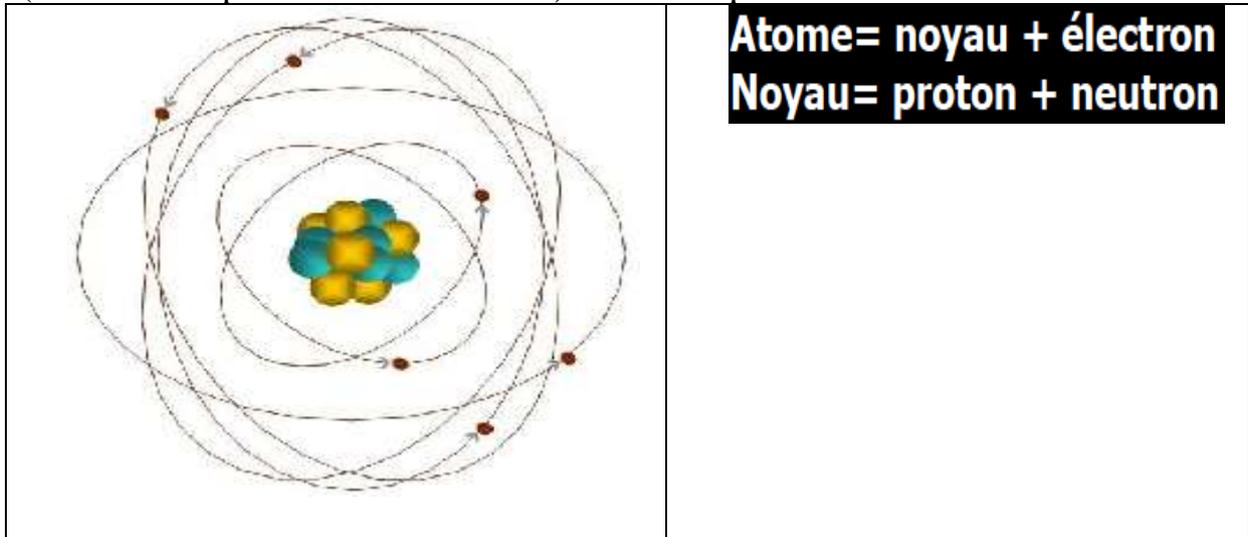


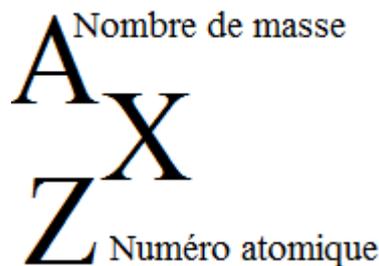
Définition

Atome : Un atome (du grec atomos, « indivisible ») est l'élément de base de la matière, caractéristique d'un élément chimique. Il est composé d'un noyau (constitué de protons et de neutrons) autour duquel tournent des électrons.



Pour prendre une métaphore, un atome se comporte un peu comme le système solaire, il y a le noyau représenté par le soleil et les électrons (les planètes) tournant autour.

Caractéristiques de l'atome : L'atome est caractérisé par le numéro atomique (Z), le nombre de masse (A) et les isotopes.



*Numéro atomique (Z) ou nombre de charges : Il correspond au nombre de protons situés dans le noyau et c'est lui qui confère son identité à tel ou tel atome.

*Nombre de masse (A) : Il correspond au nombre total de protons et de neutrons dans le noyau d'un atome.

NB : Par convention, un proton a une charge électrique positive, l'électron a une charge électrique négative et le neutron n'a pas de charge, il est neutre.

NB : Les composants de l'atome (électrons, protons et neutrons) sont appelés particules.

NB : Dans la nature, il existe naturellement 104 types d'atomes qui se différencient par le nombre de protons et d'électrons. Cela va de l'hydrogène qui a juste un proton avec un électron qui tourne autour au Kourchatovium qui possède 104 électrons et 104 protons.

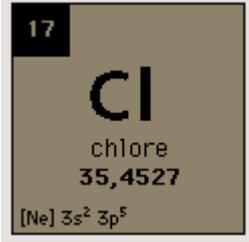
Isotopes : Ce sont des atomes (groupe de plusieurs atomes) de même numéro atomique (même nombre de protons) correspondant donc au même élément

chimique, mais dont les nombres de masse différent (nombres de neutrons différents). Chaque type d'atome peut contenir plus ou moins de neutrons.

Donc comme le numéro atomique est le nombre de protons et que le nombre de masse est la somme des protons et de neutrons dans le noyau, les isotopes d'un même élément diffèrent uniquement par le nombre de neutrons dans le noyau.

Il existe 2 types d'isotopes :

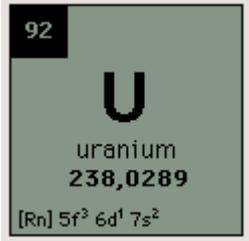
***Isotopes stables** : exemples

<p>Le chlore</p> 	$^{35}_{17}\text{Cl}$: 17 protons + 18 neutrons
	$^{37}_{17}\text{Cl}$: 17 protons + 20 neutrons

Trois isotopes stables du plomb, le ^{206}Pb , le ^{207}Pb et le ^{208}Pb sont respectivement les derniers éléments de la chaîne radioactive de l'uranium, de l'actinium et du thorium

