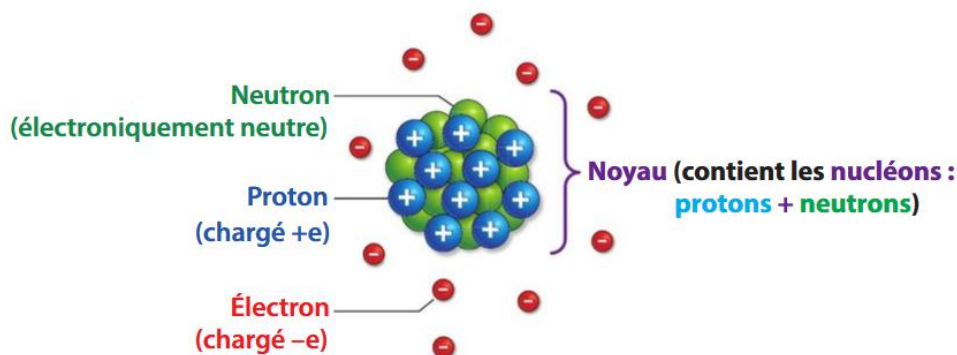


# Cours De l'atome à l'élément chimique

## I. Les atomes et les ions monoatomiques



### 1. Le noyau

Le noyau est formé de **protons** et de **neutrons**. Protons et neutrons forment les **nucléons**.

La masse du proton est environ égale à celle du neutron :  $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

La charge électrique se mesure en **coulomb (symbole C)**.

Les protons sont chargés positivement et portant la charge électrique  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$   
**e est la charge élémentaire.**

Les **neutrons** sont des particules **électriquement neutres** donc leur charge est nulle.

**Z : numéro atomique** ou **nombre de charge** représente le nombre de protons du noyau.

**A** : représente le **nombre de nucléons** du noyau ou **nombre de masse**

Le nombre N de neutrons du noyau est  $N = A - Z$

Représentation du noyau de **symbole X** :  ${}^A_Z\text{X}$

nom de l'atome	symbole du noyau X	nombre de protons Z	nombre de neutrons N	représentation du noyau ${}^A_Z\text{X}$
carbone	C	6	6	
hydrogène		1		${}^1_1\text{H}$
oxygène	O			${}^{16}_8\text{O}$
azote			7	${}^{14}_7\text{N}$

### 2. Les électrons

La masse d'un électron est  $m_{\text{électron}} = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

Le rapport  $\frac{m_{\text{proton}}}{m_{\text{électron}}} = 1830$  car la masse des protons et neutrons (nucléons) est très grande devant celle des électrons.

Les électrons ont une charge négative.

Ils portent une charge électrique  $-e = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

### 3. L'atome

Dans un atome, il y a autant de protons que d'électrons car un atome est électriquement neutre.

Le rapport  $\frac{m_{\text{nucléon}}}{m_{\text{électron}}} = 1830$  car la masse des protons et neutrons est très grande devant celle des électrons.

On en déduit que la masse de l'atome est concentrée dans le noyau.

$$m_{\text{atome}} \simeq A \times m_{\text{proton}}$$

La charge de l'atome est nulle car il y a autant de protons que d'électrons.

nom de l'atome	symbole du noyau	Z (nombre de protons)	A (nombre de nucléons)	Masse de l'atome (kg)	Charge de l'atome (C)
hélium	He	2	4		
béryllium	Be	4	8		
fluor	F	9	18		

Le rayon du noyau est environ 10000 fois plus petit que le rayon de l'atome.  $\frac{R_{\text{atome}}}{R_{\text{noyau}}} \simeq 10^4$

atome	$R_{\text{atome}}$	$R_{\text{noyau}}$	$\frac{R_{\text{atome}}}{R_{\text{noyau}}}$	ordre de grandeur de $\frac{R_{\text{atome}}}{R_{\text{noyau}}}$
H	53 pm = m	1,2 fm = m		
U	200 pm = m	7,4 fm = m		

L'atome est environ  $10^4$  fois plus gros que son noyau.

L'atome est essentiellement constitué de vide. Il a une structure lacunaire.

### 4. Les ions monoatomiques

Un atome qui gagne ou perd un ou plusieurs électrons se transforme en ions.

S'il gagne des électrons, il se transforme en **anion (chargé négativement)**.

S'il perd des électrons, il se transforme en **cation (chargé positivement)**.

