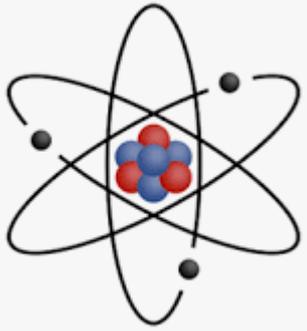
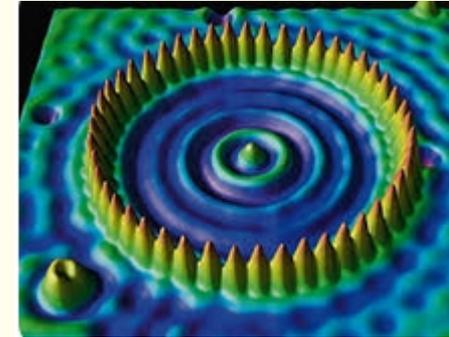


T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques



Une centaine d'éléments chimiques stables identifiés par leur propriétés



Periodic Table of the Elements

1 H Hydrogène 1.008	2 He Hélium 4.003											10 Ne Néon 20.180	11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnésium 24.305	13 Al Aluminium 26.982	14 Si Silicium 28.086	15 P Phosphore 30.974	16 S Soufre 32.065	17 Cl Chlore 35.453	18 Ar Argon 39.948	19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titane 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chrome 51.996	25 Mn Manganèse 54.938	26 Fe Fer 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Cuivre 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.630	33 As Arsenic 74.922	34 Se Sélénium 78.96	35 Br Brome 79.904	36 Kr Krypton 83.80	37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdène 95.94	43 Tc Technétium 98.906	44 Ru Ruthénium 101.07	45 Rh Rhodium 102.905	46 Pd Paladium 106.42	47 Ag Argent 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Étain 118.710	51 Sb Antimoine 121.757	52 Te Tellure 127.6	53 I Iode 126.905	54 Xe Xénon 131.29	55 Cs Césium 132.905	56 Ba Baryum 137.327	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tungstène 180.948	74 W Wolfram 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.222	78 Pt Platine 195.084	79 Au Or 196.967	80 Hg Mercure 200.59	81 Tl Thallium 204.384	82 Pb Plomb 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium 209	85 At Astatine 210	86 Rn Radon 222	87 Fr Francium 223	88 Ra Radium 226	89-103 Actinides	104 Rf Rutherfordium 261	105 Db Dubnium 262	106 Sg Seaborgium 266	107 Bh Bohrium 264	108 Hs Hassium 277	109 Mt Meitnerium 268	110 Ds Darmstadtium 271	111 Rg Roentgenium 272	112 Cn Copernicium 285	113 Uut Ununtrium 288	114 Fl Flerovium 289	115 Uup Ununpentium 288	116 Lv Livermorium 293	117 Uus Ununseptium 289	118 Uuo Ununoctium 294
------------------------------	----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------------------	------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	------------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------------	---------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-----------------------------	------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	------------------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------------	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-------------------------------	---------------------------------	----------------------------	--------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------------	---------------------------	---------------------	-----------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

Lanthanide Series	57 La Lanthane 138.905	58 Ce Cérite 140.12	59 Pr Praseodyme 140.908	60 Nd Néodyme 144.24	61 Pm Prométhée 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.054	71 Lu Lutécium 174.967
Actinide Series	89 Ac Actinium 227	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkélium 247.070	98 Cf Californium 251.08	99 Es Einsteinium 252.083	100 Fm Fermium 257.103	101 Md Mendelevium 258.10	102 No Nébulium 259.10	103 Lr Lawrencium 260.10



T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques :

Voir PC

Matière connue de l'Univers = principalement hydrogène (H) et hélium (He)

Formation des noyaux des autres éléments chimiques par fusion nucléaire stellaire:

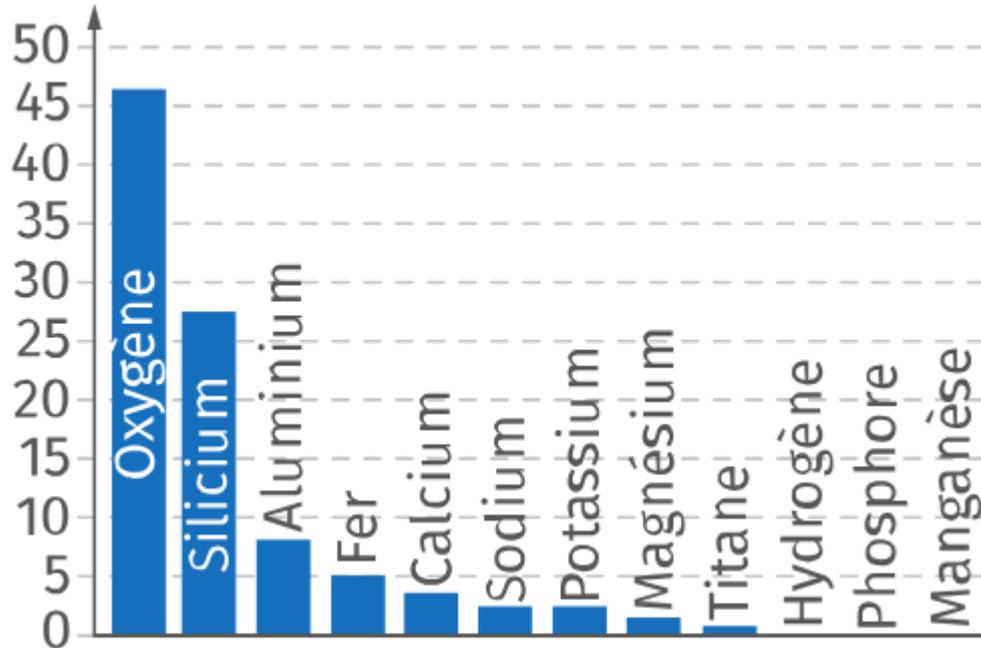
H, He → Si, Fe
Nucléosynthèse cyclique

H, He, ... Si, Fe → Autres éléments
Nucléosynthèse explosive

T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques :

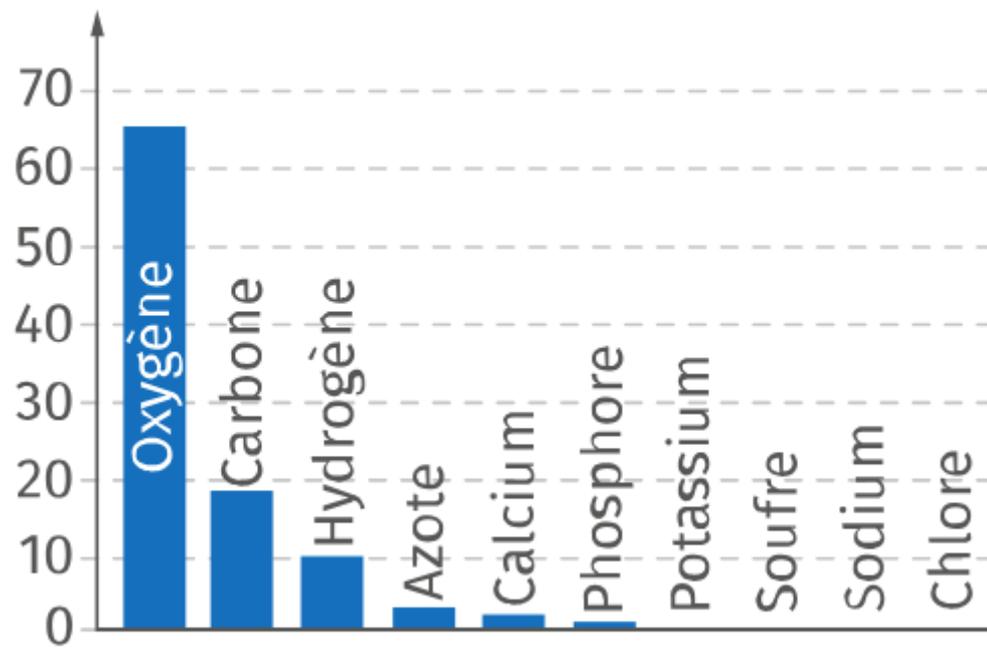
Concentration relative (%)



Abondance des éléments chimiques dans la croûte terrestre.

Éléments de la lithosphère
Si Al O Na K Fe Mg Ca

Concentration relative (%)



Abondance des éléments chimiques dans le corps humain.

Éléments de la biosphère
C H O N P S Ca

Les planètes telluriques du système solaire ont une composition semblable
(et le même âge! -4,5 Ga)

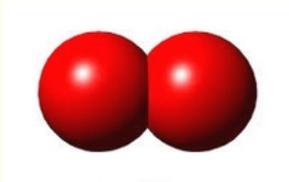
T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : Atomes

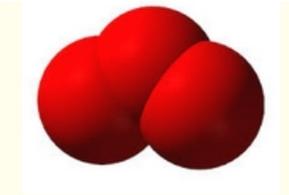
Un atome est la plus petite partie d'un élément qui puisse établir une liaison chimique avec un autre atome.