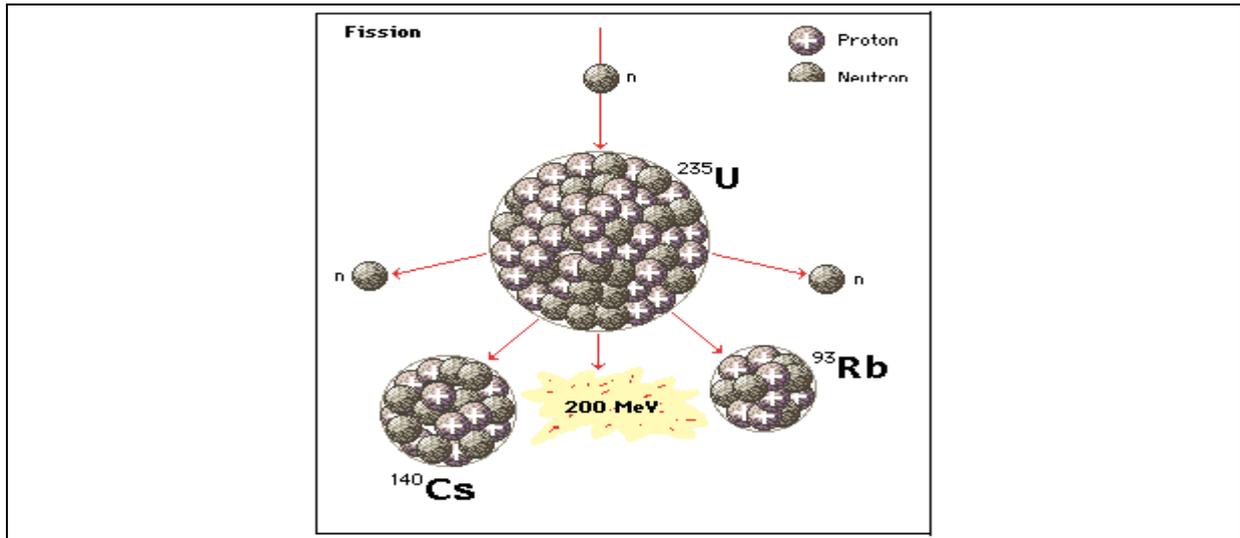
***Isotopes radioactifs** : Un isotope radioactif est un isotope caractérisé par un noyau atomique instable d'un même élément chimique et qui se transforme naturellement en des noyaux d'autres éléments.

Exemples :

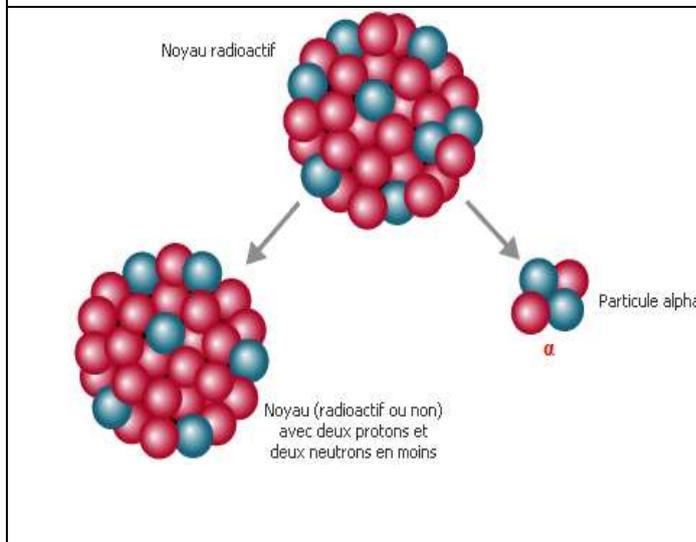
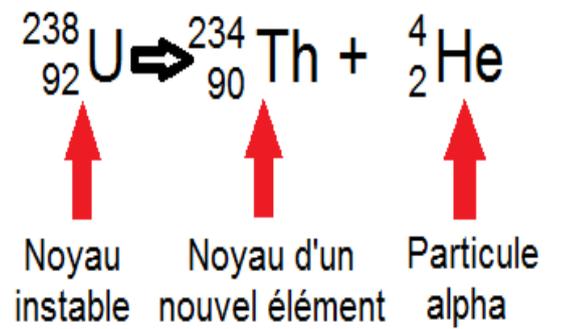
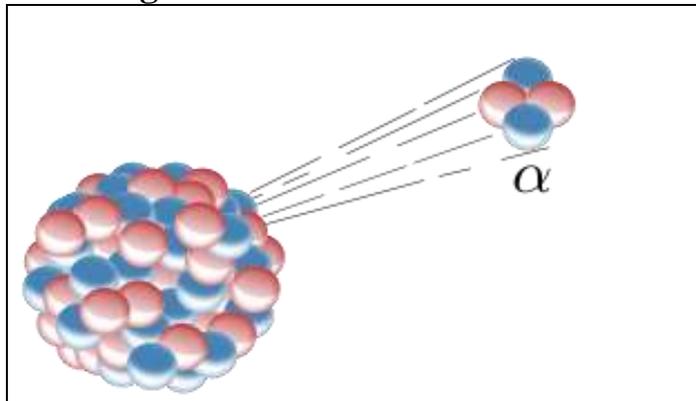
	^{238}U : 92 protons + 146 neutrons
	^{235}U : 92 protons + 143 neutrons
	^{239}U : 92 protons + 147 neutrons

L'uranium naturel contient 99,27% de ^{238}U , moins de 1% de l'isotope fissile ^{235}U , et des traces de ^{234}U . Ces deux derniers étant formés par décomposition radioactive de ^{238}U .

