

### Objectifs du chapitre

- Décrire la structure d'un atome (noyau, électrons, nombres  $Z$  et  $A$ ).
- Distinguer atome, ion et molécule ; identifier cations et anions.
- Lire et interpréter une formule brute.
- Relier l'état physique de la matière à l'organisation microscopique des particules.
- Appliquer ces notions aux matériaux rencontrés en menuiserie.

### Situation professionnelle — Identification des matériaux en atelier

Un artisan menuisier reçoit plusieurs pièces métalliques et doit vérifier leur composition (aluminium, acier, cuivre) en lisant les fiches techniques qui indiquent les formules et symboles chimiques des matériaux. Comprendre la structure de la matière lui permet de choisir les bons traitements de surface et colles adaptées.

## 1. L'atome

### DÉFINITION

Un **atome** est la plus petite entité chimique d'un élément chimique. Il est électriquement **neutre**.

### Structure de l'atome

Un atome est constitué de deux parties :

- Un **noyau** (très petit, au centre) composé de :
  - **protons** (charge positive, notés  $p^+$ )
  - **neutrons** (sans charge électrique, notés  $n^0$ )

- Des **électrons** (charge négative, notés  $e^-$ ) qui gravitent autour du noyau.

### NEUTRALITÉ DE L'ATOME

Dans un atome neutre : **nombre de protons = nombre d'électrons.**

Les charges positives (protons) et négatives (électrons) se compensent exactement.

### Les nombres caractéristiques

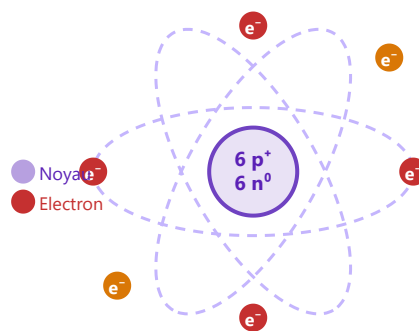
Symbole	Nom	Définition	Exemple (carbone C)
$Z$	Numéro atomique	Nombre de protons dans le noyau	$Z = 6$ (6 protons)
$A$	Nombre de masse	Nombre de protons + nombre de neutrons	$A = 12$ (6 protons + 6 neutrons)
$N$	Nombre de neutrons	$N = A - Z$	$N = 12 - 6 = 6$

$$A = Z + N$$

$A$  : nombre de masse —  $Z$  : numéro atomique (protons) —  $N$  : nombre de neutrons

La notation symbolique d'un atome est :  ${}^A_ZX$  où X est le symbole de l'élément.