H_2 : Corps pur simple car ne contient qu'un seul élément, 2 atomes



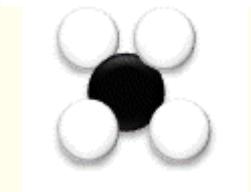
O_2 : Corps pur simple car ne contient qu'un seul élément, 2 atomes



O_3 : Corps pur simple car ne contient qu'un seul élément, 3 atomes



H_2O : Corps pur composé de 2 éléments, 3 atomes.

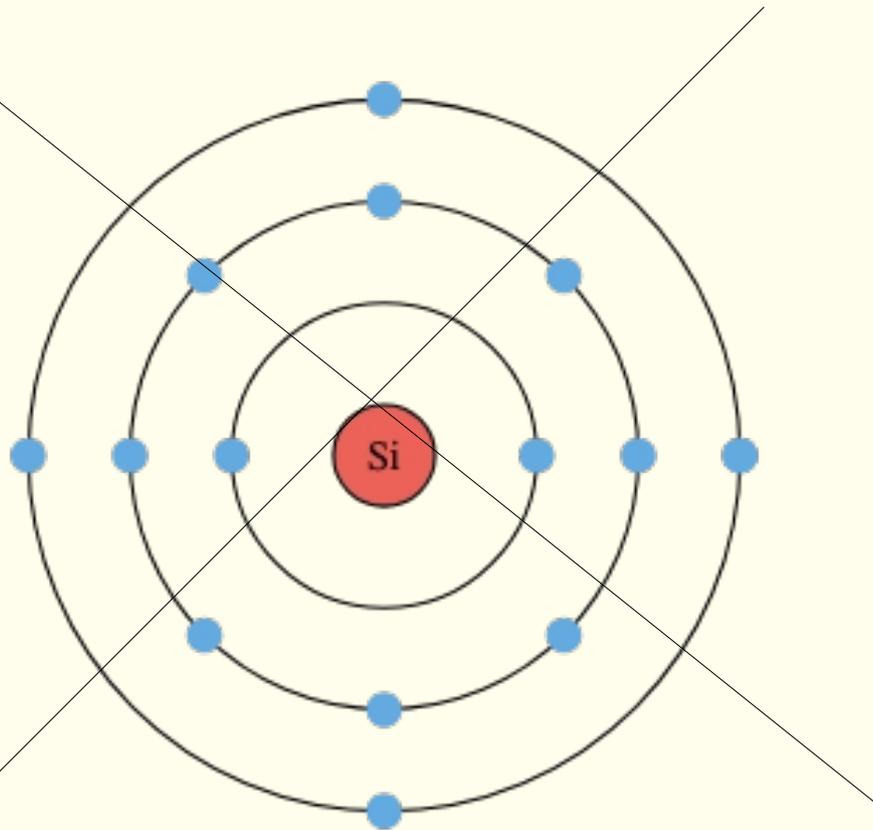


CH_4 : Corps pur composé de 2 éléments, 4 atomes

T1 Une longue histoire de la matière

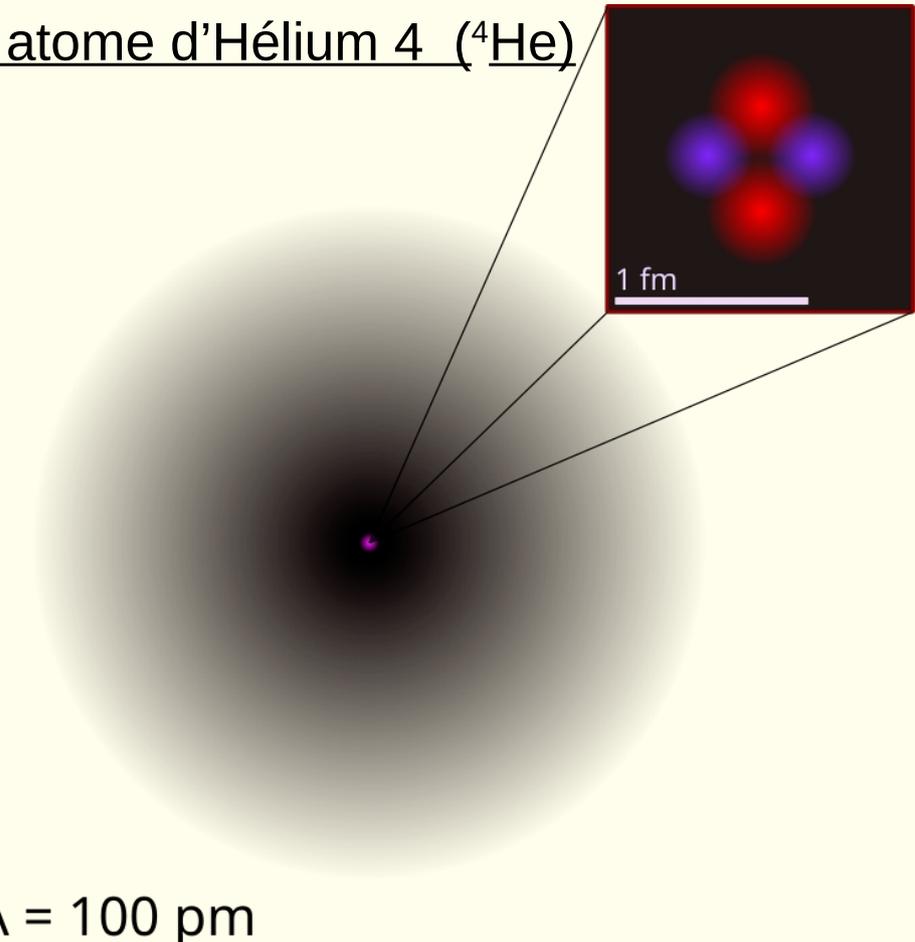
T1.1 Les éléments chimiques : Atomes

Un atome de Silicium (^{28}Si)



111 pm
Modèle orbital de Bohr (abandonné)

Un atome d'Hélium 4 (^4He)



Modèle probabiliste de Schrödinger

1 pm =

m?

1 fm =

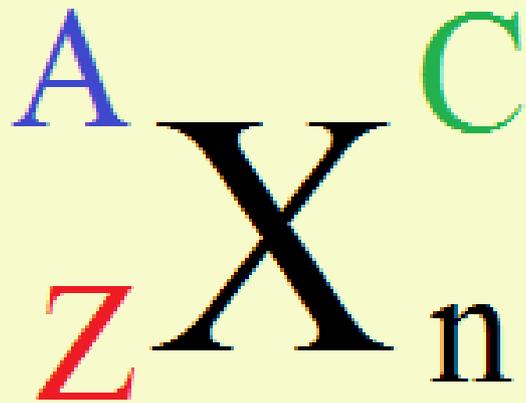
m?

1 Å =

m?

T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : Atomes



A = nb de masse

= nb de **nucléons** (P+N)

Z = nb d'électrons

= nb de protons

= n° atomique

C = charge électrique

n = nombre de répétitions dans la molécule

Isotopes: mêmes Z \Rightarrow même P

A# \Rightarrow N#

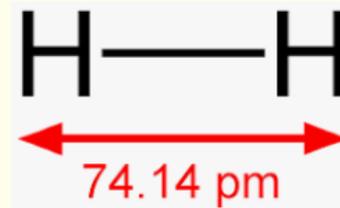
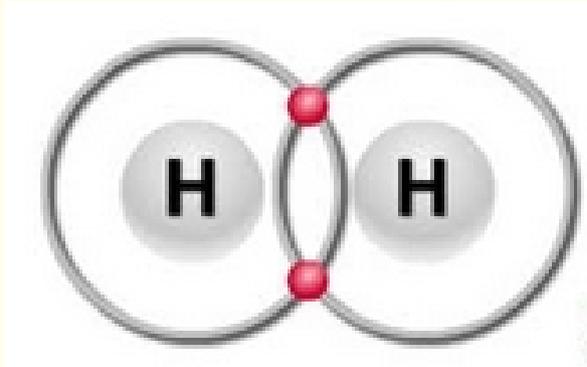
jm