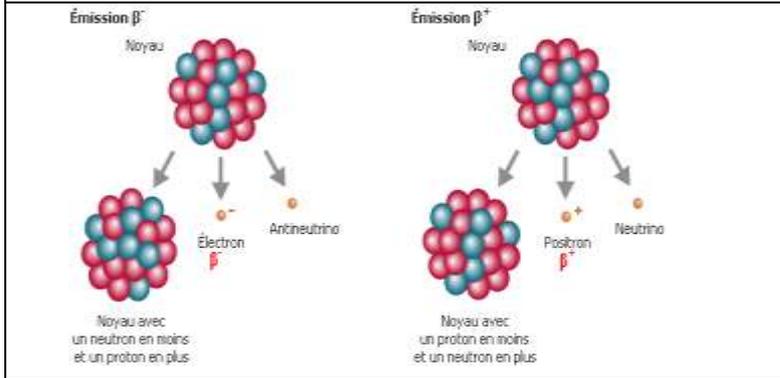
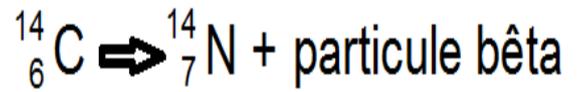
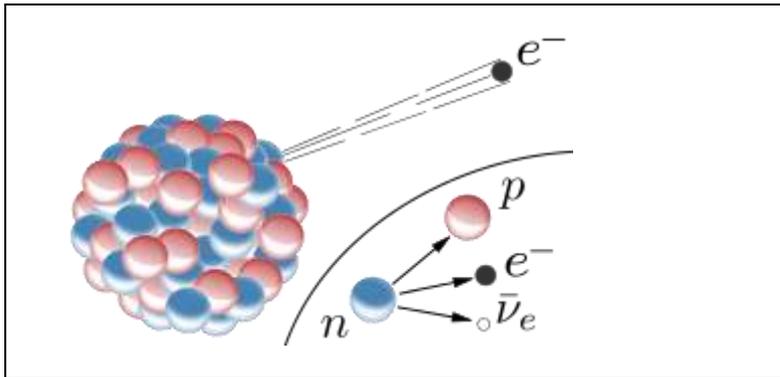
Parmi les isotopes de l'uranium obtenus artificiellement, on trouve ^{233}U , ^{237}U et ^{239}U . Les isotopes connus ont un nombre de masse variant de 222 à 242.



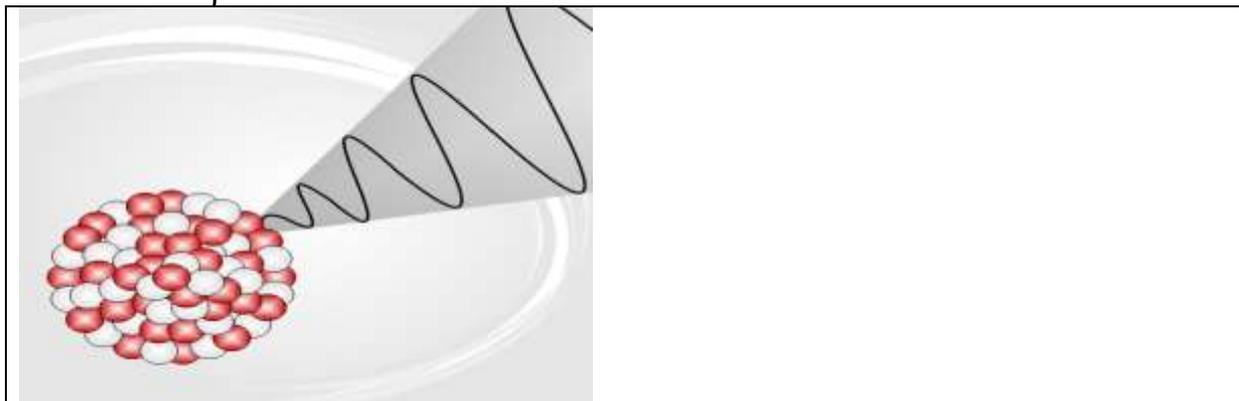
Désintégrations radioactives



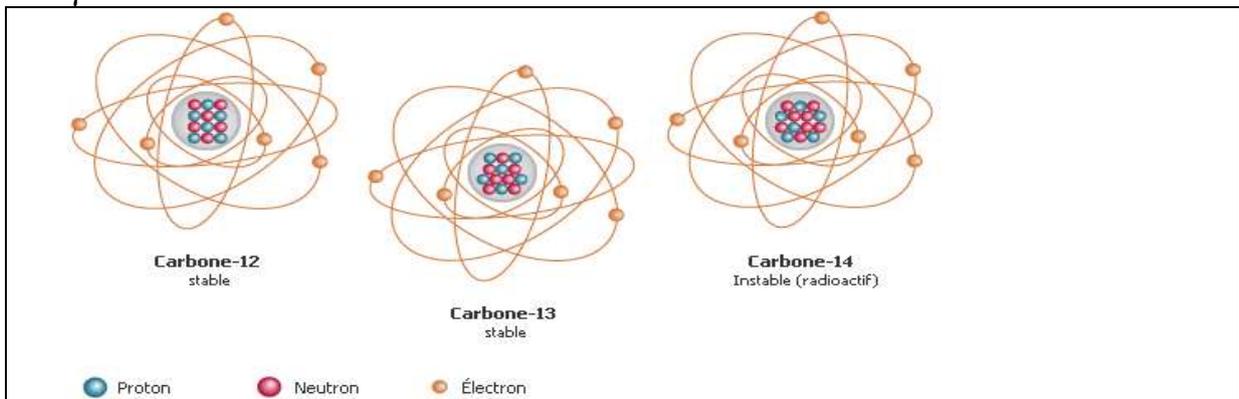
Particule α



Particule β



γ

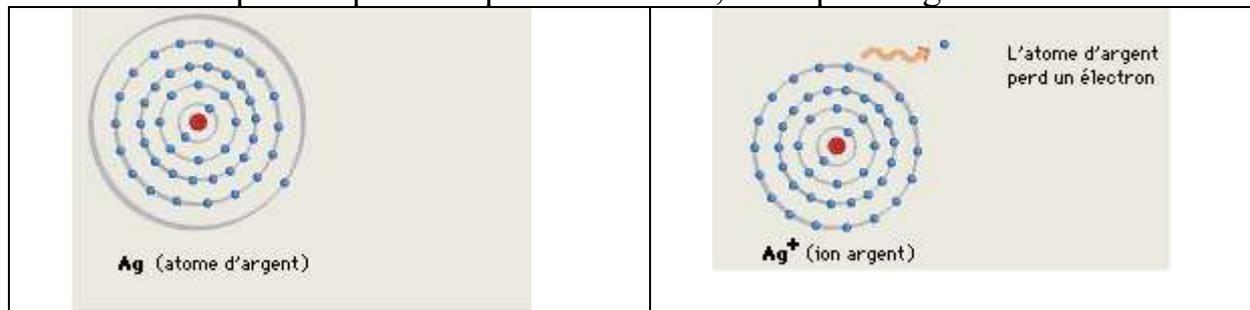


NB : On emploie indifféremment dans la littérature scientifique, les termes radio-isotopes, radionucléides ou encore radionuclides pour désigner les isotopes radioactifs.

