

Une longue histoire de la  
matière

- **Une longue histoire de la matière**
- Produire et analyser différentes représentations graphiques de l'abondance des éléments chimiques (proportions) dans l'Univers, la Terre, les êtres vivants.
- Distinguer, en termes d'échelle et d'organisation spatiale, maille, cristal, minéral, roche.
- Les identifier sur un échantillon ou une image.
- Mettre en relation la structure amorphe ou cristalline d'une roche et les conditions de son refroidissement.
-

- L'immense diversité de la matière dans l'Univers se décrit à partir d'un petit nombre de particules élémentaires qui se sont organisées de façon hiérarchisée, en unités de plus en plus complexes, depuis le *Big Bang* jusqu'au développement de la vie

# I Un niveau d'organisation : les éléments chimiques

- 
- Comment est apparue la matière ?
- Aborder cette question nécessite de s'intéresser aux noyaux atomiques, aux atomes et à leurs transformations.

- Au départ y avait-il tous les atomes ?
- Citez quelques atomes connus...

- Hypothèses pour expliquer la diversité des atomes... ?

- Élément origine ?

- Hydrogène
- 
- Mais avant ?
- 
- et ensuite ?



- <https://www.lespritsorcier.org/dossier-semaine/origine-de-la-matiere/>
- 
- 3 1ères vidéos
- **Prise de notes !**

Most Visited

## Explore the chemical elements through this periodic table

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Period 1	1 <b>H</b> 1.008 Hydrogen																	2 <b>He</b> 4.0026 Helium
2	3 <b>Li</b> 6.94 Lithium	4 <b>Be</b> 9.0122 Beryllium											5 <b>B</b> 10.81 Boron	6 <b>C</b> 12.011 Carbon	7 <b>N</b> 14.007 Nitrogen	8 <b>O</b> 15.999 Oxygen	9 <b>F</b> 18.998 Fluorine	10 <b>Ne</b> 20.180 Neon
3	11 <b>Na</b> 22.990 Sodium	12 <b>Mg</b> 24.305 Magnesium											13 <b>Al</b> 26.982 Aluminium	14 <b>Si</b> 28.085 Silicon	15 <b>P</b> 30.974 Phosphorus	16 <b>S</b> 32.06 Sulfur	17 <b>Cl</b> 35.45 Chlorine	18 <b>Ar</b> 39.948 Argon
4	19 <b>K</b> 39.098 Potassium	20 <b>Ca</b> 40.078 Calcium	21 <b>Sc</b> 44.956 Scandium	22 <b>Ti</b> 47.867 Titanium	23 <b>V</b> 50.942 Vanadium	24 <b>Cr</b> 51.996 Chromium	25 <b>Mn</b> 54.938 Manganese	26 <b>Fe</b> 55.845 Iron	27 <b>Co</b> 58.933 Cobalt	28 <b>Ni</b> 58.693 Nickel	29 <b>Cu</b> 63.546 Copper	30 <b>Zn</b> 65.38 Zinc	31 <b>Ga</b> 69.723 Gallium	32 <b>Ge</b> 72.630 Germanium	33 <b>As</b> 74.922 Arsenic	34 <b>Se</b> 78.971 Selenium	35 <b>Br</b> 79.904 Bromine	36 <b>Kr</b> 83.798 Krypton
5	37 <b>Rb</b> 85.468 Rubidium	38 <b>Sr</b> 87.62 Strontium	39 <b>Y</b> 88.906 Yttrium	40 <b>Zr</b> 91.224 Zirconium	41 <b>Nb</b> 92.906 Niobium	42 <b>Mo</b> 95.95 Molybdenum	43 <b>Tc</b> ⚡ 98.906 Technetium	44 <b>Ru</b> 101.07 Ruthenium	45 <b>Rh</b> 102.91 Rhodium	46 <b>Pd</b> 106.42 Palladium	47 <b>Ag</b> 107.87 Silver	48 <b>Cd</b> 112.41 Cadmium	49 <b>In</b> 114.82 Indium	50 <b>Sn</b> 118.71 Tin	51 <b>Sb</b> 121.76 Antimony	52 <b>Te</b> 127.60 Tellurium	53 <b>I</b> 126.90 Iodine	54 <b>Xe</b> 131.29 Xenon
6	55 <b>Cs</b> 132.91 Caesium	56 <b>Ba</b> * 137.33 Barium	71 <b>Lu</b> 174.97 Lutetium	72 <b>Hf</b> 178.49 Hafnium	73 <b>Ta</b> 180.95 Tantalum	74 <b>W</b> 183.84 Tungsten	75 <b>Re</b> 186.21 Rhenium	76 <b>Os</b> 190.23 Osmium	77 <b>Ir</b> 192.22 Iridium	78 <b>Pt</b> 195.08 Platinum	79 <b>Au</b> 196.97 Gold	80 <b>Hg</b> 200.59 Mercury	81 <b>Tl</b> 204.38 Thallium	82 <b>Pb</b> 207.2 Lead	83 <b>Bi</b> 208.98 Bismuth	84 <b>Po</b> ⚡ 208.98 Polonium	85 <b>At</b> ⚡ 209.99 Astatine	86 <b>Rn</b> ⚡ 222.02 Radon
7	87 <b>Fr</b> ⚡ 223.02 Francium	88 <b>Ra</b> ⚡** 226.03 Radium	103 <b>Lr</b> ⚡ 262.11 Lawrencium	104 <b>Rf</b> ⚡ 267.12 Rutherfordium	105 <b>Db</b> ⚡ 270.13 Dubnium	106 <b>Sg</b> ⚡ 269.13 Seaborgium	107 <b>Bh</b> ⚡ 270.13 Bohrium	108 <b>Hs</b> ⚡ 269.13 Hassium	109 <b>Mt</b> ⚡ 278.16 Meitnerium	110 <b>Ds</b> ⚡ 281.17 Darmstadtium	111 <b>Rg</b> ⚡ 281.17 Roentgenium	112 <b>Cn</b> ⚡ 285.18 Copernicium	113 <b>Nh</b> ⚡ 286.18 Nihonium	114 <b>Fl</b> ⚡ 289.19 Flerovium	115 <b>Mc</b> ⚡ 289.20 Moscovium	116 <b>Lv</b> ⚡ 293.20 Livermorium	117 <b>Ts</b> ⚡ 293.21 Tennessine	118 <b>Og</b> ⚡ 294.21 Oganesson

WebElements uses website cookies to provide the optimise your visit. [Learn more](#)

I U.Nd.Er.S.Ta.Nd

# Compétence 1

- Produire et analyser, interpréter différentes représentations graphiques de l'abondance des éléments chimiques (proportions) dans l'Univers, la Terre, les êtres vivants.

# Activité

- **En utilisant les tableaux, montrez que les éléments chimiques du vivant sont présents dans l'univers et dans la Terre, mais dans des proportions différentes.**

*NB : La composition chimique est très similaire pour tous les êtres vivants.*

- Proportions des éléments chimiques dans l'univers
- Compositions en éléments chimiques du non vivant et du vivant

Proportion (nombre d'atomes pour 1 milliard)	Elément
910580000	Hydrogène (H)
88000000	Hélium (He)
80000	Oxygène (O)
30000	Carbone (C)
10000	Azote (N)
10000	Néon (Ne)
3000	Silicium (Si)
3000	Magnésium (Mg)
3000	Fer (Fe)
3000	somme des 83 autres éléments

# Compétence 1

- Analyser, interpréter différentes représentations graphiques de l'abondance des éléments chimiques

Croûte terrestre		Eau de mer		Atmosphère	
Élément chimique	%	Élément chimique	%	Élément chimique	%
O (Oxygène)	47	H	66	N	78
Si (Silicium)	28	O	33	O	21
Al (Aluminium)	7,9	Cl (Chlore)	0,33	Ar (Argon)	0,45
Fe (Fer)	4,5	Na	0,28	C	0,0015
Ca (Calcium)	3,5	Mg	0,033		
Na (Sodium)	2,5	S (Soufre)	0,017		
K (Potassium)	2,2	Ca	0,006		
Mg (Magnésium)	2,2	K	0,006		
H (Hydrogène)	0,22	C	0,0014		
C (Carbone)	0,19	P (Phosphore)	0,000002		
Autres	< 2	Autres	< 0,1	Autres	< 0,55

**b** **Composition chimique de la croûte terrestre, de l'eau de mer et de l'atmosphère.** Les valeurs sont des pourcentages du nombre total d'atomes dans les différents milieux.