T1 Une longue histoire de la matière

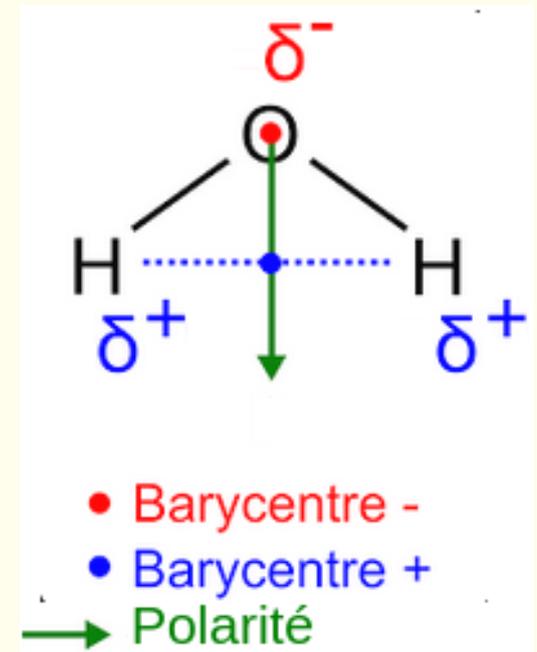
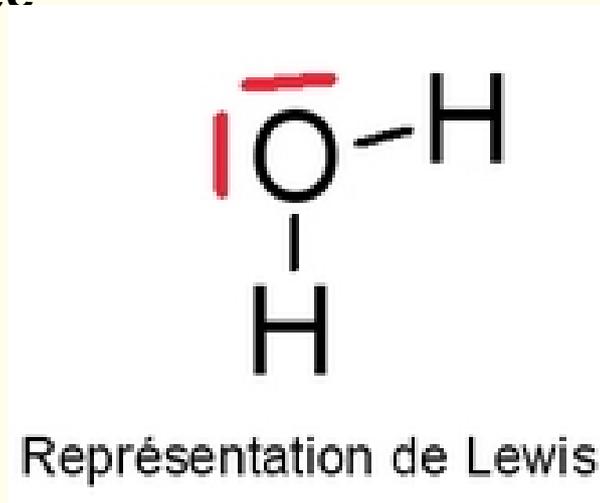
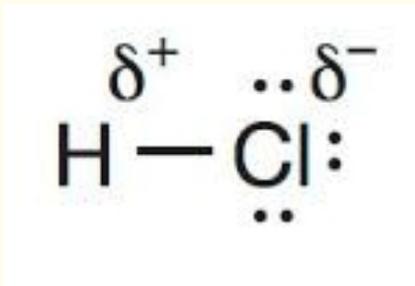
T1.1 Les éléments chimiques : Liaisons et molécules

La **liaison covalente** = mise en commun d'un doublet électronique

Liaison σ liaison axiale



Liaison σ axiale polarisée

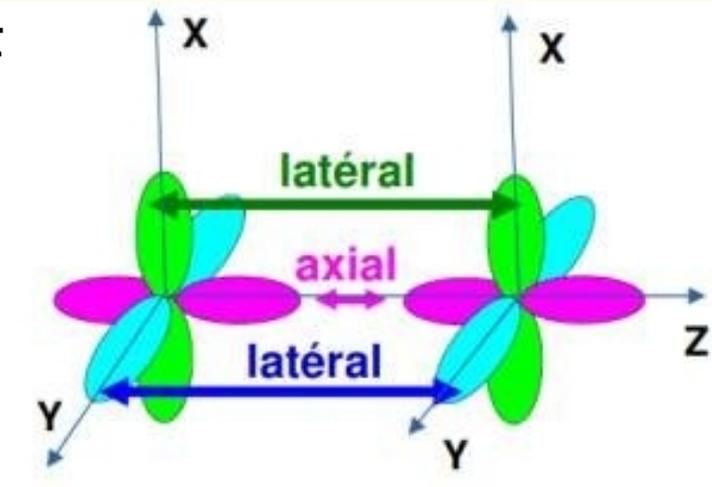


T1 Une longue histoire de la matière

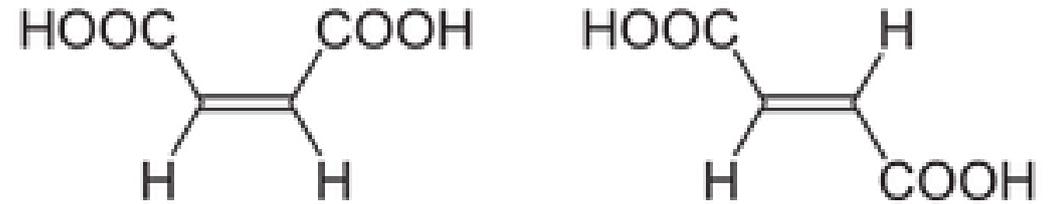
T1.1 Les éléments chimiques : Liaisons et molécules

La **liaison covalente** = mise en commun d'un doublet électronique

Liaison π

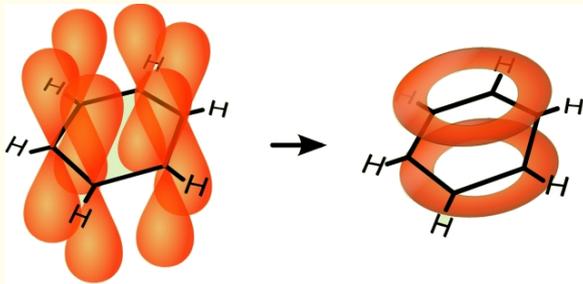


Des propriétés biologiques différentes



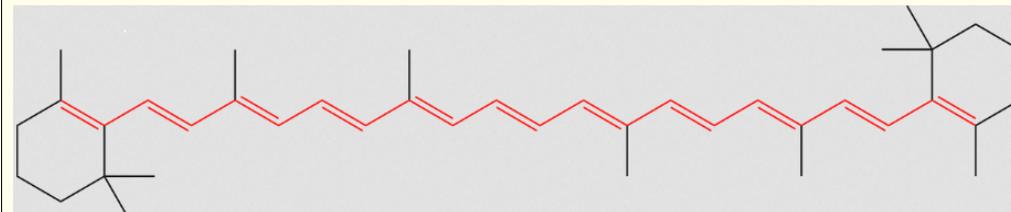
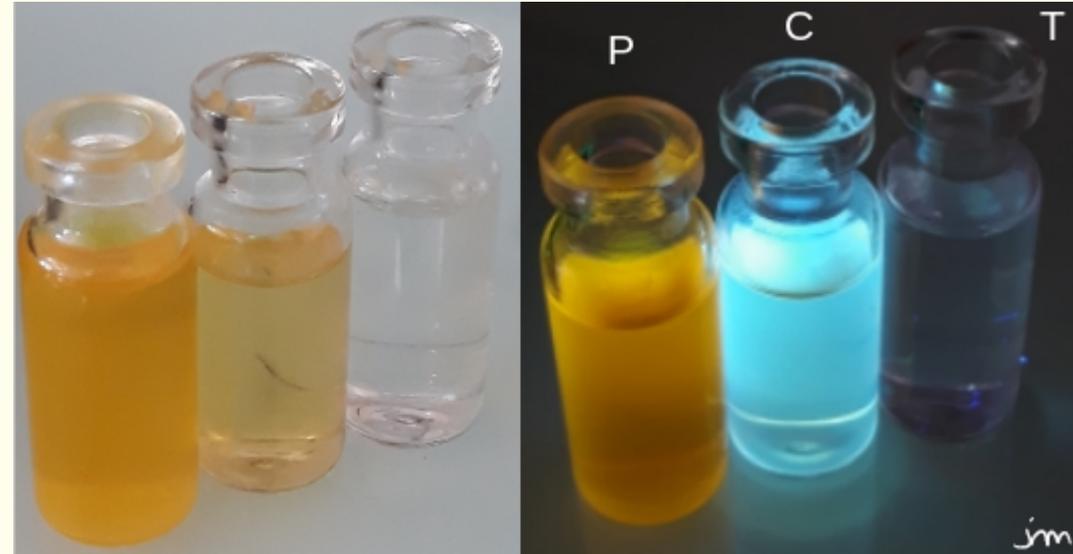
Acide maléique et acide fumarique.