NB : Les isotopes d'un atome ont quasiment les mêmes propriétés chimiques et physiques

Ion : Un ion est un atome qui a perdu ou gagné un ou des électrons. L'atome se retrouve avec plus ou moins d'électrons qu'il n'a de protons.

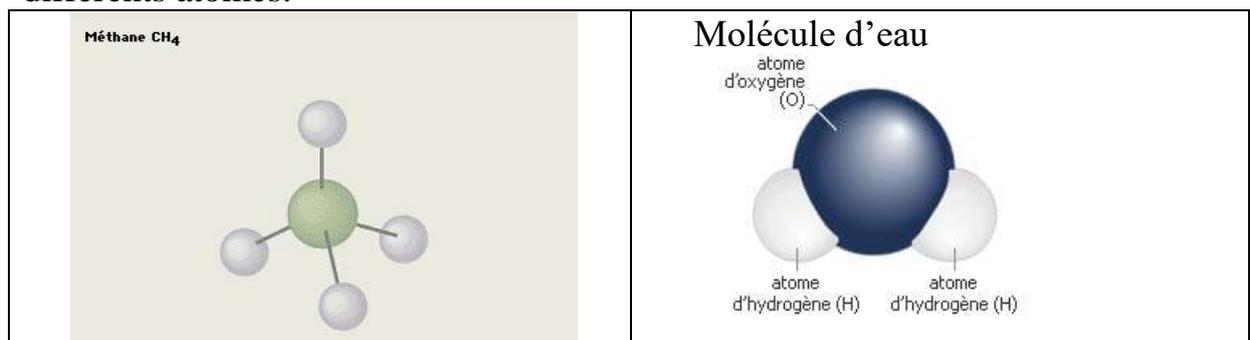
-Un atome qui a perdu un ou plusieurs électrons est un ion positif puisqu'il se retrouve avec plus de protons que d'électrons ; exemple l'argent.



-Un atome qui a gagné un ou plusieurs électrons est un ion négatif puisqu'il se retrouve avec moins de protons que d'électrons. $\text{Cu} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^{2-}$

Valence: Les électrons tournant autour du noyau sont répartis sur plusieurs couches. Ils ne tournent pas sur la même orbite. L'orbite la plus éloignée est moins fortement liée au noyau que celle qui en est la plus proche. A l'image de la gravitation, plus un objet est près d'un corps, plus il sera fortement attiré.

Molécules : Une molécule est un assemblage ordonné, naturel ou artificiel de différents atomes.



Les molécules les plus célèbres sont : L'eau (H_2O), composée de 02 atomes d'hydrogène (H) et d'un atome d'oxygène (O). Le sel (NaCl), composé d'un atome de sodium (Na) et d'un atome de chlore (Cl).

Alors qu'il n'existe qu'un peu plus d'une centaine d'atomes différents, le nombre de molécules qui peuvent être assemblées semble infini.

Classification périodique des éléments

Vers le milieu du XIX^{ème} siècle, plusieurs chimistes remarquèrent certaines similitudes et certaines régularités dans les propriétés chimiques des éléments.

En 1869, le chimiste russe Dmitri Mendeleïev proposa une table des éléments appelée « classification périodique des éléments ».

L'organisation de cette classification en lignes (période) et en colonnes (groupe) permet ainsi de dégager plusieurs familles chimiques.

1 IA	2 IIA																18 VIIIA
1 H	2 He																
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57-70 Lu	71 Hf	72 Ta	73 W	74 Re	75 Os	76 Ir	77 Pt	78 Au	79 Hg	80 Tl	81 Pb	82 Bi	83 Po	84 At	85 Rn
87 Fr	88 Ra	89-102 Lr	103 Rf	104 Db	105 Sg	106 Bh	107 Hs	108 Mt	109 Uun	110 Uuu	111 Uub	112 Uub	114 Uuq	116 Uuh			
			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	
			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	

● Non-métaux ● Métaux alcalino-terreux ● Autres métaux ● Actinides ● Gaz rares
● Halogènes ● Lanthanides

Tableau périodique des éléments chimiques

Dans cette table, les éléments sont ainsi placés (en lignes et en colonnes) de manière à regrouper ceux qui possèdent des propriétés chimiques analogues. Selon cette classification, chaque élément se voit attribuer un numéro ; le numéro atomique égal au nombre d'électrons de l'atome correspondant à sa position dans la table.

Mendeleïev classa les éléments dans l'ordre croissant de leurs masses atomiques de telle sorte que les éléments présentant des analogies se trouvent dans une même colonne.

Les numéros atomiques vont de 1 pour l'hydrogène à 92 pour l'uranium qui possède la masse atomique la plus élevée parmi tous les éléments terrestres naturels.

Dans son tableau, Mendeleïev laisse des cases vides pour les éléments encore inconnus à son époque. Des recherches ultérieures utilisant les éléments déjà connus, menèrent à la découverte de nouveaux éléments.

NB : Plus le numéro atomique d'un élément est élevé plus sa masse atomique est grande.

NB : La masse atomique de chaque isotope est proche d'un nombre entier, en accord avec l'hypothèse de Prout.

Nature de la Loi Périodique: Depuis longtemps on observe des analogies entre les éléments présentant des masses atomiques élevées et des éléments présentant des masses atomiques sensiblement inférieures.