Corps humain			
Élément chimique	%	Élément chimique	%
H	63	Cl	0,03
O	25,4	K	0,06
C	9,4	S	0,05
N	1,4	Na	0,03
Ca	0,31	Mg	0,01
P	0,22	Autres	< 0,1

**c** **Composition chimique du corps humain.** Les valeurs sont des pourcentages du nombre total d'atomes dans le corps humain.

# Compétence 1

- Produire différentes représentations graphiques de l'abondance des éléments chimiques...
- Diagramme circulaire
- <https://fr.wikihow.com/faire-un-diagramme-circulaire>



- <https://fr.wikihow.com/faire-un-diagramme-circulaire>
- Fiche\_technique\_diagramme\_circulaire\_calc

# Radioactivité

- Inventeur ?

- Une femme ?

- Marie Curie



# Radioactivité

- Certains noyaux sont instables et se désintègrent (radioactivité). L'instant de désintégration d'un noyau radioactif individuel est aléatoire. La demi-vie d'un noyau radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon macroscopique se soit désintégrée. Cette demi-vie est caractéristique du noyau radioactif.

- Ex C environ 5600 ans

- Notion de molécule organique ou pas  
C,H,O,(N)
- En principe molécule organique vient du vivant mais exceptions...

# Utilisations des molécules radioactives

- En SVT
- Biologie, médecine...



# Principe des traceurs en SVT

- Principe : un élément radioactif est introduit sous forme de molécule, rendue radioactive ex CO<sub>2</sub> dont on a rendu radioactif C ou O
- Nucléotide de l'ADN : ?
- ...

# Transfert de l'information génétique ?

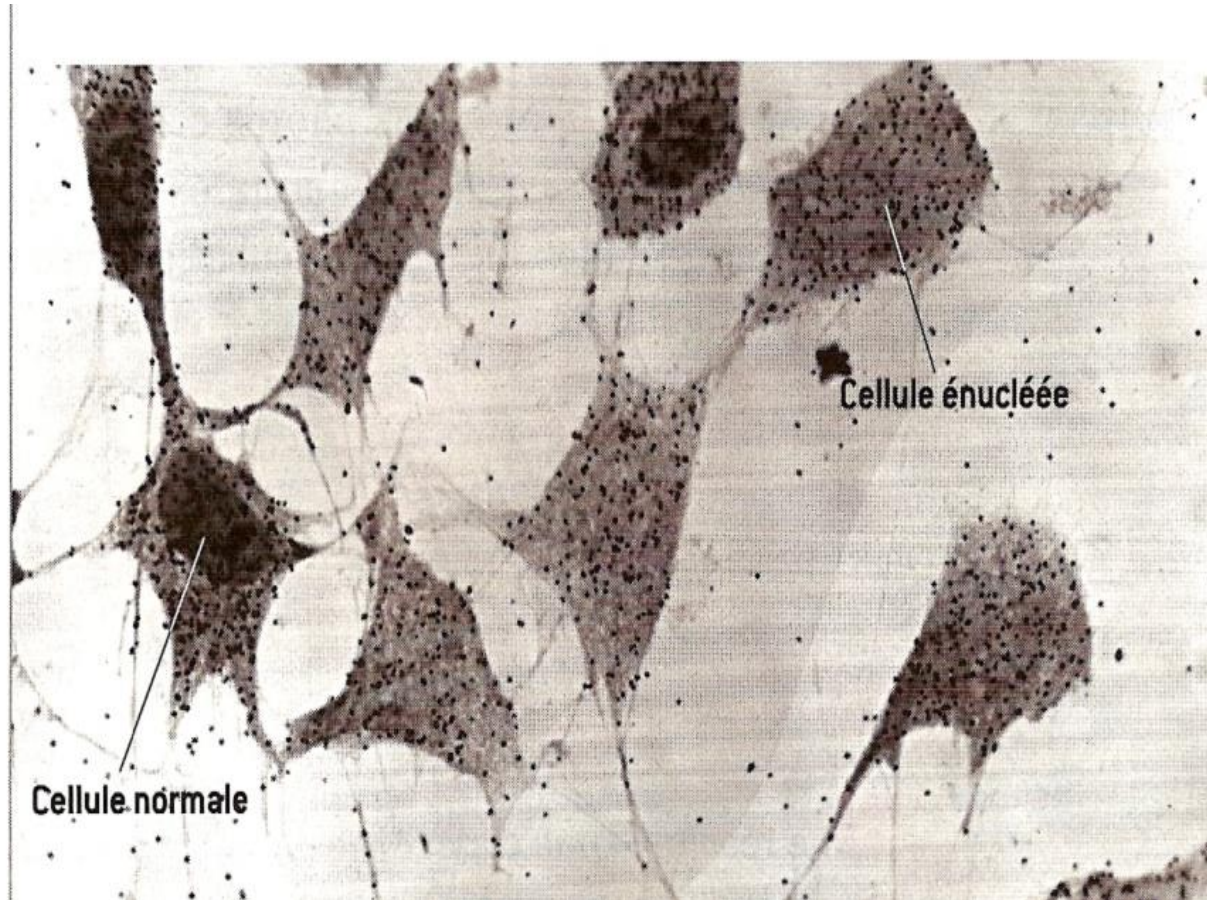
- 
- Où est-elle ?
- 
- 
- Si transfert départ arrivée ?

- Information génétique nucléaire ADN
- Transfert sous forme d'ARN (intermédiaire)
- puis de protéines

## Document : Localisation cellulaire de la synthèse protéique grâce à la technique d'autoradiographie.

- On met en culture des cellules animales normales et des cellules énucléées à qui l'on a retiré le noyau. On ajoute au milieu de culture un acide aminé radioactif qui sera utilisé par les cellules pour fabriquer de nouvelles protéines qui seront alors radioactives. Après quelques heures les cellules sont ensuite lavées (ce qui élimine les acides aminés radioactifs non incorporés dans les protéines) puis photographiées grâce à une technique permettant de localiser la radioactivité, qui apparaît sous forme de points noirs.

Le document ci-dessous représente une des photographies obtenues.



◀ **L'expérience.** On met en culture des cellules normales et des cellules auxquelles on a retiré le noyau (cellules énucléées). On ajoute au milieu de culture un acide aminé radioactif. Les cellules sont ensuite lavées (élimination des acides aminés radioactifs non incorporés dans les protéines) puis photographiées grâce à une technique permettant de localiser la radioactivité, qui apparaît sous forme de points noirs (autoradiographie).

Médecine Quelques examens : scintigraphie  
Scanner ....

- Les rayons X et les rayons gamma sont de même nature, mais sont produits différemment : les rayons X sont produits par des transitions électroniques alors que les rayons gamma sont produits lors de la désintégration radioactive des noyaux des atomes ou d'autres processus nucléaires..