Liaison π délocalisée (et conjuguée)



Lumière naturelle

Lumière UV 365 nm



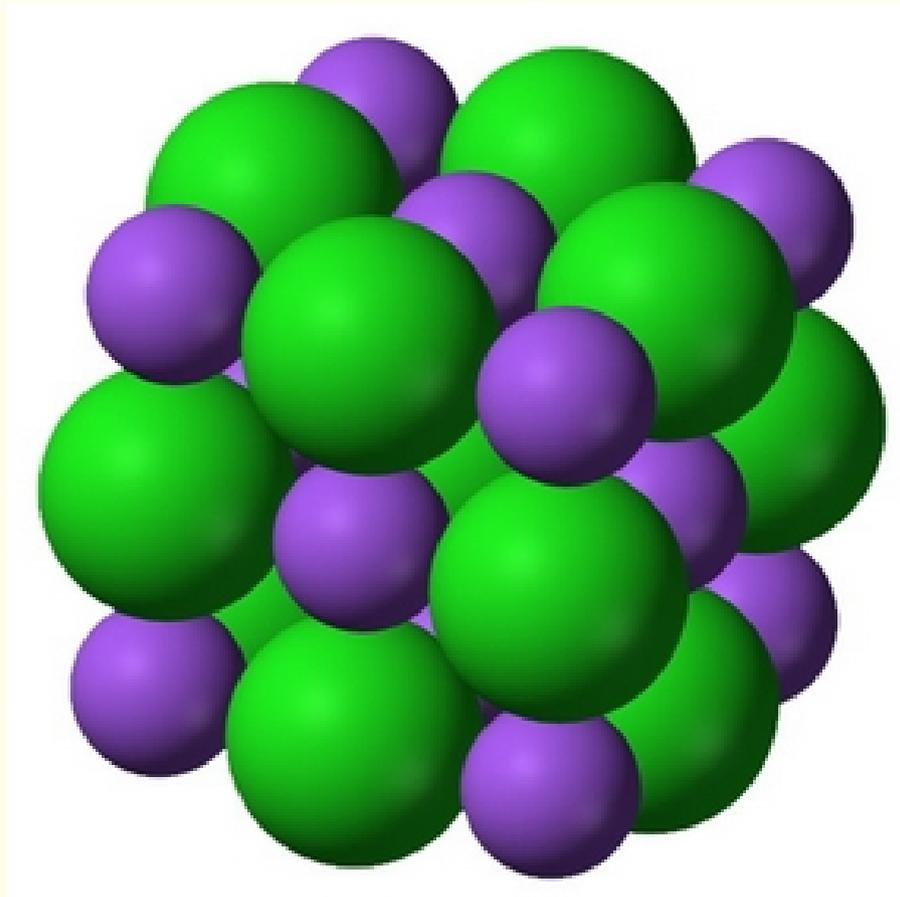
T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : Liaisons et molécules

La **liaison ionique** = attraction entre charges électriques opposées

La liaison ionique n'est **pas localisée**.

Les ions s'attirent mutuellement dans toutes les directions de l'espace.

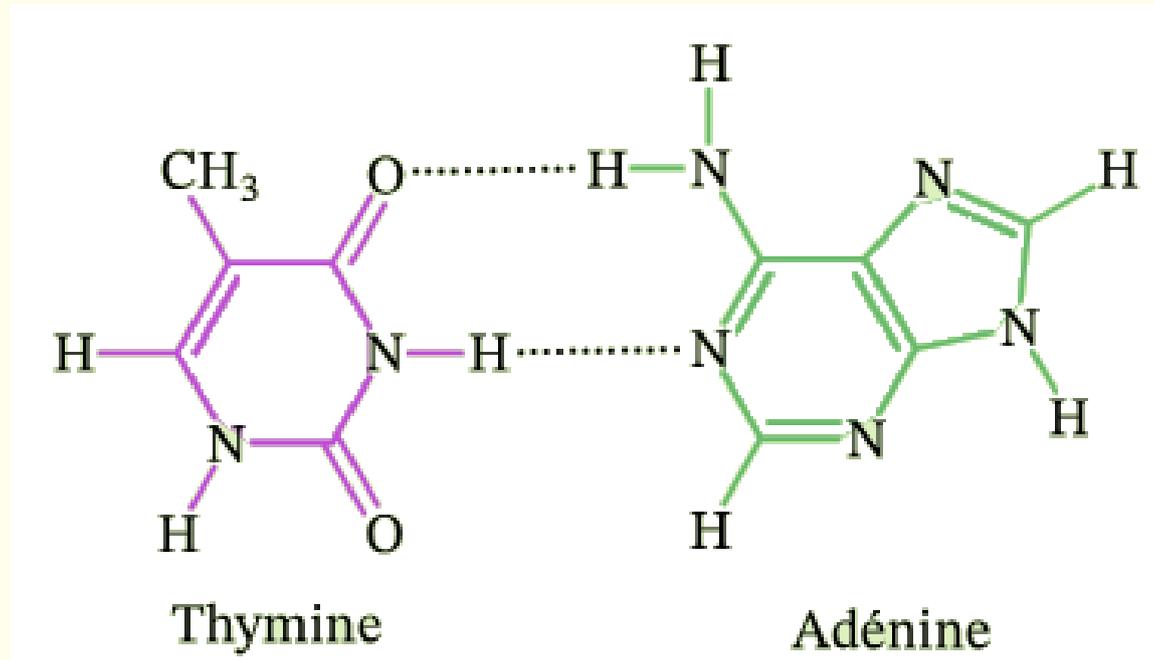


Cristal de NaCl, modèle sphère

T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : Liaisons et molécules

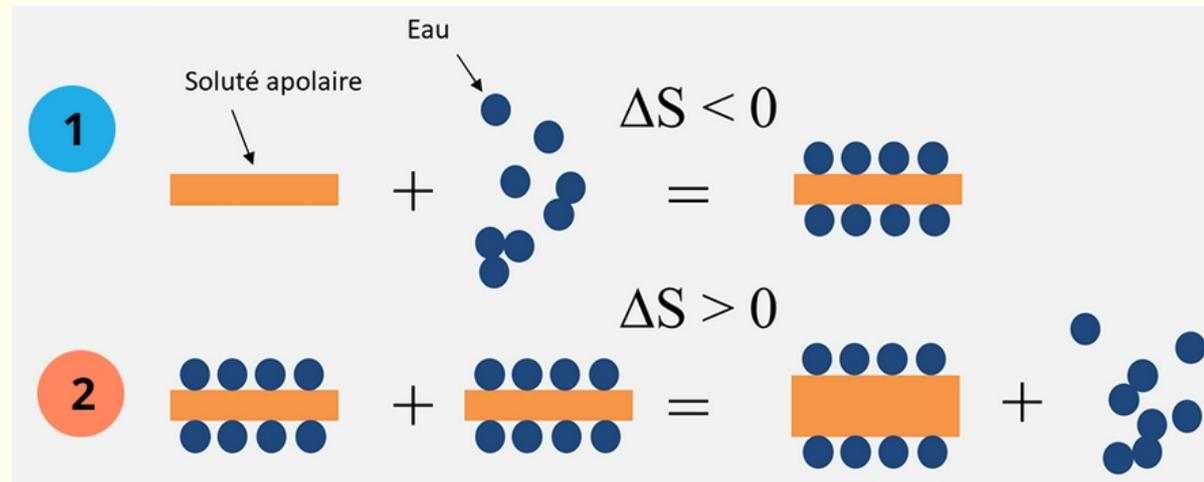
Les liaisons faibles =



Les interactions hydrophobes =

Le gain d'entropie lié à l'interaction hydrophobe étant plus important que la perte d'entropie lors de l'étape 1 alors le processus se produit spontanément en milieu aqueux.

Réf.



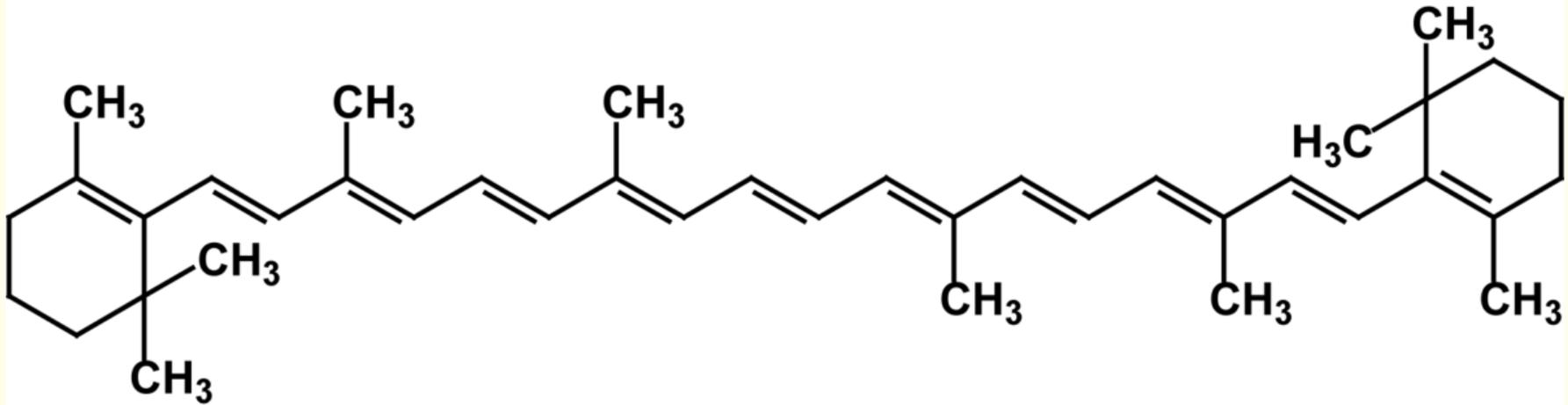
T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : Liaisons et molécules