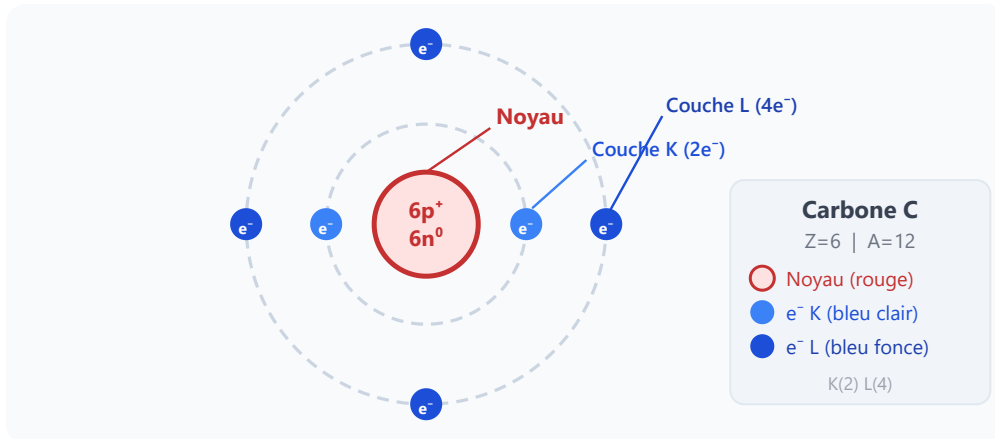
### Schéma simplifié d'un atome



Carbone C :  $Z=6$ ,  $A=12$  — 6 protons, 6 neutrons, 6 électrons

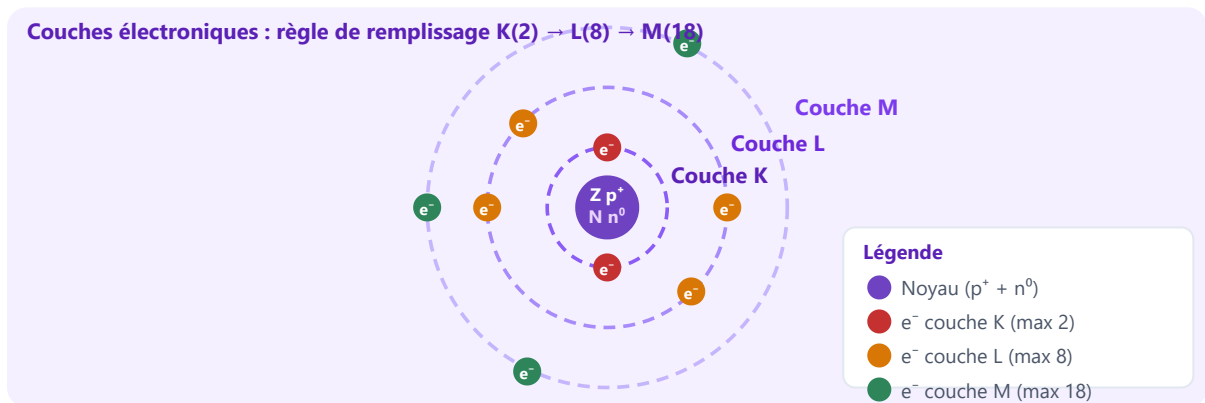
Modèle planétaire simplifié d'un atome de carbone (C) : noyau central avec 6 protons et 6 neutrons, entouré de 6 électrons.

## Modèle de Bohr — Couches électroniques (atome de carbone C)



Modèle de Bohr : les électrons se répartissent sur des **couches**. Couche K : 2 e<sup>-</sup> max. Couche L : 8 e<sup>-</sup> max. Le carbone a la configuration K(2) L(4).

## Modèle général d'un atome — couches électroniques



Les électrons se répartissent sur des **couches électroniques** successives autour du noyau. La couche K (la plus proche) se remplit en premier (max 2 e<sup>-</sup>), puis L (max 8 e<sup>-</sup>), puis M.

## APPLICATION

Le fer a pour symbole

FE

, numéro atomique  $Z = 26$  et nombre de masse  $A = 56$ .

L'aluminium a pour symbole Al,  $Z = 13$  et  $A = 27$ .

1. Donner la notation symbolique  ${}^A_Z\text{X}$  pour le fer et pour l'aluminium.
2. Combien de neutrons possède un atome de fer ? Un atome d'aluminium ?
3. Dans la quincaillerie, on trouve des vis en acier (alliage de fer). Pourquoi faut-il les protéger contre la corrosion ? Quel ion est responsable de la rouille ?
4. L'aluminium ne rouille pas. Quel est le nom de la couche protectrice qui se forme naturellement ? Quelle est sa formule chimique ?

## 2. Les éléments chimiques

### DÉFINITION

Un **élément chimique** est caractérisé par son numéro atomique  $Z$  (nombre de protons). Tous les atomes ayant le même  $Z$  appartiennent au même élément, même s'ils ont des nombres de neutrons différents (isotopes).

## Symboles des principaux éléments à connaître

Symbole	Nom de l'élément	Z	Présent dans / utilité
H	Hydrogène	1	Eau, matière organique
C	Carbone	6	Bois, matières plastiques, CO <sub>2</sub>
N	Azote	7	Air (78 %), produits de traitement
O	Oxygène	8	Eau, air, oxydes
Na	Sodium	11	Sel (NaCl), lessive
Cl	Chlore	17	Sel, produits désinfectants
Ca	Calcium	20	Plaques de plâtre (CaSO <sub>4</sub> ), murs
Fe	Fer	26	Acier, clous, vis, quincaillerie
Cu	Cuivre	29	Câbles électriques, tuyaux

### TABLEAU PÉRIODIQUE

Les éléments chimiques sont classés dans le **tableau périodique de Mendeleïev** par numéro atomique Z croissant. Les éléments d'une même colonne ont des propriétés chimiques similaires.