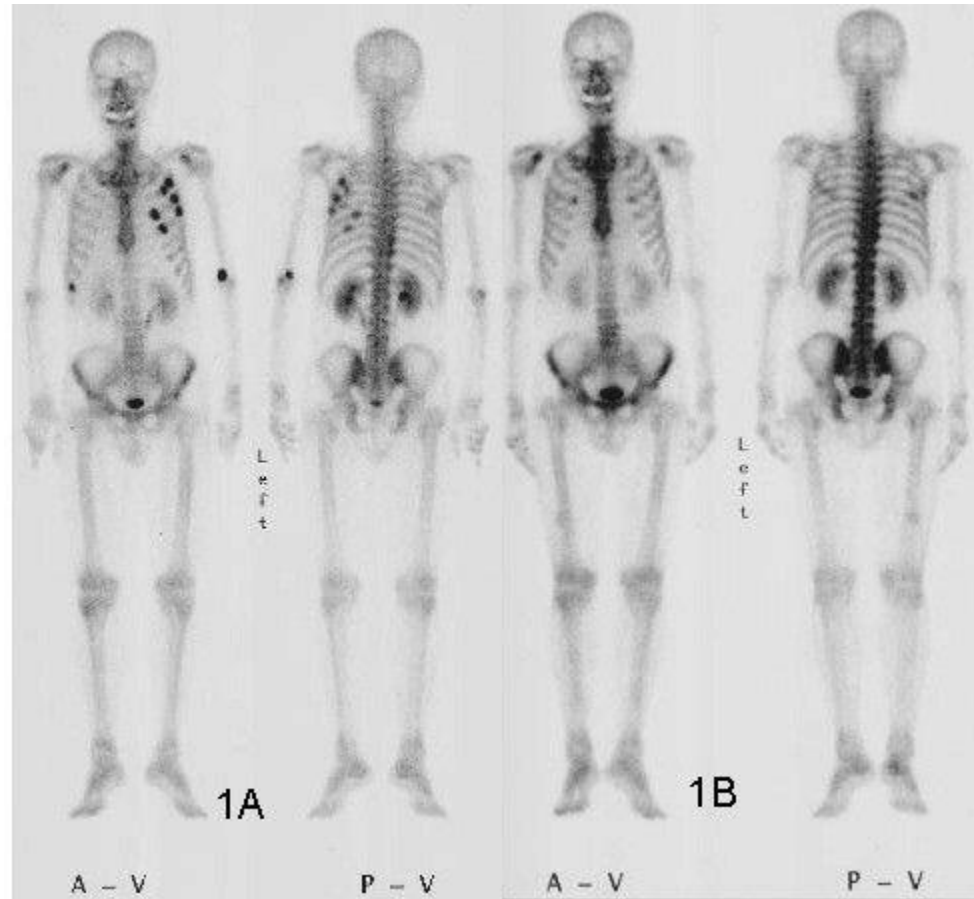
# La scintigraphie

- La **scintigraphie** est un examen qui sert à analyser les organes et leur fonctionnement, grâce à une caméra spécifique. Pratiquée après injection d'un produit faiblement radioactif et non toxique, la **scintigraphie** peut concerner par exemple les os, la thyroïde ou le cœur...





Par exemple sur les os...



## II Des édifices ordonnés : les cristaux

- L'organisation moléculaire étant déjà connue, ce thème aborde une autre forme d'organisation de la matière : l'état cristallin (qui revêt une importance majeure, tant pour la connaissance de la nature - minéraux et roches, squelettes, etc. - que pour ses applications techniques).
- 
- ADN, Protéines...

Le chlorure de sodium solide (présent dans les roches, ou issu de l'évaporation de l'eau de mer) est constitué d'un empilement régulier d'ions : c'est l'état cristallin.



- En chimie, un SEL est un composé **ionique** (= formé de cations et d'anions), électriquement neutre.
- 
- Exemple du **sel de table** (marin ou issu de roches)
- 
- **NaCl**
- Dans la formule on trouve un ion  $\text{Na}^+$  pour un ion  $\text{Cl}^-$  donc le sel est **électriquement neutre**.

En Géologie une roche saline est une roche qui peut se dissoudre dans l'eau

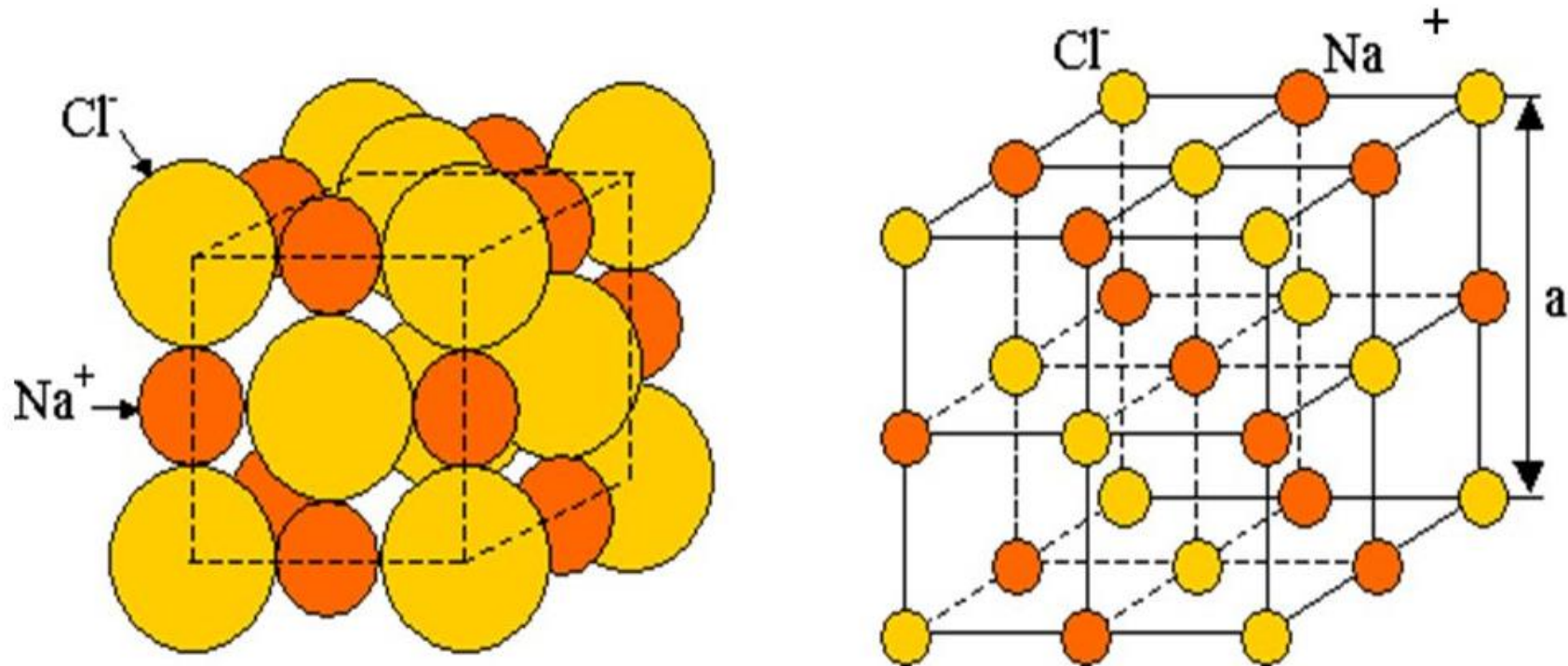
- Le sel est une roche saline ou évaporite (formée par évaporation de l'eau de mer)
- Il existe d'autres roches salines : la halite ou sel gemme, le gypse...
- Chauffé le gypse donne le plâtre, humidifié (gâché) il reforme des cristaux de gypse d'où les propriétés de « prise »



Le chlorure de sodium cristallise dans un système cubique faces centrées (F) de paramètre de maille  $a = 564 \text{ pm}$ .

- Sa masse volumique est de  $\rho = 2,165 \text{ g.cm}^{-3}$
- Les rayons de ses constituants sont :
- $r_{\text{Na}^+} = 99 \text{ pm}$
- $r_{\text{Cl}^-} = 181 \text{ pm}$

## Chlorure de sodium



Constitué des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$   
Formule du solide ionique :  $\text{NaCl}$

$a = 564$   
pm

Attention les liaisons représentées ne sont pas des liaisons entre atomes (liaisons covalentes) !



# vidéo cristallisation

- [https://www.youtube.com/watch?v=uY3AuKglz\\_w](https://www.youtube.com/watch?v=uY3AuKglz_w)

- Un composé de formule chimique donnée peut cristalliser sous différents types de structures qui ont des propriétés macroscopiques différentes.

# Définition d'un minéral

Un **minéral** est une **substance inorganique solide** qui se présente sous forme d'un **cristal** ou d'un solide cristallin.