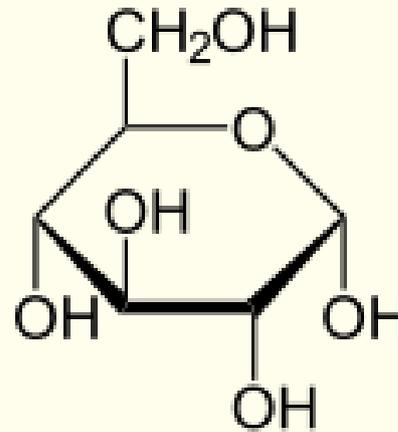
Une **molécule = Ensemble d'atomes liés par des liaisons covalentes**

Un petit nombre d'éléments (C H O N P S Ca) dans les molécules du vivant

C et H → Lipides = "Hydrocarbures" ex: Carotène $C_{40}H_{56}$ insoluble dans l'eau



C, H et O → Glucides = "Hydrates de carbone"
ex: Glucose $C_6H_{12}O_6$ soluble dans l'eau



=> très grande diversité des molécules du vivant

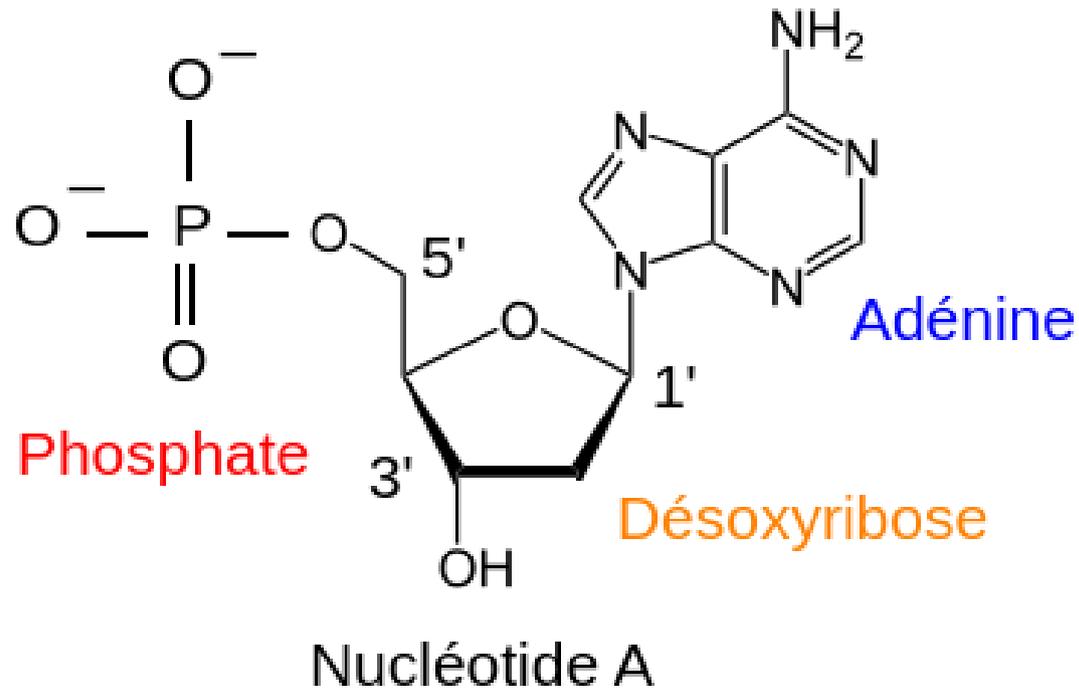
T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : Liaisons et molécules

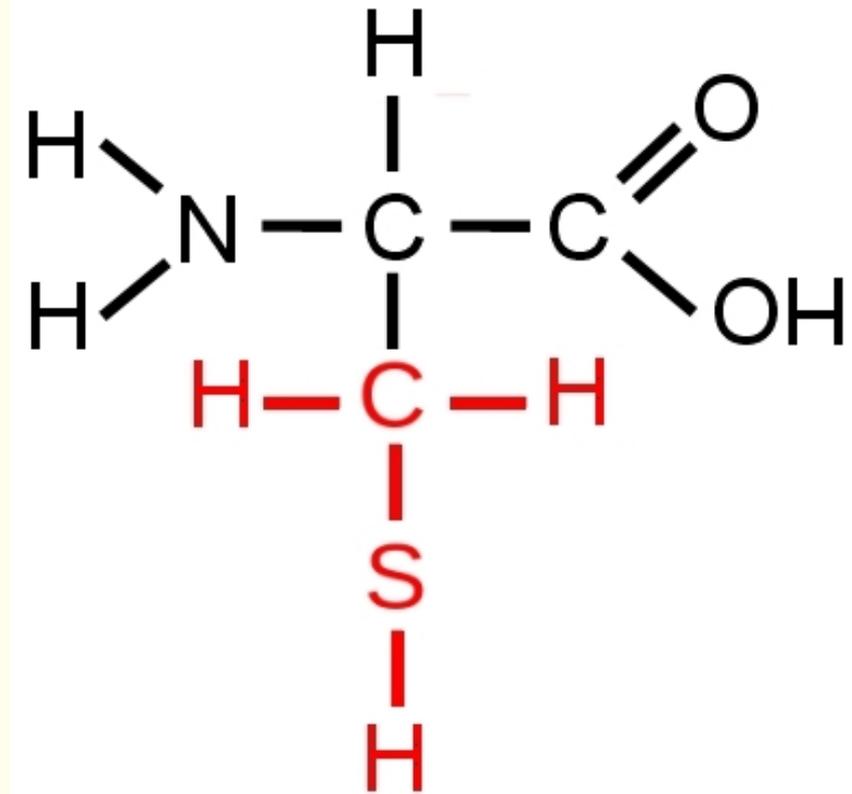
Une **molécule = Ensemble d'atomes liés par des liaisons covalentes**

Un petit nombre d'éléments (C H O N P S Ca) dans les molécules du vivant

C, H, O, N et P → Nucléotides (ADN, ARN)



C, H, O et N parfois S → acides aminés



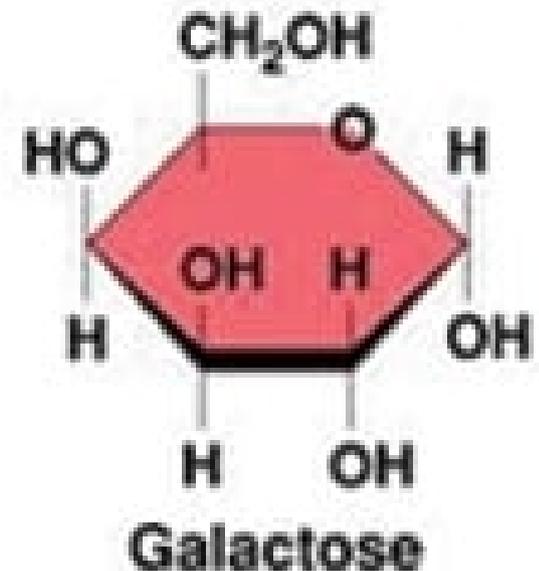
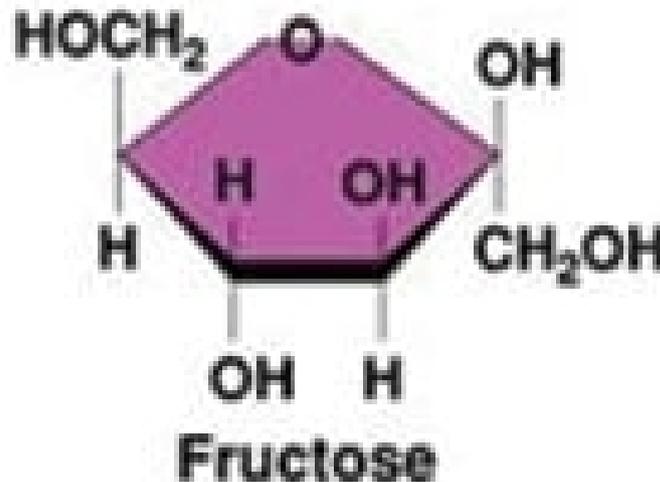
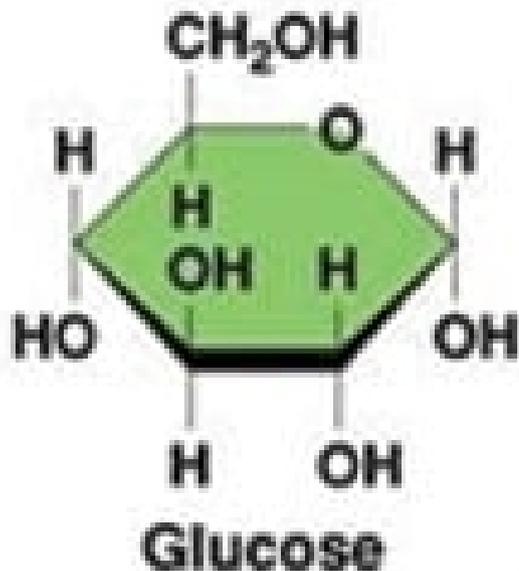
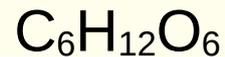
=> très grande diversité des molécules du vivant

T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : Liaisons et molécules

Un petit nombre d'éléments (C H O N P S Ca) dans les molécules du vivant mais ...