1 H	2 He											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
11 Na	12 Mg	3 IIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
55 Cs	56 Ba	57-70 Lanthanides	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89-102 Actinides	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	114 Uuq	116 Uuh				
		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb			
		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No			

- Non-métaux
- Métaux alcalino-terreux
- Autres métaux
- Actinides
- Gaz rares
- Halogènes
- Lanthanides

Ainsi, Claus a montré que Os, Ir et Pt, de masse atomique d'environ 195, présentaient, respectivement, des propriétés semblables à celles de Ru (Ruthénium), Rh (Rhodium) et Pd (Palladium), qui ont une masse atomique sensiblement inférieure (environ 105).

Marignac a mis en évidence l'analogie des éléments Ta (182) et W (184) avec Nb (94) et Mo (96).

De même, Au et Hg présentent respectivement des propriétés analogues à Ag et Cd, ainsi qu'aux éléments encore plus légers Cu et Zn. Le césium (Cs) et le baryum (Ba) sont respectivement des analogues du potassium (K) et du calcium (Ca) et ainsi de suite.

Des comparaisons de cet ordre permettent de classer tous les éléments en fonction de la valeur de leur masse atomique, ce qui introduit une simplicité étonnante dans leurs rapports mutuels.

Pour prouver ceci, présentons un exemple, consistant à classer par ordre arithmétique tous les éléments légers présentant une masse atomique comprise entre 7 et 36:

Li = 7; Be = 9,4 ; B = 11 ; C = 12 ; N = 14 ; O = 16 ; F = 19 ; Na = 23; Mg = 24; Al = 27, 3; Si = 28; P = 31; S = 32; Cl = 35, 5.

Les propriétés des éléments changent régulièrement et progressivement selon l'évolution de la valeur de la masse atomique. Cette évolution est en réalité périodique, c'est-à-dire qu'elle se produit dans les deux rangées de la même façon, de telle sorte qu'on retrouve le classement par colonne des éléments présentant des analogies, soient : Na et Li, Mg et Be, C et Si, O et S etc...

Ainsi, les membres d'une même colonne forment le même nombre de liaisons, ou comme on a l'habitude de le dire, possèdent la même valence.

Les liaisons chimiques: Une liaison chimique est une interaction entre des atomes assurant la cohésion des molécules qu'ils constituent ou entre des molécules voisines. On distingue les liaisons fortes correspondant à une énergie de liaison très élevée (>100kj/mol) et des liaisons faibles.

-Liaisons fortes : liaisons ioniques, covalentes et métalliques (En réalité, une liaison n'est pas purement ionique, covalente ou métallique ; elle est souvent de nature intermédiaire).

-Liaisons faibles : liaisons par force de Wan der Waals et les liaisons hydrogènes.

Liaisons fortes:

-Liaison ionique: La liaison ionique résulte de l'attraction entre une espèce positive (cation) et une espèce négative (anion). La stabilité de la liaison est assurée par l'interaction électrostatique. Il s'agit d'une attraction électrostatique, due à la force de Coulomb qui unit des ions porteurs de charges électriques de signes opposés dans les composés ioniques.

Les ions résultent de la modification du nombre d'électrons du système considéré par un processus physico-chimique.

Ainsi, si la réaction entre deux atomes (A) et (B) se traduit au niveau des couches de valence par un véritable transfert d'électrons d'un atome à l'autre ; la liaison formée est dite ionique ou électrovalente.

Exemple 1 : $K^+ + Cl^- \rightarrow KCl$.

<p>Liaison ionique</p> <p>K (potassium) Cl (chlore)</p> <p>K⁺ Cl⁻</p> <p>KCl (chlorure de potassium)</p>	<p>L'électron périphérique que perd l'atome de K est fourni à l'atome de Cl. Il y a formation d'un cation K⁺ et de l'anion Cl⁻. Dans le chlorure de potassium (KCl), la cohésion est assurée par les forces d'attraction électrostatique ou ionique entre les deux espèces chargées.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

NB : Généralement, la liaison ionique s'établit entre éléments des deux premières colonnes de la classification périodique.

NB : Plus la différence d'électrons des deux éléments est grande plus la liaison est ionique.

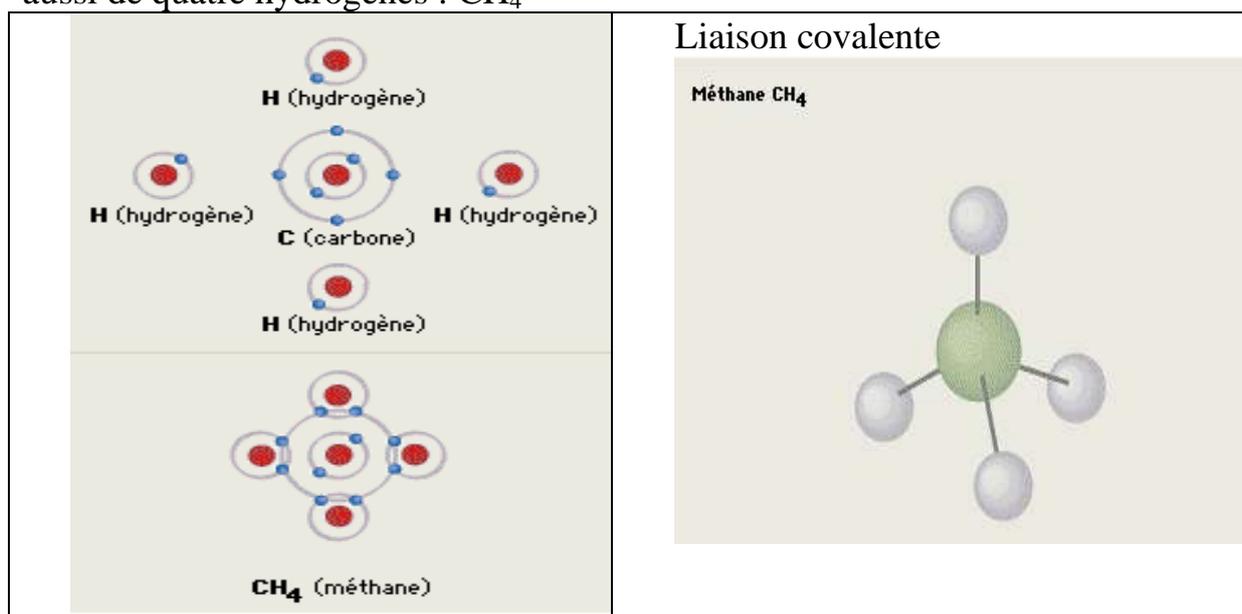
Exemple 2 : Le lithium (Li) a 01électron dans sa couche de valence alors que le fluor (F) en a 07. Si 01 électron est transféré du lithium au fluor, les 02 atomes deviennent des ions qui possèdent la configuration électronique d'un gaz rare. Ces deux ions de charges opposées s'attirent d'où le concept de liaison ionique.