**Cristaux de quartz**

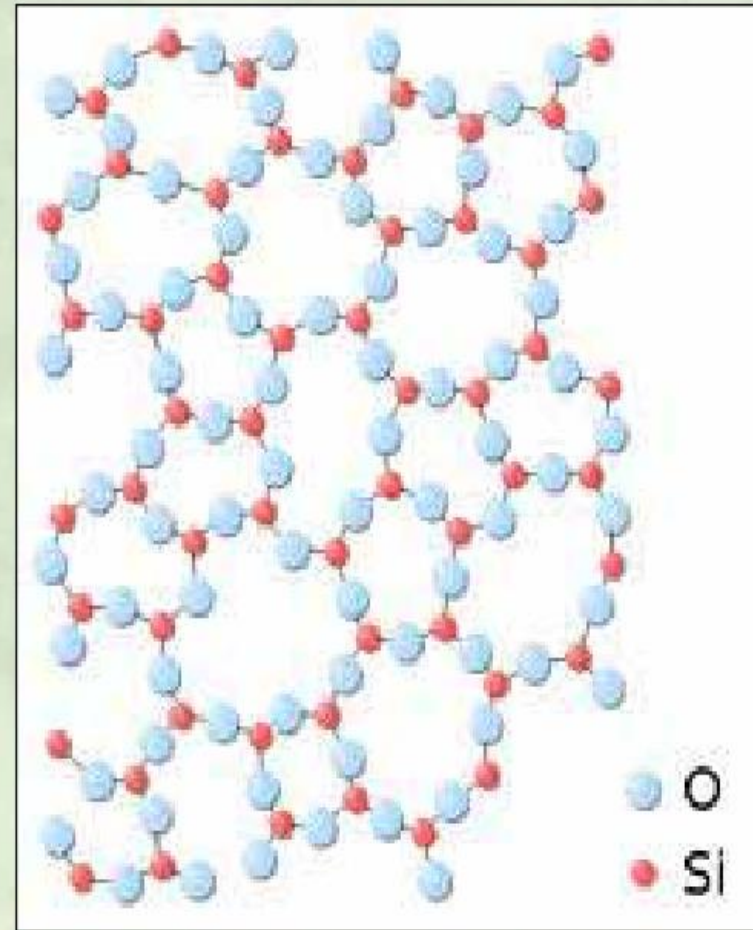


**Cristaux de pyrite**

Un **crystal** est un corps **solide** (minéral naturel homogène) de forme **polyédrique**, plus ou moins brillant, à structure régulière et formé d'un **assemblage ordonné** d'un grand nombre d'**atomes** de molécules ou d'ions.



**Cristaux de quartz**



**Structure cristalline du quartz**

# Composition chimique

Un **minéral** est défini par sa **composition chimique** et sa structure cristalline.

Les **minéraux** peuvent être composés d'un **seul élément** chimique :

**Exemples :** - Graphite (C)  
- Diamant (C)



**Graphite**



**Diamant**

# Composition chimique

Les **minéraux** peuvent être composés de **plusieurs éléments chimiques**.

**Exemples :** - Amazonite ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ )  
- Chalcopyrite ( $\text{CuFeS}_2$ )



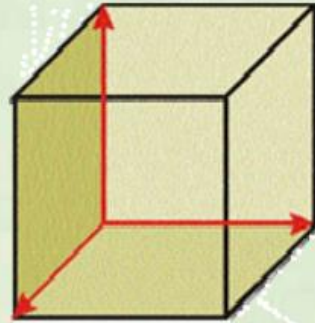
**Amazonite**



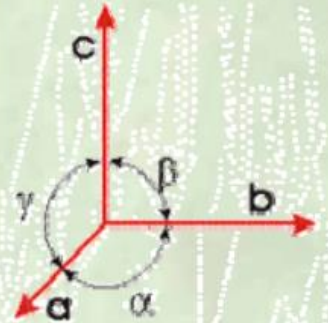
**Chalcopyrite**

# Systeme cubique

La forme primitive du minéral est un **cube** : un **prisme droit** à **6 faces** égales



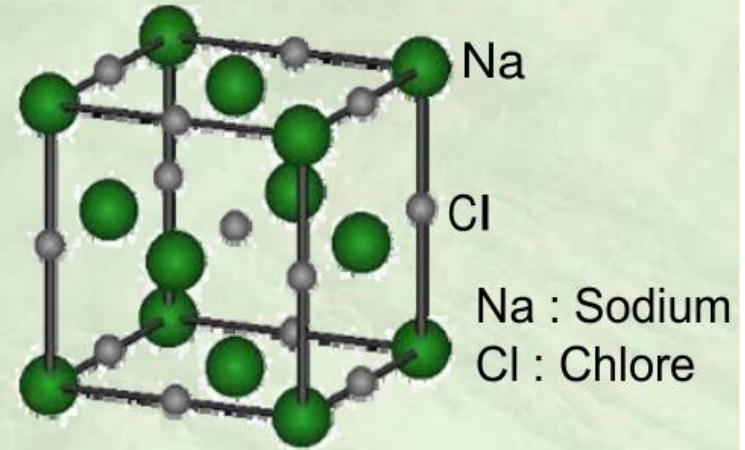
6 faces carrées  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



$a = b = c$



Cristaux de sel



Structure cristalline du sel (NaCl)

# Définition de roche

Une **roche** est un matériau solide formé en général d'un **assemblage de minéraux**.

Les **roches** sont constituées de **minéraux** tandis que les minéraux sont constitués **d'éléments chimiques**.



- Une roche est formée de l'association de cristaux d'un même minéral ou de plusieurs minéraux.

# Conclusion

- **Un minéral est un assemblage de cristaux, qui sont des assemblages de mailles élémentaires, formées d'atomes répartis de façon régulière.**
- **Un MINERAL est aussi un Corps naturel ayant une composition chimique et des propriétés physiques bien définies (Ex Quartz, Micas...)**

# Compétences

- Distinguer, en termes d'échelle et d'organisation spatiale, maille, cristal, minéral, roche.
- Les identifier sur un échantillon ou une image.
- Mettre en relation la structure amorphe ou cristalline d'une roche et les conditions de son refroidissement.

# LES ROCHES MAGMATIQUES

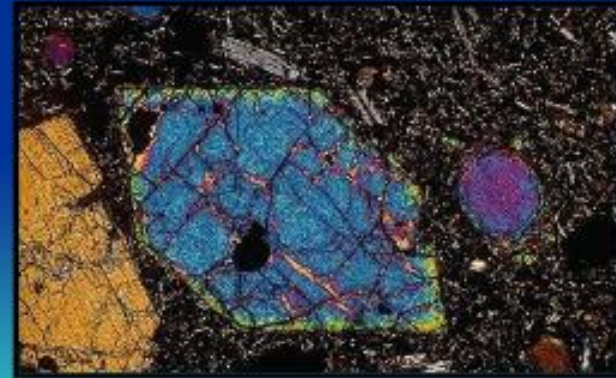
## REFROIDISSEMENT EN SURFACE :

### ROCHES VOLCANIQUES

Remontée rapide du magma : matériau amorphe vitreux (verre)

→ Les minéraux sont, pour la plupart, invisibles à l'œil nu

→ **TEXTURE MICROLITIQUE**



# LES ROCHES MAGMATIQUES

## REFROIDISSEMENT EN PROFONDEUR :

### ROCHES PLUTONIQUES

Remontée très lente du magma : le liquide cristallise

→ Les minéraux sont visibles et identifiables à l'œil nu

→ TEXTURE GRENUE :

cristaux de taille identique

ou mégacristaux + Petits cristaux



- <https://www.youtube.com/watch?v=7lYmNzGK-6U>
- Juste le début après trop difficile

- Granites, Gabbros, Basaltes, Andésites...
- Sur internet Wiki...

- Faire Activité documentaire 5 p 33 manuel numérique Enseignement scientifique 1<sup>ère</sup> (ramassé)
- Dans Atrium
- <https://www.atrium-sud.fr/group/lg-massena-060501/manuels-scolaires-et-ressources-numeriques>





Retrouvez tous vos manuels sur l'application Lelivrescolaire.fr

Continuer sur l'application



Enseignement scientifique 1re

Feuilleter la version papier

PAGES

FAVORIS

Aller à la page...



Chapitre 1  
Les éléments chimiques



PRONOTE



DYS



Chapitre 1

# Les éléments chimiques

Quels sont les éléments chimiques présents dans l'Univers, sur Terre, dans les êtres vivants ? Comment se sont-ils formés ?

Activité 1 - p. 14 Les éléments chimiques dans les étoiles

Activité 2 - p. 15 La radioactivité, un phénomène naturel

Activité 3 - p. 16 L'origine des éléments chimiques - Travail en groupe



Retrouvez tous vos manuels sur l'application Lelivrescolaire.fr

Continuer sur l'application



Enseignement scientifique 1re

Feuilleter la version papier

PAGES

FAVORIS

33



Chapitre 2

Des édifices ordonnés : les cristaux



Du verre dans certaines roches magmatiques

page 33

Activité documentaire



PRONOTE



ACTIVITÉ DOCUMENTAIRE

## 5 Du verre dans certaines roches magmatiques

Le **magma** peut être vu comme un bain de minéraux silicatés dans lequel se forment des cristaux lors de son refroidissement.