### Tableau périodique simplifié — Périodes 1, 2 et 3

Métal		Non-métal		Gaz noble			
Période 1		Période 2				Période 3	
1 <b>H</b> Hydrogène		5 <b>B</b> Bore	6 <b>C</b> Carbone	7 <b>N</b> Azote	8 <b>O</b> Oxygène	9 <b>F</b> Fluor	2 <b>He</b> Hélium
3 <b>Li</b> Lithium	4 <b>Be</b> Béryllium	← métaux de transition (non affichés)		10 <b>Ne</b> Néon			
11 <b>Na</b> Sodium	12 <b>Mg</b> Magnésium	13 <b>Al</b> Aluminium	14 <b>Si</b> Silicium	15 <b>P</b> Phosphore	16 <b>S</b> Soufre	17 <b>Cl</b> Chlore	18 <b>Ar</b> Argon
← métaux de transition (non affichés)							

Tableau périodique simplifié : périodes 1-3. Métal Non-métal Gaz noble

## APPLICATION

Le tableau ci-dessous rappelle les masses atomiques de quelques éléments :

Élément	H	C	O	Al	Fe	Cu	Zn
Masse atomique (u.m.a.)	1	12	16	27	56	63,5	65

1. Calculer la masse moléculaire de l'eau  $H_2O$ . (On rappelle : masse moléculaire = somme des masses atomiques des atomes de la molécule.)
2. Calculer la masse moléculaire du  $CO_2$ .
3. Le fer ( $A=56$ ) est bien plus lourd que l'aluminium ( $A=27$ ). Quel métal choisira-t-on pour des huisseries de fenêtres afin de réduire le poids ? Quel autre avantage ce métal présente-t-il ?
4. Un menuisier utilise des vis en acier zingué (acier recouvert de zinc). Quel est le rôle du zinc ?

## 3. Les ions

### DÉFINITION

Un **ion** est un atome (ou un groupe d'atomes) qui a **perdu ou gagné un ou plusieurs électrons**. Il porte donc une charge électrique non nulle.

### DEUX TYPES D'IONS

- **Cation** : ion de charge *positive* — l'atome a *perdu* des électrons (il y a plus de protons que d'électrons).
- **Anion** : ion de charge *négative* — l'atome a *gagné* des électrons (il y a plus d'électrons que de protons).

### MÉTHODE — LIRE LA CHARGE D'UN ION

- $\text{Na}^+$  : sodium, charge +1 (a perdu 1 électron) → cation
- $\text{Ca}^{2+}$  : calcium, charge +2 (a perdu 2 électrons) → cation
- $\text{Fe}^{3+}$  : fer, charge +3 (a perdu 3 électrons) → cation
- $\text{Cl}^-$  : chlorure, charge -1 (a gagné 1 électron) → anion
- $\text{O}^{2-}$  : oxyde, charge -2 (a gagné 2 électrons) → anion

Tableau des ions courants

Formule	Nom	Charge	Type	Exemple d'utilisation
$\text{Na}^+$	Ion sodium	+1	Cation	Sel de cuisine (NaCl)
$\text{Ca}^{2+}$	Ion calcium	+2	Cation	Eau calcaire, plâtre
$\text{Fe}^{2+}$	Ion fer(II)	+2	Cation	Rouille
$\text{Fe}^{3+}$	Ion fer(III)	+3	Cation	Produits de traitement du bois
$\text{Cu}^{2+}$	Ion cuivre(II)	+2	Cation	Solutions de traitement, vert-de-gris
$\text{Cl}^-$	Ion chlorure	-1	Anion	Sel de cuisine, eau de Javel
$\text{O}^{2-}$	Ion oxyde	-2	Anion	Oxydes métalliques
$\text{OH}^-$	Ion hydroxyde	-1	Anion	Solutions basiques, décapants
$\text{SO}_4^{2-}$	Ion sulfate	-2	Anion	Plâtre ( $\text{CaSO}_4$ )
$\text{NO}_3^-$	Ion nitrate	-1	Anion	Engrais, certains vernis

### ATTENTION

Un ion **n'est pas** un atome : il a perdu ou gagné des électrons. Il n'est **pas électriquement neutre**. Il ne faut pas confondre Fe (atome de fer, neutre) avec  $\text{Fe}^{2+}$  (ion fer, chargé positivement).

## APPLICATION

Un produit de traitement du bois contient les espèces suivantes en solution :



1. Classer ces ions en cations et en anions.
2. Pour chaque ion, indiquer le nombre d'électrons perdus ou gagnés par rapport à l'atome neutre.
3. Le cuivre a pour numéro atomique  $Z = 29$ . Combien d'électrons possède un atome de cuivre neutre ? Combien en possède l'ion  $\text{Cu}^{2+}$  ?

## 4. Les molécules

### DÉFINITION

Une **molécule** est un assemblage de plusieurs atomes liés entre eux par des **liaisons chimiques**. Une molécule est électriquement **neutre**.