L'organisation des éléments chimiques participant à la molécule peut varier et former des petites molécules variées de même formule brute.



Origine et propriétés biologiques différentes

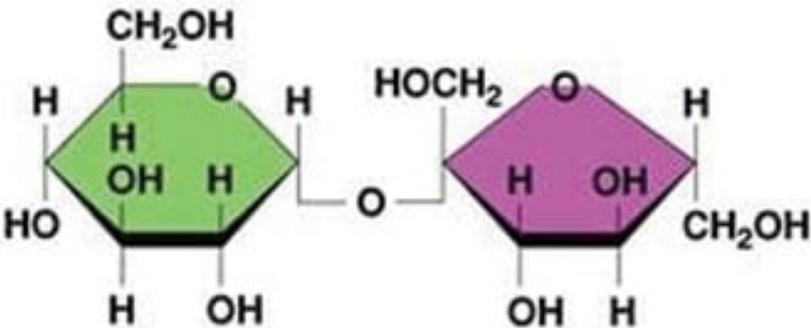
=> très grande diversité des molécules du vivant

T1 Une longue histoire de la matière

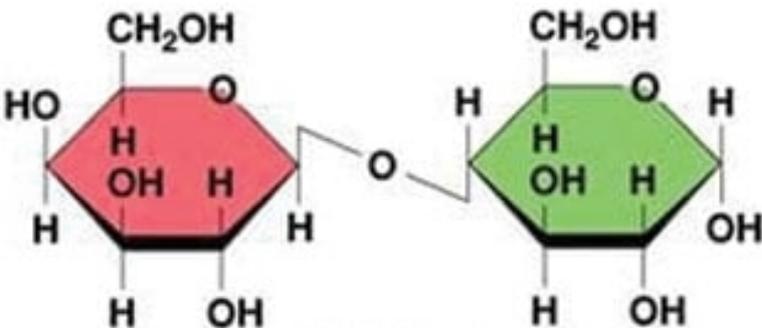
T1.1 Les éléments chimiques : Liaisons et molécules

Un petit nombre d'éléments (C H O N P S Ca) dans les molécules du vivant mais ...

L'enchainement des petites molécules peut varier pour former des grosses molécules aux propriétés biologiques différentes.



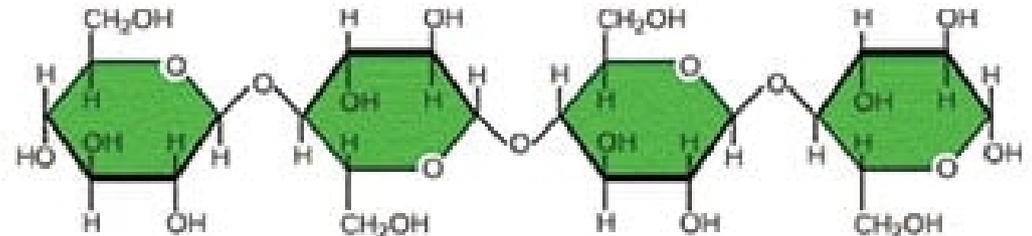
Saccharose
(Glucose + Fructose)



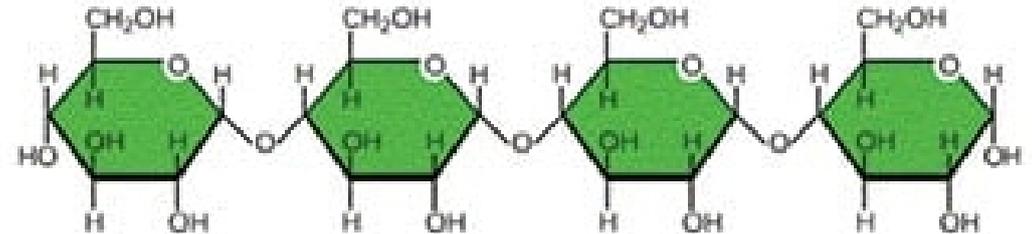
Lactose
(Galactose + Glucose)

Des propriétés biologiques différentes

Cellulose



Amidon



Macromolécules

=> très grande diversité des molécules du vivant

T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : Liaisons et molécules

La séquence de la **macromolécule** est aussi une source de diversité.

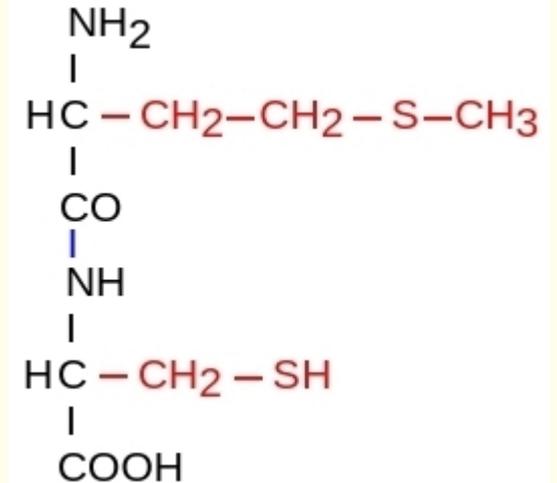
Séquence de nucléotides / ADN

Séquence d'acides aminés / protéine

A
T
G
T
G
C
.
.



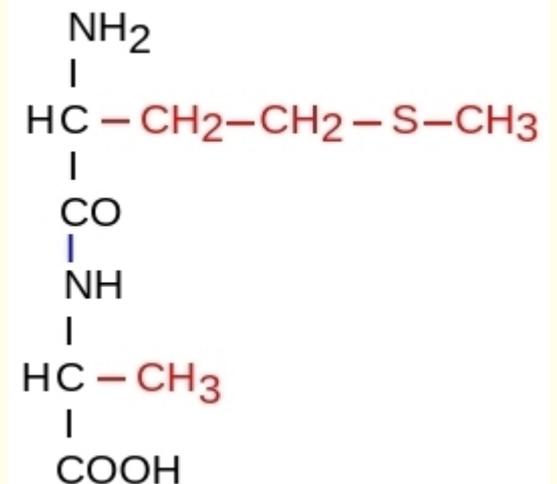
Met
|
Cys
|
.
.



A
T
G
G
C
T
.
.



Met
|
Ala
|
.
.



=> très grande diversité des molécules du vivant

T1 Une longue histoire de la matière

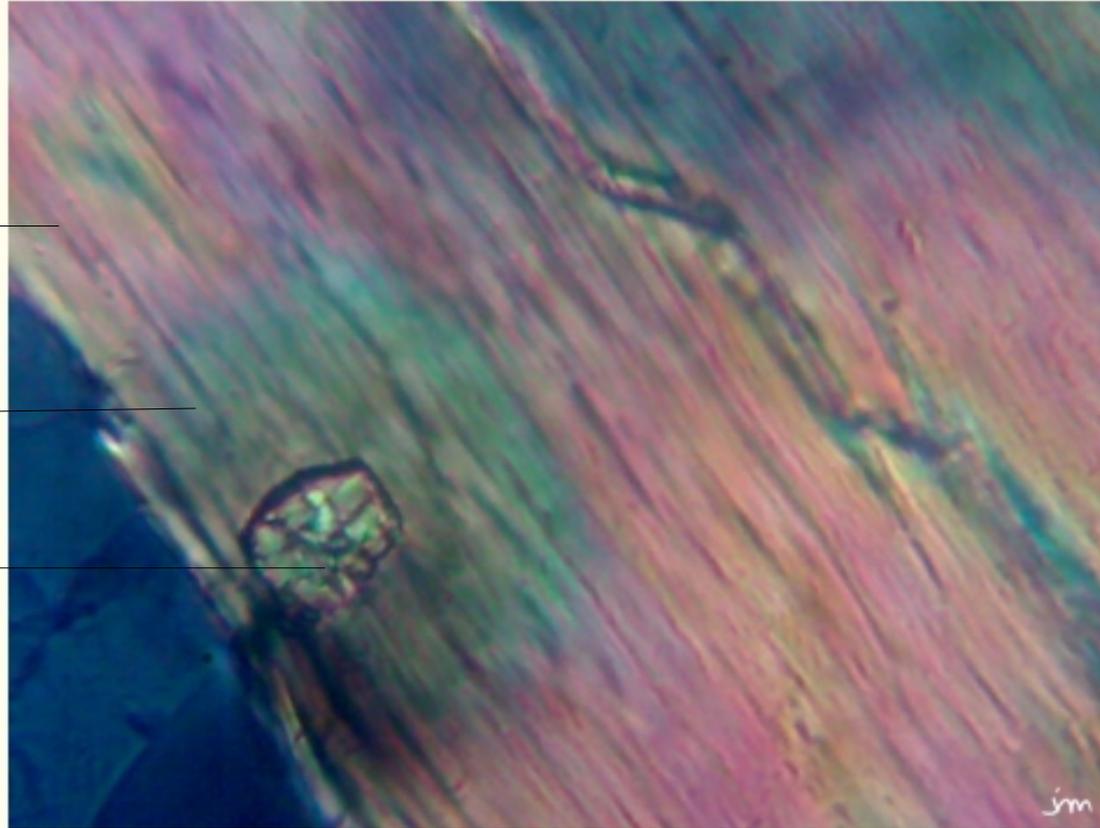
T1.1 Les éléments chimiques : La radioactivité, propriété du noyau atomique

Certains **noyaux** sont **naturellement instables** et se désintègrent spontanément (**radioactivité naturelle**).