<p>3 Li lithium 6,941 [He] 2s¹</p>	<p>9 F fluor 18,9984 [He] 2s² 2p⁵</p>	<p>Configuration électronique du lithium et du fluor</p>
----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

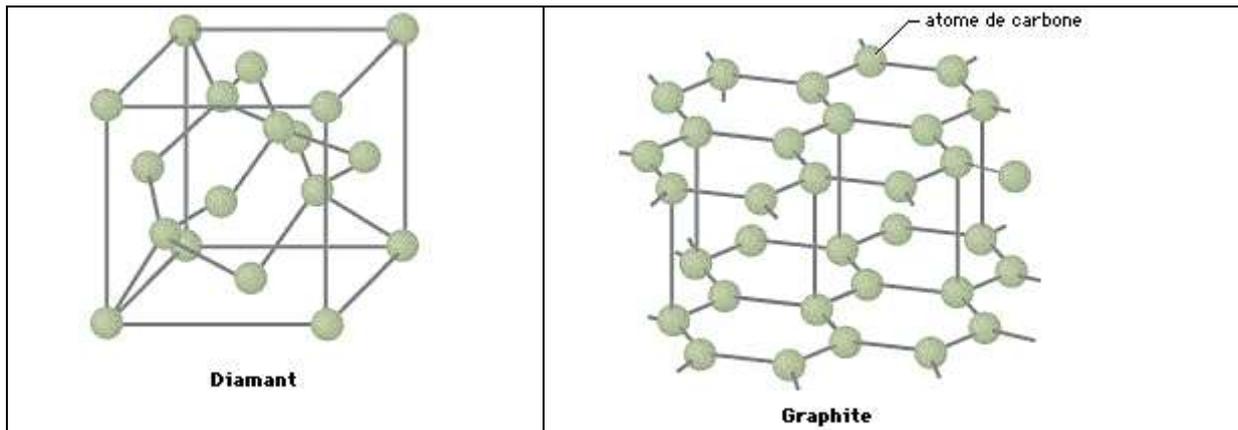
-Liaison covalente ou atomique: Dans une molécule, une liaison covalente entre deux atomes est assurée par la mise en commun de deux électrons ou d'un doublet électronique entre deux atomes, un de chacun des deux atomes qui se lient. Ce doublet forme un nuage électronique qui englobe les deux noyaux et qui assure la rigidité de la liaison.

Le terme covalence signifie que la liaison résulte de la mise en commun d'une valence de chaque atome.

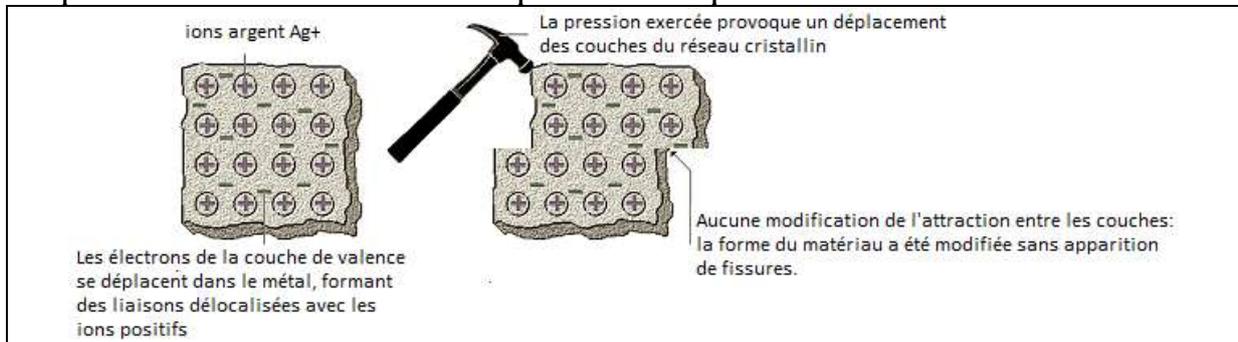
Exemple: Si un carbone est tétravalent et que l'hydrogène est monovalent, alors la molécule composée d'un atome de carbone est obligatoirement composée aussi de quatre hydrogènes : CH₄



NB : On peut également avoir formation de liaison covalente multiple par mise en commun de 2 ou 3 doublets.