→ Comment se forment les cristaux dans un magma ?

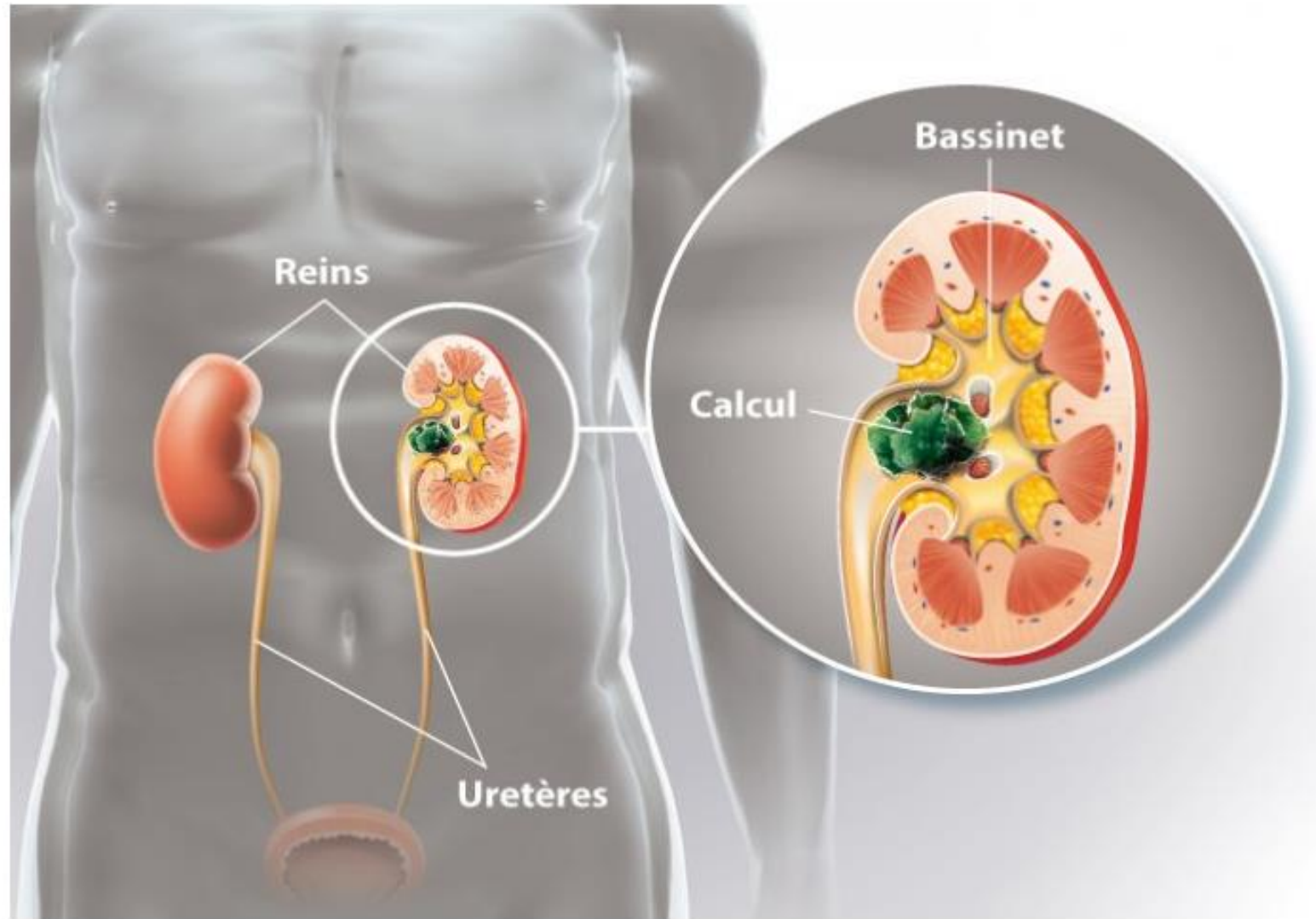
Ce que j'ai déjà vu

Les volcans comme lieu de formation des roches magmatiques

Doc. 1 Un magma pour plusieurs roches

Doc. 2 Rhyolite (a) et obsidienne (b) : des roches aux allures de verre

- Des structures cristallines existent aussi dans les organismes biologiques (coquille, squelette, calcul rénal, etc.).



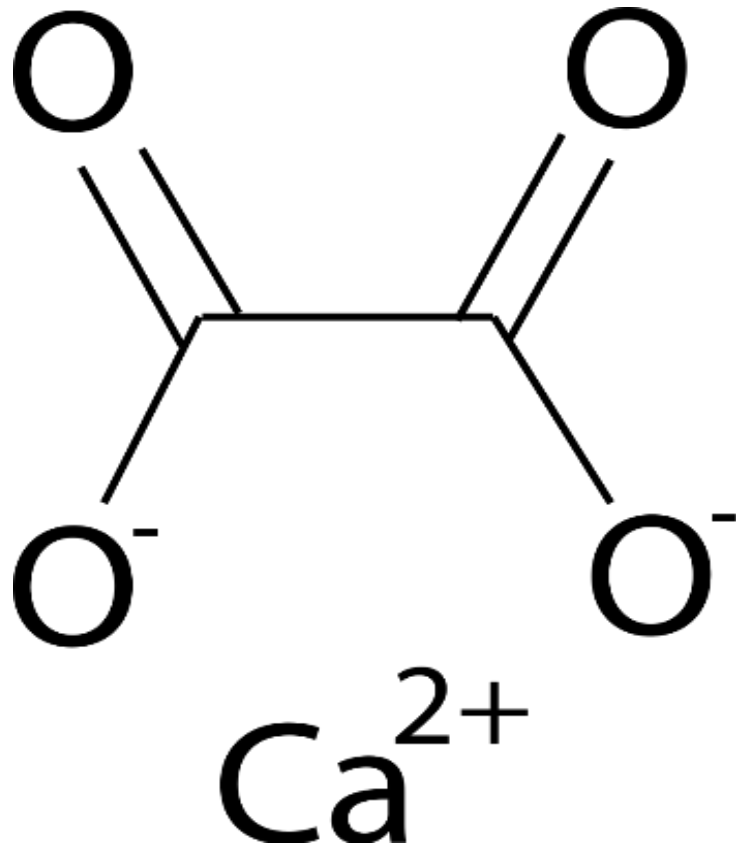
**QU'EST-CE QU'UN CALCUL RÉNAL ?**





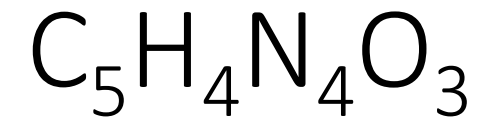
- **Il existe plusieurs sortes de calculs rénaux. Vrai ou faux ?**
- **Vrai.** Ils sont principalement **de nature calcique** (80 % des cas), à base d'**oxalate de calcium** surtout, ou composés d'**acide urique** (10 %). Plus rarement, des calculs de phosphates ammoniaco-magnésiens, liés à des infections urinaires chroniques. Enfin, une anomalie génétique familiale est responsable de calculs de cystine.

Oxalate de calcium  $\text{CaC}_2\text{O}_4$

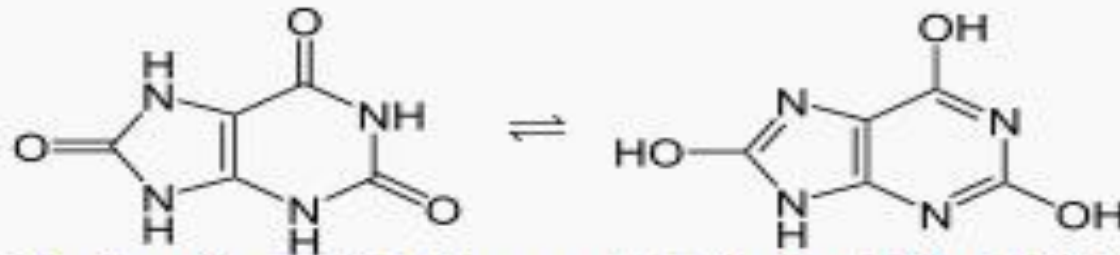




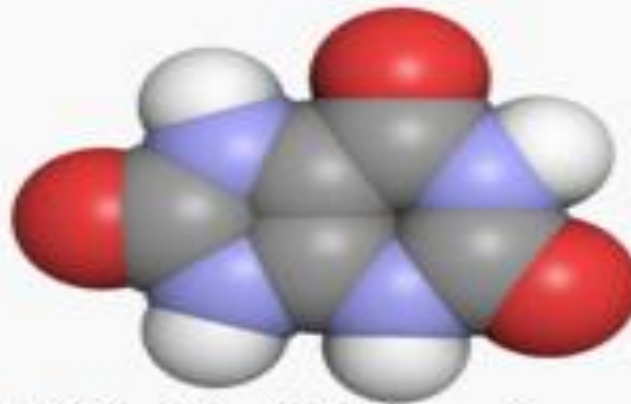
# Acide urique



## Acide urique



Tautomère **céto** (à gauche) et **énol** (à droite)  
de l'**acide urique**



Modélisation tridimensionnelle

# L'os : un tissu vivant

- l'os est composé de matière organique et minérale. La matière organique comprend :
  - les cellules osseuses (plusieurs sortes),
  - les matériaux fabriqués par celles-ci : protéines spéciales et collagène.
- Ces molécules permettent à l'os de résister à la pression et à la torsion.