Cristal de mica

Structure
cristalline modifiée

Zircon à
impuretés radioactives



Auréole de pléochroïsme dans un cristal de biotite
(LPA, Obj x40)

Noyau père —————> Noyau fils + Rayonnement
Écriture simplifiée P —————> F

L'instant de la désintégration d'un noyau radioactif individuel est aléatoire.

T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : La radioactivité, propriété du noyau atomique

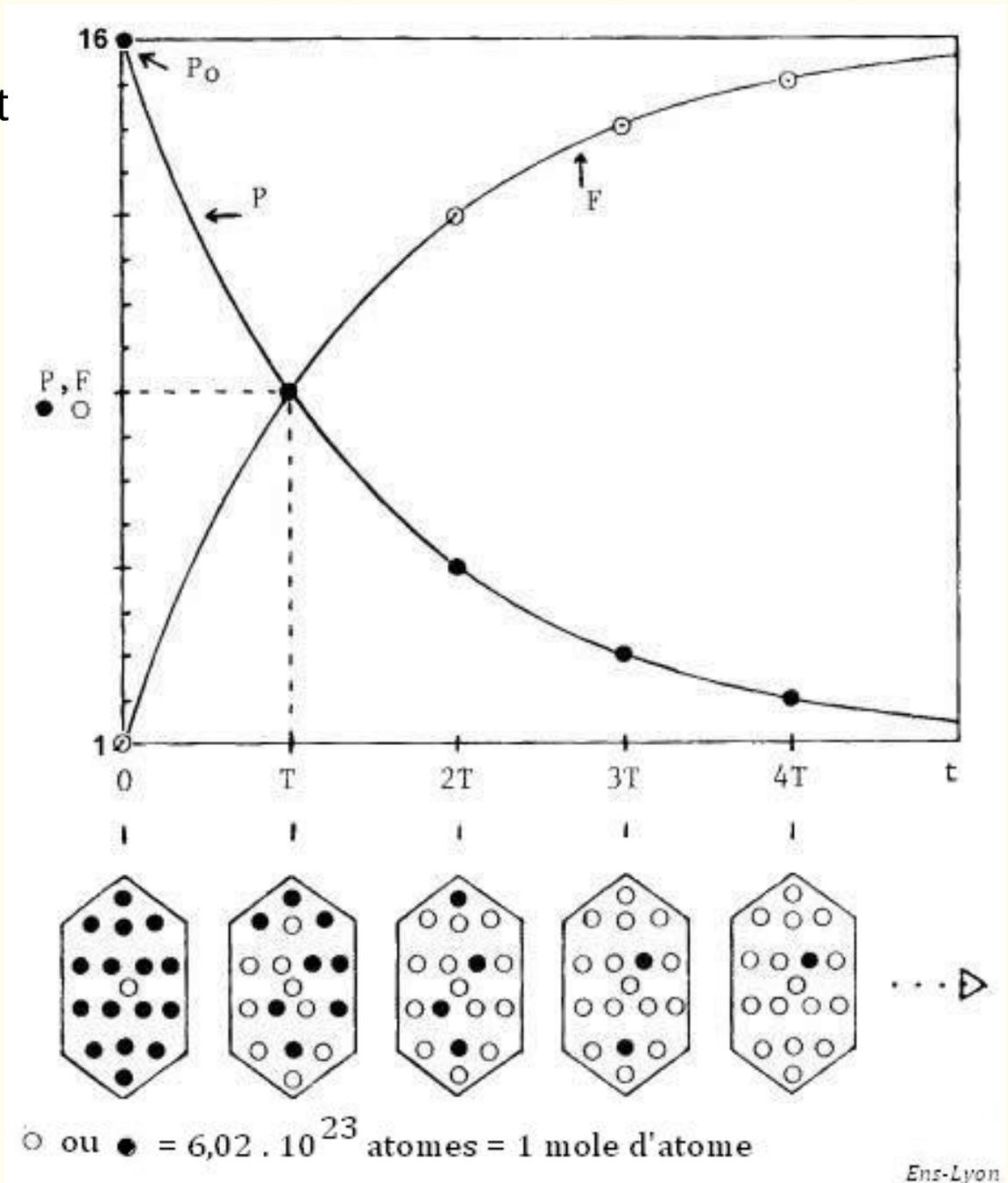
La **demi-vie (ou période T) d'un noyau radioactif** est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux présents dans un échantillon macroscopique s'est désintégrée.

Décrit en terminale par:

$$P = P_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

λ = constante de désintégration caractéristique de l'élément en an^{-1}



T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : La radioactivité, propriété du noyau atomique

La radioactivité est un phénomène nucléaire.

La demi-vie, caractéristique de l'élément est très peu dépendante des conditions physico-chimiques => **Une méthode de datation!**

La désintégration radioactive (phénomène nucléaire) est un phénomène
- continu,
- irréversible et
- indépendant des conditions physico-chimiques.



“[...] ainsi une mesure absolue du temps indépendante des observations astronomiques, était possible car la variation d'abondance d'un élément radioactif mesure un temps écoulé.”

Pierre Curie (1859-1906)

T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : La radioactivité, propriété du noyau atomique

Cette demi-vie est caractéristique du noyau père radioactif et de la désintégration.

Couple Père / Fils	Période (années)	Domaine de datation	Échantillons datés
$^{14}\text{C} / ^{14}\text{N}$	5730	< 40 000 ans	Os, bois, matières organiques
$^{87}\text{Rb} / ^{87}\text{Sr}$	$49,9 \cdot 10^9$	10 Ma à 4 500 Ma	Roches magmatiques



Grotte Chauvet -35 000 ans ^{14}C



Gneiss de Baltimore
parties anciennes : -1 Ga
métamorphisées : -300 Ma

$^{87}\text{Rb} / ^{87}\text{Sr}$

Wetherill et al. 1968

T1 Une longue histoire de la matière

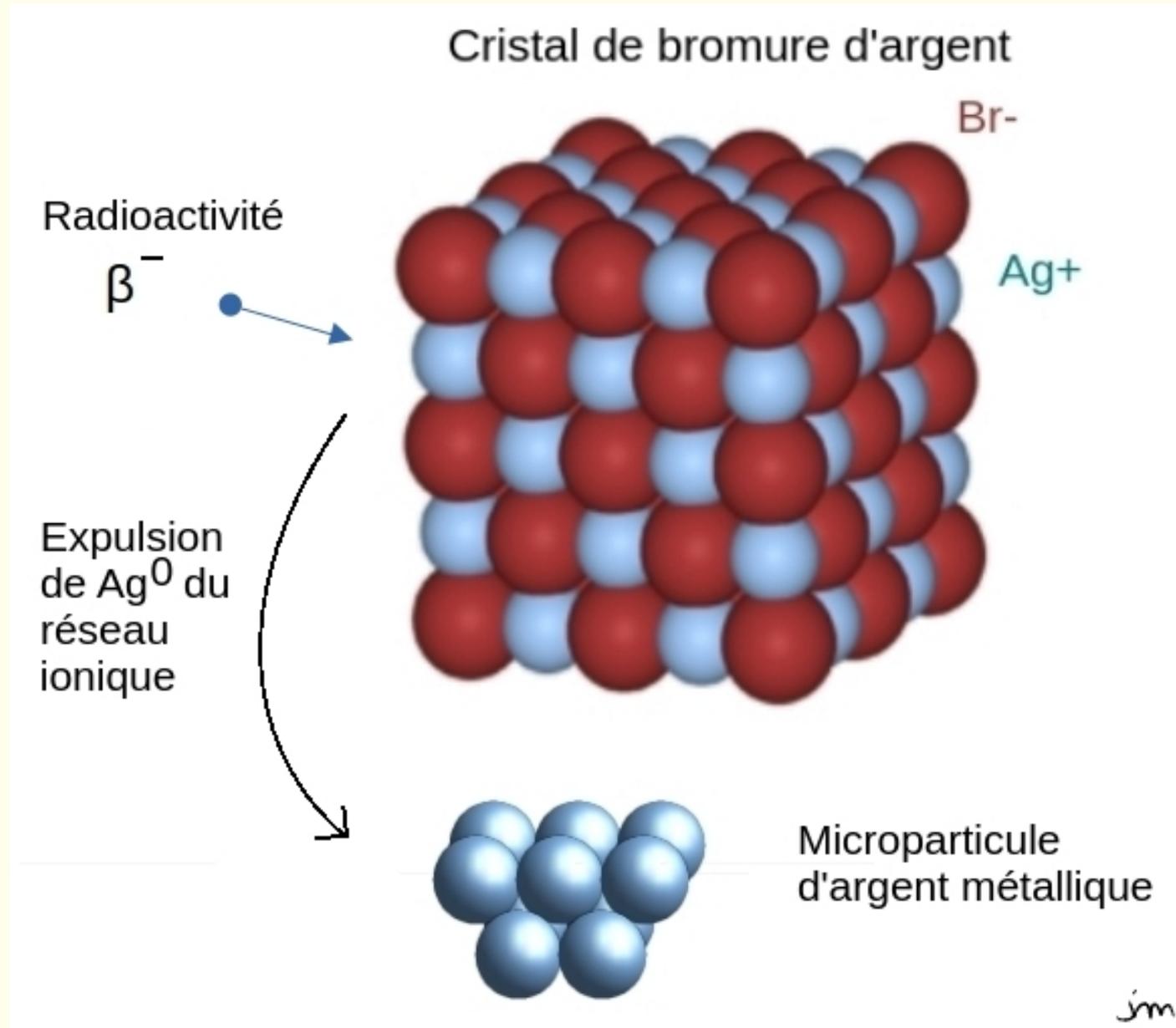
T1.1 Les éléments chimiques : La radioactivité, propriété du noyau atomique

La radioactivité artificielle:

Applications:

Le marquage moléculaire

Réaction des sels d'argent



T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : La radioactivité, propriété du noyau atomique

La radioactivité artificielle:

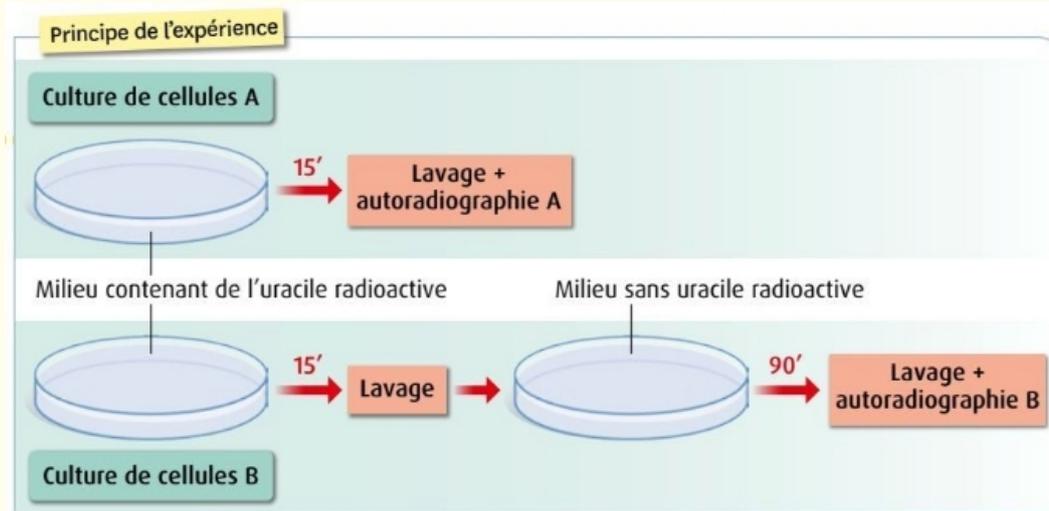
Applications:

Le marquage moléculaire

Marquage à l'Uracile tritiée

+

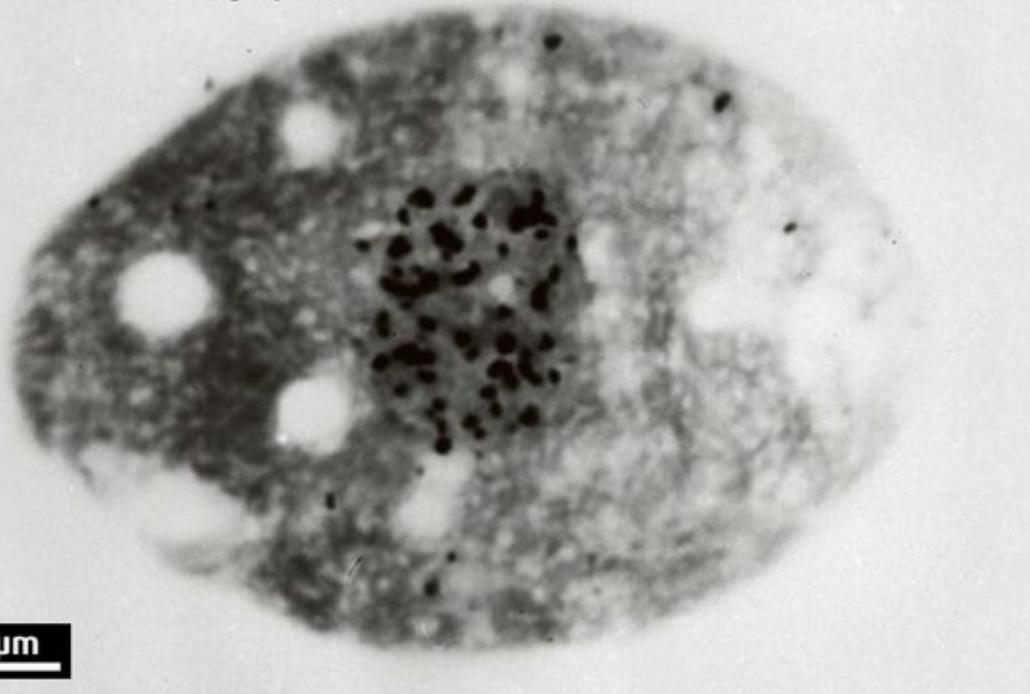
Réaction des sels d'argent



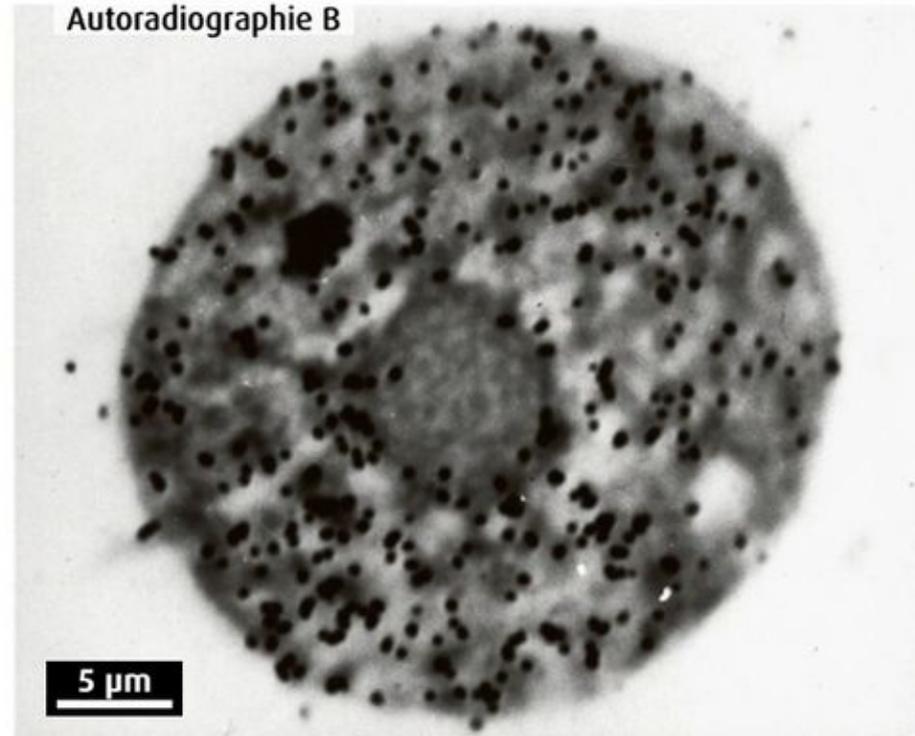
© Belin Éducation/Humensis, 2019 SVT 1re enseignement de spécialité

Résultats

Autoradiographie A



Autoradiographie B



© Dr David Prescott © Belin Éducation/Humensis, 2019 SVT 1re enseignement de spécialité

T1 Une longue histoire de la matière

T1.1 Les éléments chimiques : La radioactivité, propriété du noyau atomique La radioactivité artificielle

Autres applications:

Mesure du volume sanguin à l'iode ^{125}I

Radiothérapie

etc

Conséquences:

Modifications de l'ADN