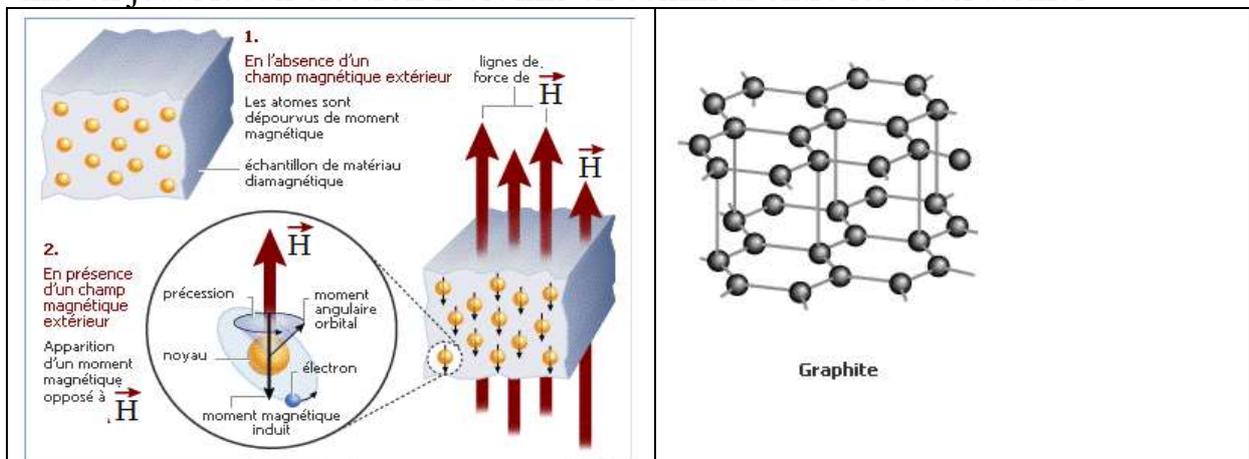
-Liaisons métallique : C'est l'exemple d'une liaison où interviennent des électrons délocalisés. Les électrons mis en jeu dans ces liaisons appartiennent, en fait, à l'ensemble des atomes du cristal. De tels composés ont ainsi une importante conductibilité thermique et électrique.



Dans la liaison métallique, les électrons sont mobiles dans tout un réseau alors que dans une liaison ionique, les charges sont presque statiques.

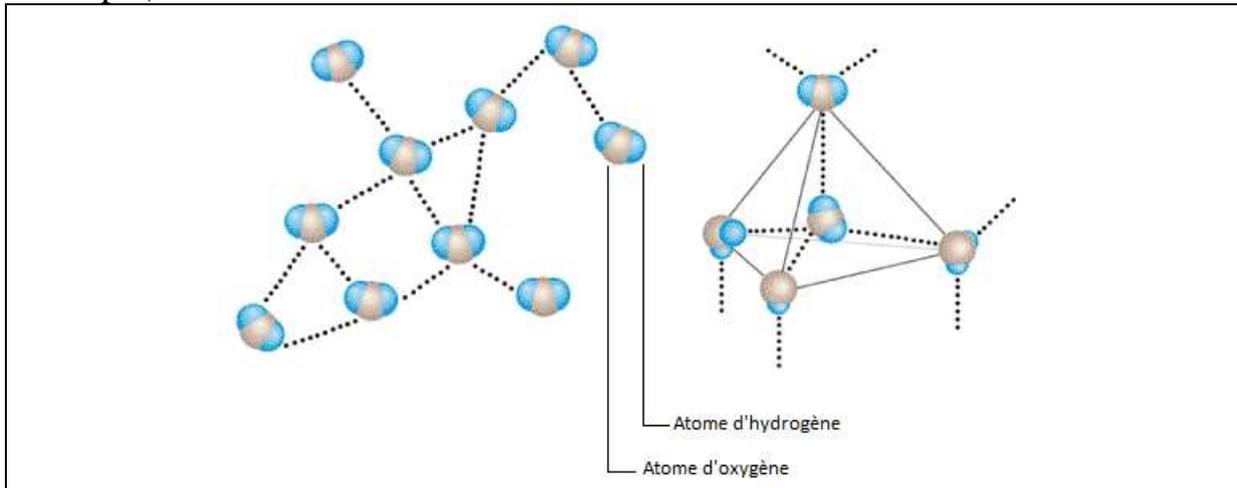
Liaisons faibles (intermoléculaires): Ce sont des liaisons de faible énergie qui font intervenir les interactions d'origine électrique entre les molécules.

-Liaison de Van der Waals: La liaison de Van der Waals est une interaction de faible intensité entre atomes, molécules ou une molécule et un cristal. Elle est due aux interactions entre les moments dipolaires électriques des deux atomes mis en jeu. Aucun électron n'est mis en commun entre les deux atomes



Liaison hydrogène : La liaison hydrogène ou pont hydrogène est une liaison de nature électrostatique de faible intensité qui relie les molécules. Elle implique un

atome d'hydrogène légèrement ionisé et un élément électronégatif (oxygène par exemple).



Liaison halogène : La liaison halogène est une liaison de faible intensité qui peut se former entre un atome d'halogène déficient en densité électronique (acide de Lewis) $I > Br > Cl > F$ et un autre atome riche en électron ($O = N > S$) base de Lewis.

On trouve un grand nombre d'exemples de liaisons halogènes dans les systèmes biologiques. Par exemple, l'interaction entre la thyroxine et son récepteur est de type liaison halogène.

Eléments chimiques

Notre planète est constituée de différentes associations chimiques «c'est une immense usine chimique qui fabrique, détruit, transporte, recombine, dissout, précipite constamment des tonnes de composés chimiques, dans les océans, sur les continents à l'intérieur de la terre jusqu'au noyau» (Allègre C.J : 1985).

La répartition des éléments dans les matériaux terrestre obéit à des règles régies par un certain nombre de paramètres comme la pression, la température, la teneur en eau et le milieu chimique.

Selon leur répartition, on distingue trois groupes d'éléments dans les roches terrestres :

- **Les éléments majeurs**, dont la teneur est exprimée en pourcentage (%) : Si, Al, Fe, Mg, Ca, Mn, K, Na, P...

-**Les éléments mineurs**, dont la teneur est exprimée en partie (‰) Rb, Sn, Ba, Co, Ga.....

-**Les terres rares**, dont la teneur est exprimée en partie par million (ppm) ou en partie par milliard, La, Ce, Pr (praséodyme), Nd, Sm, Eu, Gd, Tb (terbium), Dy, Ho (holmium), Er, Tm (thulium), Yb, Lu.

La compatibilité de ces éléments dans les roches a permis la formation des différentes familles chimiques dans lesquelles les éléments mineurs s'associent aux éléments majeurs de la même famille. Par exemple :

Le Rubidium (Rb élément mineur) est couplé au potassium (K élément majeur) ; le cobalt (Co) au fer (Fe) ; le gallium(Ga) à l'aluminium (Al) et le sélénium (Se) au soufre (S).