Exemple :

$\text{Cu}^{2+}$ est un <b>cation</b> de noyau ${}^{63}_{29}\text{Cu}$	29 protons 29 - 2 = 27 électrons
$\text{Cl}^-$ est un <b>anion</b> de noyau ${}^{35}_{17}\text{Cl}$	17 protons 17 + 1 = 18 électrons

Nom de l'ion	symbole	nombre de protons	nombre d'électrons	charge de l'ion
Ion magnésium	$\text{Mg}^{2+}$	12		
Ion oxygène	$\text{O}^{2-}$	8		

## II. Qu'est-ce qu'un élément chimique ?

- Un **élément chimique** est défini par :
  - Son **numéro atomique Z** : c'est le nombre de **protons** dans le noyau.
  - Son **symbole X** : une ou deux lettres qui le représentent (ex : Cu pour le cuivre).
- Il existe **118 éléments chimiques** connus, dont **94 sont naturels**.
- Tous les éléments sont organisés dans le **tableau périodique** (ou classification périodique des éléments).

### Exemple : le cuivre (symbole Cu)

Le **cuivre** est un élément chimique dont :

- Le **numéro atomique Z** est **29** → il possède **29 protons**.
- Il peut exister sous différentes formes appelées **entités chimiques**.

### Deux entités chimiques du cuivre :

Nom	Nombre de protons	Nombre d'électrons	Formule chimique
Atome de cuivre	29	29	Cu
Ion cuivre (II)	29	27	Cu <sup>2+</sup>

- L'**atome de cuivre (Cu)** est **neutre** : il a autant de protons que d'électrons.
- L'**ion cuivre (II) Cu<sup>2+</sup>** a **perdu 2 électrons**, donc il est **chargé positivement**.

Ces deux entités (Cu et Cu<sup>2+</sup>) sont des **formes différentes** de l'élément **cuivre**, car elles ont le **même nombre de protons** mais un **nombre d'électrons différent**.

## III. Espèce chimique et Entité chimique

### Espèce chimique

- **Définition** : Ensemble d'un très grand nombre d'**entités chimiques identiques**.
- Elle peut être **atomique**, **moléculaire** ou **ionique**.
- Elle possède un **nom**, une **formule chimique** et des **propriétés physiques** (masse volumique, température de fusion, etc.).

### Entité chimique

- **Définition** : C'est l'**unité microscopique** qui constitue une espèce chimique.
- Elle peut être un **atome**, une **molécule** ou un **ion**.

### Exemples concrets

Objet ou substance	Espèce chimique	Entité chimique	Type
Eau du robinet	Eau	Molécule H <sub>2</sub> O	Moléculaire
Fer (clou en fer)	Fer	Atome Fe	Atomique
Sel de cuisine (NaCl)	Chlorure de sodium	Ion Na <sup>+</sup> et ion Cl <sup>-</sup>	Ionique
Eau contenant du sel	Eau + chlorure de sodium	Molécules H <sub>2</sub> O + ions Na <sup>+</sup> et Cl <sup>-</sup>	Moléculaire + Ionique

### À retenir

- Une **molécule d'eau (H<sub>2</sub>O)** est une **entité chimique** ; l'ensemble de ces molécules forme l'**espèce chimique eau**.
- Un **atome de fer (Fe)** est une **entité chimique** ; un clou est composé de l'**espèce chimique fer**.
- Le **chlorure de sodium (NaCl)** dissous dans l'eau se dissocie en **ions Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup>**, qui sont les **entités chimiques** de l'**espèce chimique chlorure de sodium**.