- **Une longue histoire de la matière**
- Produire et analyser différentes représentations graphiques de l'abondance des éléments chimiques (proportions) dans l'Univers, la Terre, les êtres vivants.
- Distinguer, en termes d'échelle et d'organisation spatiale, maille, cristal, minéral, roche.
- Les identifier sur un échantillon ou une image.
- Mettre en relation la structure amorphe ou cristalline d'une roche et les conditions de son refroidissement.
-

### III Les molécules organiques

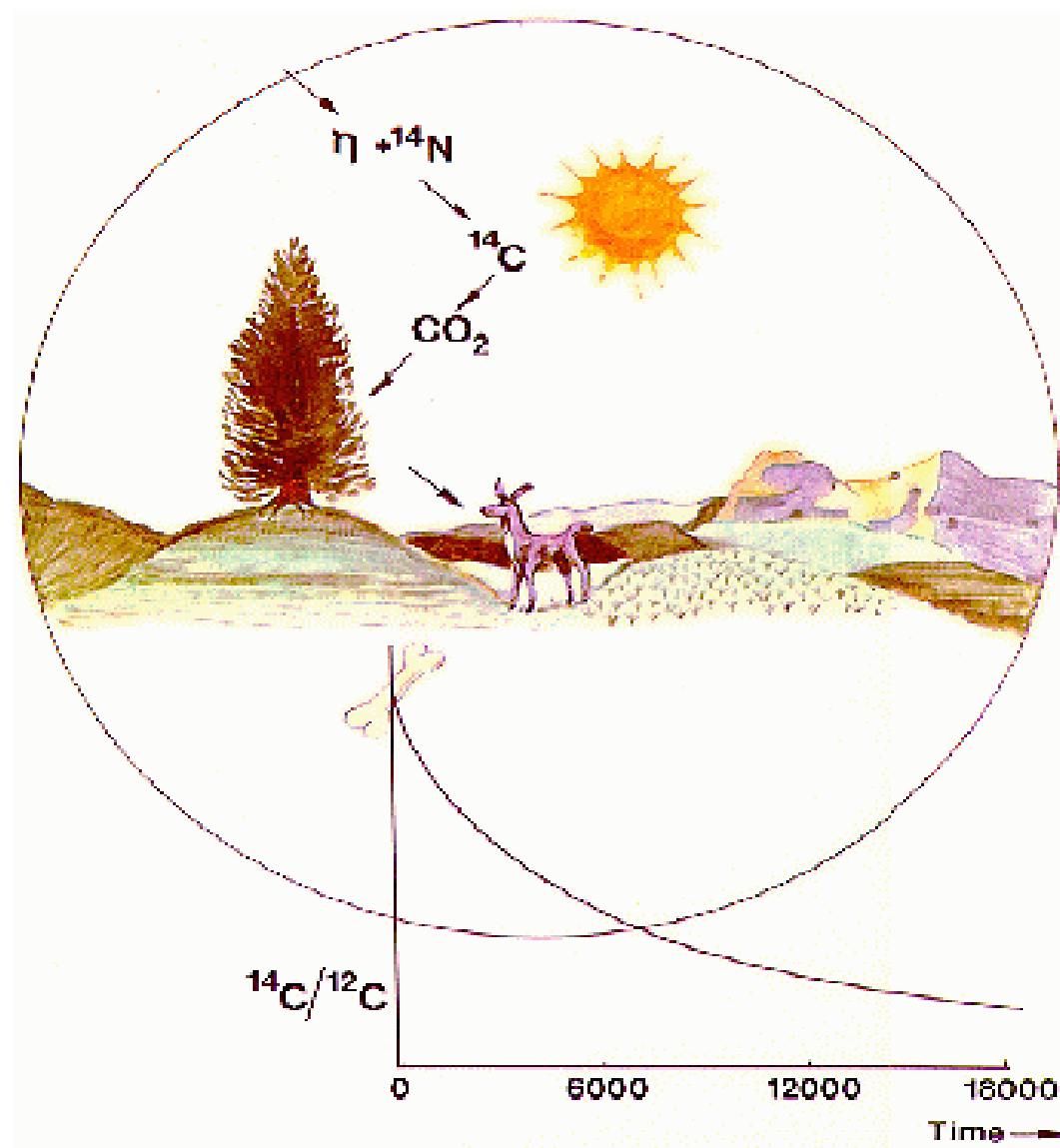
- La matière organique est formée notamment de carbone, incorporé directement (organismes autotrophes) ou indirectement (organismes hétérotrophes) à partir du CO<sub>2</sub> atmosphérique (dans les océans, les carbonates dissous proviennent de l'atmosphère).

# La matière organique circule dans les écosystèmes...

- Le CO<sub>2</sub> atmosphérique contient principalement l'isotope stable <sup>12</sup>C, mais également les isotopes <sup>13</sup>C (stable) et <sup>14</sup>C (instable) en très petites quantités : 1 atome <sup>13</sup>C pour 100 atomes de <sup>12</sup>C et 1 atome <sup>14</sup>C pour 10<sup>12</sup> atomes de <sup>12</sup>C environ. Le carbone 14 décroît par radioactivité, avec une 'demi-vie' d'environ 6000 ans. (On continue par convention d'employer la valeur évaluée en 1951, de 5 568 ± 30 ans)

# Principe de la datation au C14 (Carbone 14)

- Il est produit dans la haute atmosphère par bombardement cosmique sur l'azote  $N_2$ . Dans l'atmosphère, la décroissance du  $^{14}CO_2$  équilibre cette production, et le rapport  $^{14}C/^{12}C$  du  $CO_2$  est constant. Tant qu'un organisme est vivant, il échange du carbone avec l'atmosphère et le rapport  $^{14}C/^{12}C$  de sa matière organique est constant. Dès que cet organisme meurt, il n'échange plus avec l'atmosphère et ce rapport  $^{14}C/^{12}C$  commence à décroître.



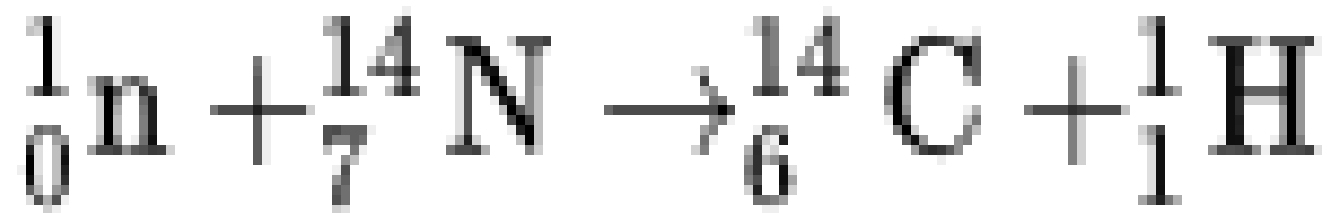
# Origine du C14 de la haute atmosphère

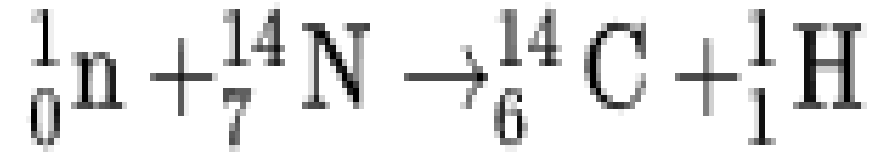
- Le carbone 14 est produit (voir la figure précédente) dans la haute atmosphère où des protons du rayonnement cosmique percutent les molécules de l'air. Les réactions nucléaires qui résultent de ces chocs produisent des neutrons secondaires, qui entrent à leur tour en collision avec d'autres molécules et sont ralentis. Lorsque leur vitesse devient comparable à la vitesse d'agitation thermique des gaz, les neutrons ont une forte probabilité de réagir avec l'azote de l'air ( $^{14}\text{N}$ ), pour donner un proton et un nouvel isotope du carbone, le carbone 14.