L'élément le plus abondant sur la terre est le fer (plus de 34.6 % de la masse). Il est concentré dans le noyau terrestre. Puis vient l'oxygène avec 29.5 % et du silicium avec 15.2 % (éléments abondants dans le manteau et la croûte terrestres).

Ainsi lorsqu'on analyse la composition chimique des roches de la croûte, le pourcentage de l'oxygène et du silicium augmente respectivement à 45.20 % et 27.20 %, tandis que le fer passe à 5.80 %.

Le géochimiste Allemand Goldschmidt V.M. (1922) a classé les éléments chimiques en quatre groupes distincts, les **atmosphiles**, les **lithophiles**, les **sidérophiles**, et les **chalcophiles**.

1/ Les éléments **atmosphiles** (qui aiment la phase gazeuse) sont ceux qui se partitionnent dans les phases gazeuses et ils incluent (O, N, H, C et les gaz rares).

I																		III										IV					V					VI					VII					VIII
1	H																																								2	He						
2	Li		Be												B					C					N					O					F					Ne								
3	Na		Mg												Al					Si					P					S					Cl					Ar								
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																														
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																														
6	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																														
7	Fr	Ra	Lw	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uub																																					
Série des Lanthanides			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb																																
Série des Actinides			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No																																

Ils composent l'atmosphère, l'hydrosphère, et la biosphère. L'atmosphère est constituée de l'azote (N) de l'oxygène (O) de l'hydrogène (H) et les gaz inertes comme l'hélium (He), le néon (Ne) l'argon (Ar), le Krypton (Kr) et le xénon (Xe).

-L'hydrosphère contient de l'eau (H₂O)

-La biosphère est essentiellement composée par le carbone (C).

2 / Les éléments **lithophiles** (de loin les plus importants) se concentrent en général dans les minéraux cardinaux de la croûte et du manteau. Ils se trouvent sous forme des minéraux silicatés (Li, Mg, Ca, Fe, Ti, Na, K, Si, Al). A ces éléments majeurs abondants se greffent les éléments mineurs de la même famille : le rubidium et le césium du groupe du potassium, le strontium et le

Les éléments chalcophiles (Cu, Ag, Zn, Pb, S) forment aisément des sulfures

I																		VIII											
1	H																	2	He										
2	Li		Be															B		C		N		O		F		Ne	
3	Na		Mg															Al		Si		P		S		Cl		Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr											
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe											
6	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn											
7	Fr	Ra	Lw	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uuu	Uuu	Uub																	

Série des Lanthanides													
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
Série des Actinides													
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No

1																	18												
1	H																	2											He
3	Li		Be															B		C		N		O		F		Ne	
11	Na		Mg															Al		Si		P		S		Cl		Ar	
19	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr											
37	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe											
55	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn											
87	Fr	Ra	Ac																										

58	59	59	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

26	Fe	Sidérophile
16	S	Chalcophile
61	Pm	N'existe pas
14	Si	Lithophile
7	N	Atmosphère

Tableau périodique des éléments et affinité géochimique (Familles géochimiques)

Exceptions

- l'Oxygène est lithophile plutôt qu'atmosphère car il a tendance à s'ioniser à O^{2-}

- Le Fe est sidérophile, mais est le 4^{ème} plus important élément de la croûte terrestre dans les sulfures (chalcophile), dans les oxydes de Fe (lithophile) et dans les silicates Fe-Mg (lithophile)

- C et P se dissolvent dans le fer fondu sous des conditions de réduction (sans O) mais C peut être à la fois atmophile et lithophile sous des conditions oxydantes.

- L'état d'oxydation est important – Cr⁶⁺ est lithophile, Cr³⁺ est chalcophile

- Le noyau de la terre doit être riche en or

NB : Enfin, la concentration de tous ces éléments chimiques se localise dans les différentes enveloppes terrestres selon leur nature et leur tendance.

On trouve les atmophiles dans l'atmosphère, les lithophiles dans la croûte et le manteau supérieur, les chalcophiles dans le manteau inférieur et le noyau interne. Donc, on peut dire que le noyau est extrêmement pauvre en SiO₂ et le domaine continental en a de fortes concentrations

Goldschmidt a examiné le partitionnement des éléments dans les météorites et lors de la fusion de minerai d'oxydes et de sulfures dans une fonderie ("smelter") Il a trouvé que les éléments préfèrent une des quatre phases :

- Fer fondu → Sidérophile
- Soufre fondu (matte) → Chalcophile
- Silicates fondus (scorie) → Lithophile
- Gaz → Atmophile

Famille des éléments lithophiles (qui aime le silicate)

- Liaison ionique des ions avec les tétraèdres de SiO₂ et Al₂O₃

- Les éléments qui forment aisément des ions qui ont 8 électrons dans la couche électronique extérieure

- Métaux alcalins

- Alcalino-terreux

- Halogènes

- ETR (REEs; tous les 3+)

- Métaux de transition au groupe 6 ou 7 ionisé au configuration électronique du Ar, Kr et Xe.

Les éléments lithophiles (Na, K, Si, Al, Ti, Mg, Ca) se concentrent en général dans les minéraux cardinaux de la croûte et du manteau.

*Deux tendances sont distinguées dans la famille des éléments lithophiles (Les éléments volatils et les éléments réfractaires)

Dans les processus de fusion ou de cristallisation (processus géologiques essentiels et majeurs):

1. les éléments lithophiles volatils se concentrent préférentiellement dans les liquides (fusion) ou les premiers cristaux (cristallisation). Exemple : le K ou le Na sont des éléments lithophiles.

2. les éléments réfractaires se concentrent dans les résidus solides (fusion) ou dans les derniers cristaux (cristallisation). Exemple : le Mg ou le Cr sont des éléments réfractaires.

	I																			VIII
1	H																			He
2	Li	Be																		Ne
3	Na	Mg																		Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br			Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I			Xe
6	Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At			Rn
7	Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub								