 \text{ millions d'années}$$



Radioactivité