Avec les molécules de l'air, les neutrons ayant une certaine énergie (cinétique = de mouvement) réagissent avec l'azote (N)

avec les molécules de l'air, les neutrons da





- En haut nombre de particules nucléaires, en bas de protons, haut – bas = nbre de neutrons
- Autant de protons (en bas) que d'électrons (pas marqué, sous-entendu)

<https://www.pourlascience.fr/sd/physique/la-datation-par-le-carbone-14-5359.php>



Physique 

## La datation par le carbone 14

La plus célèbre des datations a connu plusieurs révolutions. Aujourd'hui, on connaît ses limites et l'on en améliore sans cesse la précision et le champ d'action.

CARLO LAJ, ALAIN MAZAUD ET JEAN-CLAUDE DUPLESSY | 01 janvier 2004 | DOSSIER POUR LA SCIENCE N° 42 |  7MN



<https://www.radiocarbon.com/francais/police-scientifique.htm>



# Ce que l'on peut facilement déterminer grâce à la datation au carbone 14

- – déterminer si un individu a vécu après les essais nucléaires militaires
- – élucider (à la décennie près) quand un individu a vécu/est mort dans des circonstances particulières

Ce que l'on ne peut pas facilement déterminer par la datation au carbone 14


- déterminer l'âge d'un individu
- préciser l'année de la mort d'un individu

## Watson et Crick, et la double hélice de l'ADN

Par Joël Ignasse le 25.04.2013 à 13h42, mis à jour le 07.06.2016 à 16h43

Dans un article d'une page publiée dans la revue Nature le 25 avril 1953, James Watson et Francis Crick établissaient la structure en double hélice de l'ADN.



Les lauréats des prix Nobel 1962 posent après la remise de leur prix à Stockholm. De gauche à droite : Maurice Wilkins (médecine), Max Perutz (chimie), Francis Crick (médecine), John Steinbeck (littérature), James Watson (médecine) et John Kendrew (chimie).  | AFP



- Cet article, extrêmement bref, et accompagné d'une unique figure illustrant la notion de double hélice anti-parallèle, était accompagné de quelques articles plus techniques présentant certains arguments expérimentaux correspondant à cette structure.

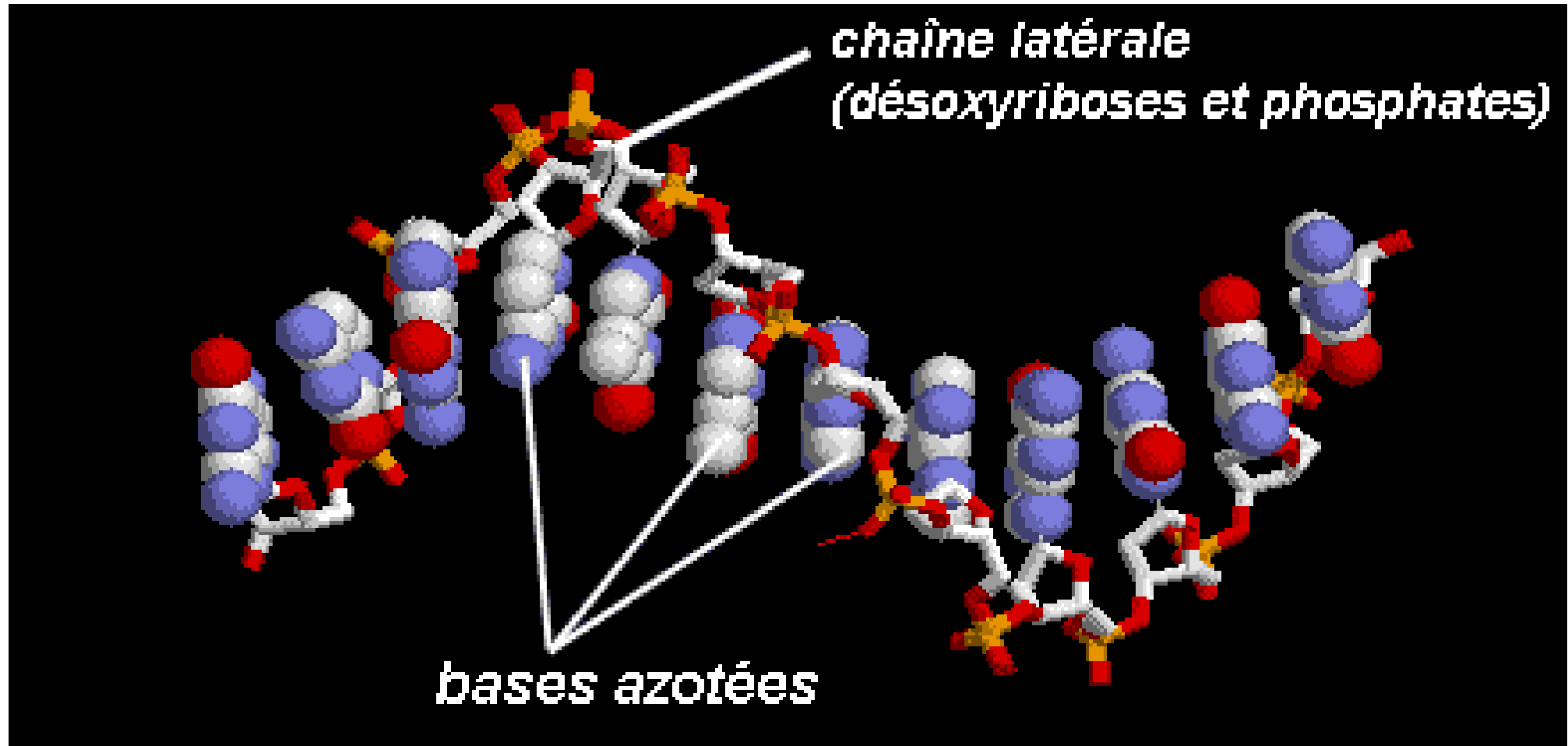


# Les arguments pour la structure de l'ADN

- Que savait-on au moment où Watson et Crick ont découvert la structure de l'ADN ? Déjà, et c'est important, on savait que l'ADN était le support de l'information génétique. Cette découverte, encore récente à l'époque, avait relancé l'intérêt pour la molécule d'ADN, relativement peu étudiée jusque-là.

- Un certain nombre de points étaient bien établis. Parmi ceux-ci, la nature chimique de l'acide désoxyribonucléique : une association de nucléotides (phosphate – désoxyribose – base azotée), assemblés en longues chaînes. Toutefois, le nombre de chaînes associées (deux ou trois, voire plus ?), ainsi que leur orientation dans l'espace restait inconnu...

Figure 1 : L'ADN est formé de l'association de nucléotides, qui forment de longues chaînes.



- De plus, certains rapports entre les nucléotides formant l'ADN avaient été observés. Ces rapports sont connus sous le nom de règles de Chargaff, du nom du chercheur qui les a décrits. Toutefois, la raison d'être de ces rapports restait inconnue...