colonnes ↑	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	<sup>1</sup> <sub>1</sub> H hydrogène 1,0																	<sup>4</sup> <sub>2</sub> He hélium 4,0
2	<sup>7</sup> <sub>3</sub> Li lithium 6,9	<sup>9</sup> <sub>4</sub> Be beryllium 9,0																<sup>20</sup> <sub>10</sub> Ne néon 20,2
3	<sup>23</sup> <sub>11</sub> Na sodium 23,0	<sup>24</sup> <sub>12</sub> Mg magnésium 24,3																<sup>40</sup> <sub>18</sub> Ar argon 39,9
4	<sup>39</sup> <sub>19</sub> K potassium 39,1	<sup>40</sup> <sub>20</sub> Ca calcium 40,1	<sup>45</sup> <sub>21</sub> Sc scandium 45,0	<sup>48</sup> <sub>22</sub> Ti titane 47,9	<sup>51</sup> <sub>23</sub> V vanadium 50,9	<sup>52</sup> <sub>24</sub> Cr chrome 52,0	<sup>55</sup> <sub>25</sub> Mn manganèse 54,9	<sup>56</sup> <sub>26</sub> Fe fer 55,8	<sup>59</sup> <sub>27</sub> Co cobalt 58,9	<sup>58</sup> <sub>28</sub> Ni nickel 58,7	<sup>63</sup> <sub>29</sub> Cu cuivre 63,5	<sup>64</sup> <sub>30</sub> Zn zinc 65,4						<sup>84</sup> <sub>36</sub> Kr krypton 83,8
5	<sup>85</sup> <sub>37</sub> Rb rubidium 85,5	<sup>88</sup> <sub>38</sub> Sr strontium 87,6	<sup>89</sup> <sub>39</sub> Y yttrium 88,9	<sup>90</sup> <sub>40</sub> Zr zirconium 91,2	<sup>93</sup> <sub>41</sub> Nb niobium 92,9	<sup>98</sup> <sub>42</sub> Mo molybdène 95,9	<sup>98</sup> <sub>43</sub> Tc technétium 98,9	<sup>102</sup> <sub>44</sub> Ru ruthénium 101,1	<sup>103</sup> <sub>45</sub> Rh rhodium 102,9	<sup>106</sup> <sub>46</sub> Pd palladium 106,4	<sup>107</sup> <sub>47</sub> Ag argent 107,9	<sup>114</sup> <sub>48</sub> Cd cadmium 112,4						<sup>129</sup> <sub>54</sub> Xe xénon 131,3
6	<sup>133</sup> <sub>55</sub> Cs césium 132,9	<sup>138</sup> <sub>56</sub> Ba baryum 137,3		<sup>180</sup> <sub>72</sub> Hf hafnium 178,5	<sup>181</sup> <sub>73</sub> Ta tantalum 180,9	<sup>184</sup> <sub>74</sub> W tungstène 183,9	<sup>187</sup> <sub>75</sub> Re rhenium 186,2	<sup>192</sup> <sub>76</sub> Os osmium 190,2	<sup>193</sup> <sub>77</sub> Ir iridium 192,2	<sup>195</sup> <sub>78</sub> Pt platine 195,1	<sup>197</sup> <sub>79</sub> Au or 197,0	<sup>202</sup> <sub>80</sub> Hg mercure 200,6						<sup>222</sup> <sub>86</sub> Rn radon ≈ 222
7	<sup>223</sup> <sub>87</sub> Fr francium ≈ 223	<sup>226</sup> <sub>88</sub> Ra radium 226,0		<sup>261</sup> <sub>104</sub> Ku kurchatovium ≈ 261	<sup>262</sup> <sub>105</sub> Ha hahnium ≈ 262	<sup>106</sup> <sub>106</sub> Sg seaborgium ≈ 262	<sup>107</sup> <sub>107</sub> Ns nielsbohrium ≈ 262	<sup>108</sup> <sub>108</sub> Hs hassium ≈ 262	<sup>109</sup> <sub>109</sub> Mt meitnerium ≈ 262									<sup>118</sup> <sub>118</sub> X —

L = Lanthanides : 57 à 71

<sup>139</sup> <sub>57</sub> La lanthane 138,9	<sup>140</sup> <sub>58</sub> Ce cérium 140,1	<sup>141</sup> <sub>59</sub> Pr praseodyme 140,9	<sup>142</sup> <sub>60</sub> Nd néodyme 144,2	<sup>146</sup> <sub>61</sub> Pm prométhium ≈ 145	<sup>152</sup> <sub>62</sub> Sm samarium 150,4	<sup>153</sup> <sub>63</sub> Eu europium 152,0	<sup>158</sup> <sub>64</sub> Gd gadolinium 157,2	<sup>159</sup> <sub>65</sub> Tb terbium 158,9	<sup>164</sup> <sub>66</sub> Dy dysprosium 162,5	<sup>165</sup> <sub>67</sub> Ho holmium 164,9	<sup>166</sup> <sub>68</sub> Er erbium 167,3	<sup>169</sup> <sub>69</sub> Tm thulium 168,9	<sup>174</sup> <sub>70</sub> Yb ytterbium 173,0	<sup>175</sup> <sub>71</sub> Lu lutécium 175,0
--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	---	--	---	---	--

A = Actinides : 89 à 103

<sup>227</sup> <sub>89</sub> Ac actinium ≈ 227	<sup>232</sup> <sub>90</sub> Th thorium 232,0	<sup>231</sup> <sub>91</sub> Pa protactinium 231,0	<sup>238</sup> <sub>92</sub> U uranium 238,0	<sup>237</sup> <sub>93</sub> Np néptunium ≈ 237	<sup>244</sup> <sub>94</sub> Pu plutonium ≈ 244	<sup>243</sup> <sub>95</sub> Am américium ≈ 243	<sup>247</sup> <sub>96</sub> Cm curium ≈ 247	<sup>247</sup> <sub>97</sub> Bk berkélium ≈ 247	<sup>251</sup> <sub>98</sub> Cf californium ≈ 251	<sup>254</sup> <sub>99</sub> Es einsteinium ≈ 254	<sup>257</sup> <sub>100</sub> Fm fermium ≈ 257	<sup>258</sup> <sub>101</sub> Md mendelevium ≈ 258	<sup>259</sup> <sub>102</sub> No nobélium ≈ 259	<sup>260</sup> <sub>103</sub> Lr lawrencium ≈ 260
--	---	--	--	---	---	---	--	---	---	---	--	--	---	---