## Figure 2 : Les règles de Chargaff

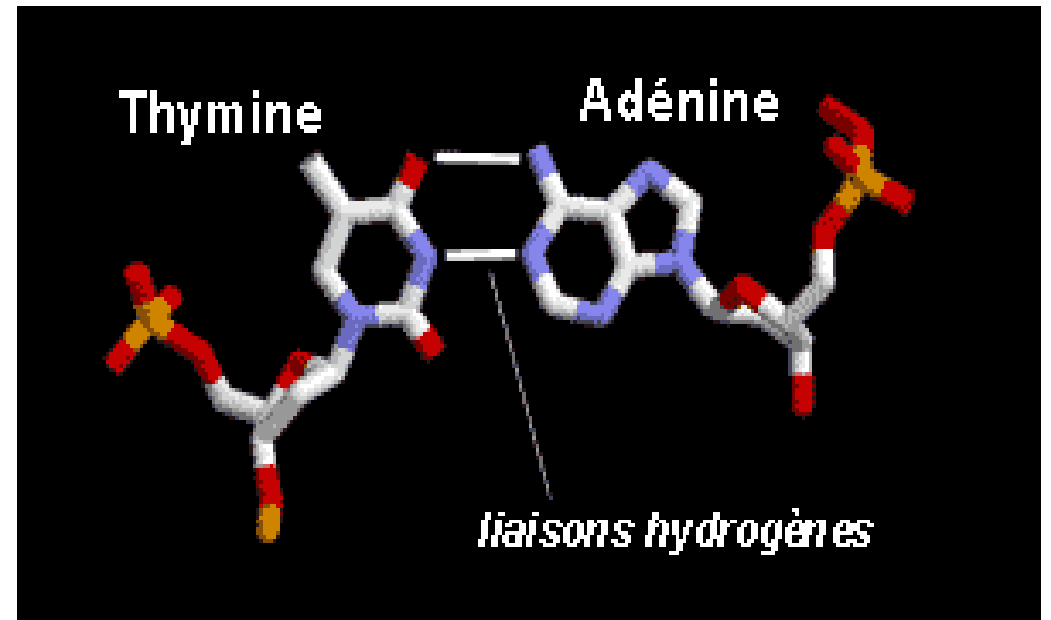
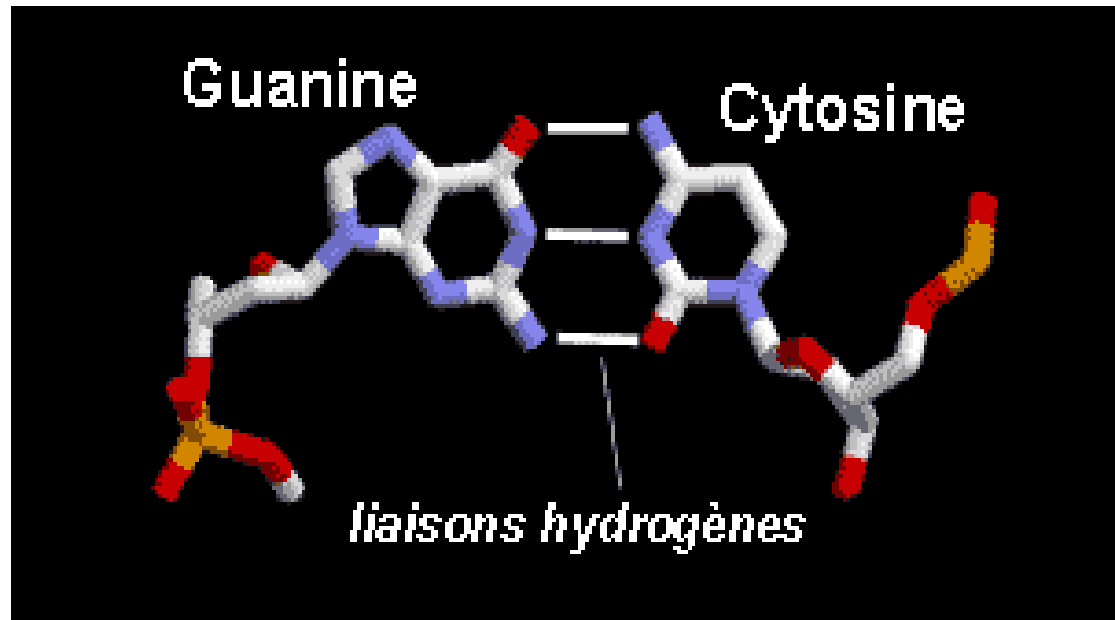
$$\frac{A+G}{T+C} = 1 \quad \frac{A}{T} = \frac{G}{C} = 1$$

*Les règles de Chargaff sont le reflet de l'association obligatoire entre une purine (A et G) et une pyrimidine (T et C) situées sur les deux brins complémentaires.*

Le « génie » de Watson et Crick a été de trouver le lien entre la structure monocaténaire de l'ADN (succession de nucléotides) et ces règles de Chargaff. Ils ont observé, à l'aide de modélisations moléculaires, que deux bases azotées données pouvaient s'assembler grâce à des liaisons hydrogènes :

deux liaisons hydrogènes entre l'adénine et la thymine ;  
trois liaisons hydrogènes entre la guanine et la cytosine.

Figure 3 : Les bases azotées peuvent s'associer deux à deux par des liaisons hydrogènes.

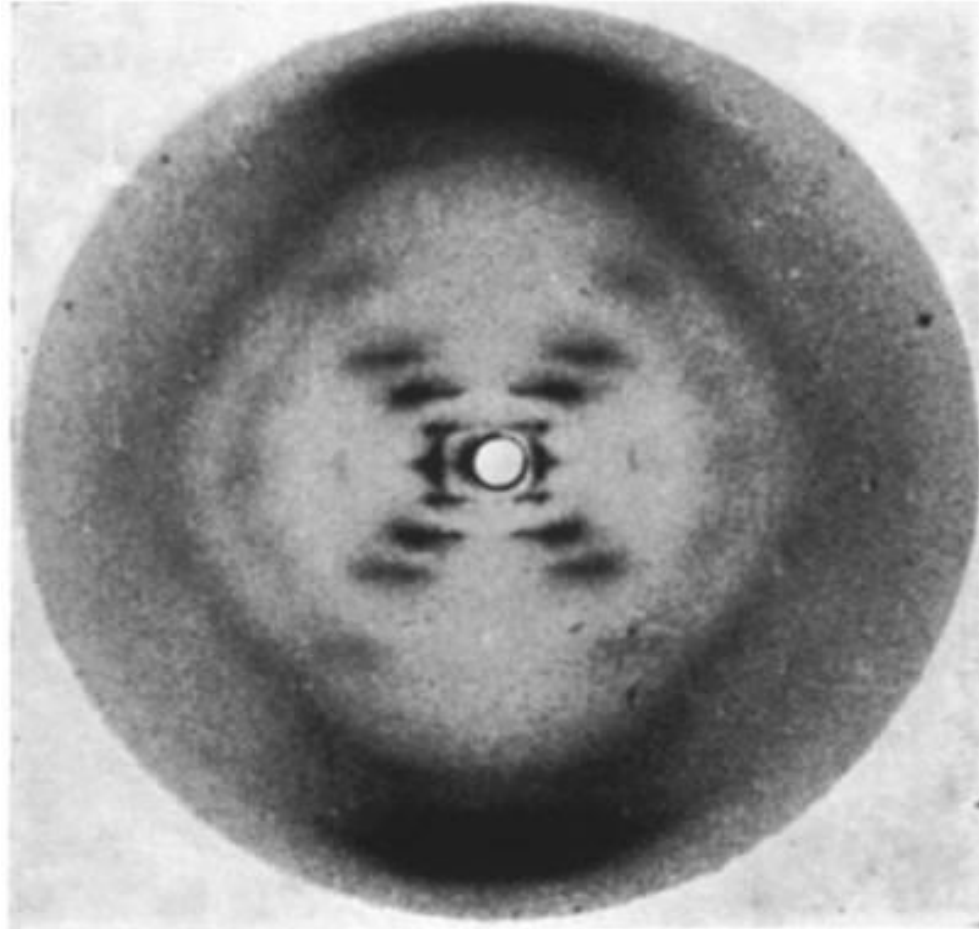




- Enfin, Watson et Crick ont eu accès aux travaux de plusieurs chercheurs, en particulier à Cambridge, qui cherchaient à déterminer la structure de l'ADN grâce à l'observation de la diffraction de rayons X à travers des cristaux d'ADN purifié. Ces travaux leur ont permis de conclure :

- à l'existence de deux chaînes dans la molécule d'ADN ;
- à leur association en une forme d'hélice ;
- à une association anti-parallèle de ces deux chaînes.
- À partir de ces différents points (deux chaînes anti-parallèles en hélice, associées par des bases azotées complémentaires deux à deux), Watson et Crick ont pu réaliser un modèle moléculaire tridimensionnel de la molécule d'ADN.

La première photographie de la structure de l'ADN par diffraction de rayon X



Sodium deoxyribose nucleate from calf thymus. Structure *B*