### La formule brute

La **formule brute** (ou formule moléculaire) indique la nature et le nombre d'atomes présents dans une molécule. Les indices (chiffres en bas) indiquent le nombre d'atomes de chaque élément.

Formule brute	Nom	Composition	Remarque
H <sub>2</sub> O	Eau	2 atomes H + 1 atome O	Liquide à température ambiante, solvant universel
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone	1 atome C + 2 atomes O	Gaz de l'air (0,04 %), produit lors de la combustion du bois
CH <sub>4</sub>	Méthane	1 atome C + 4 atomes H	Gaz naturel, gaz combustible
O <sub>2</sub>	Dioxygène	2 atomes O	Gaz de l'air (21 %), nécessaire à la combustion
N <sub>2</sub>	Diazote	2 atomes N	Gaz de l'air (78 %)
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	Glucose	6 C + 12 H + 6 O	Sucre, constitué dans le bois par la photosynthèse

#### MÉTHODE — LIRE UNE FORMULE BRUTE

Exemple : H<sub>2</sub>O

- H<sub>2</sub> : 2 atomes d'hydrogène
- O : 1 atome d'oxygène (l'absence d'indice = 1 atome)
- La molécule est composée de

**3 atomes**

au total et est électriquement

**neutre**

.

#### Distinction atome / ion / molécule

Entité	Charge	Composition	Exemple
Atome	Neutre (0)	1 seul atome	Fe, C, Na
Ion	Non nulle (+ ou -)	1 atome ou groupe d'atomes	Na <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Molécule	Neutre (0)	Plusieurs atomes liés	H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>

### APPLICATION

Classer les entités suivantes dans le tableau (atome / ion / molécule) et préciser leur charge électrique :



### APPLICATION

Analyser la formule brute du glucose : C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>

1. Quels éléments chimiques sont présents dans le glucose ?
2. Combien y a-t-il d'atomes de chaque élément ?
3. Combien y a-t-il d'atomes au total dans une molécule de glucose ?
4. Le glucose est-il un atome, un ion ou une molécule ? Justifier.

### APPLICATION

La cellulose, polymère principal du bois, a la formule :



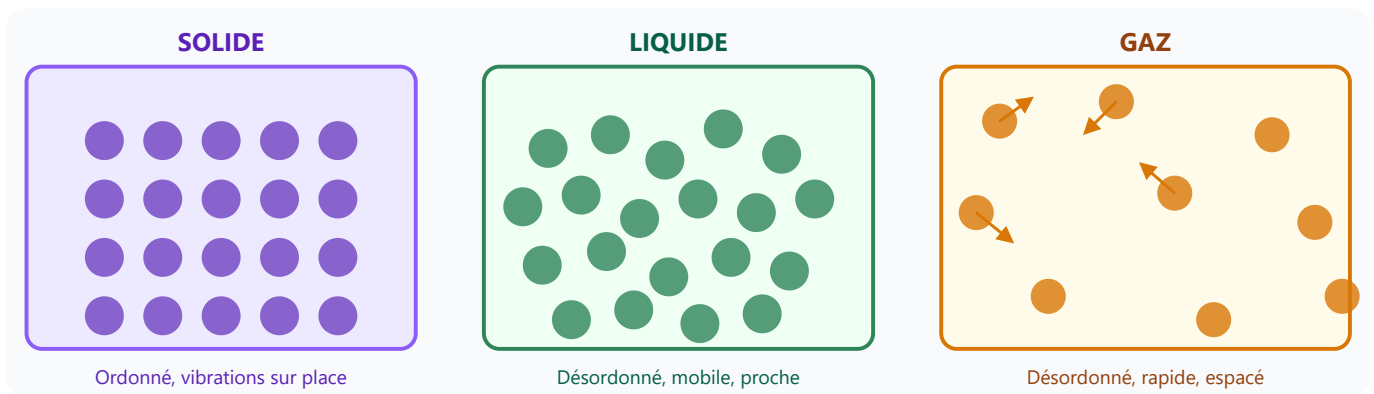
où  $n$  est un grand nombre entier (plusieurs milliers).

1. Quels éléments chimiques composent la cellulose ?
2. L'unité de base (monomère) a pour formule C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>. Combien d'atomes comporte une unité de base ?
3. Si une longue chaîne de cellulose comporte  $n = 5\,000$  unités, combien y a-t-il d'atomes de carbone au total ?
4. La cellulose est-elle un atome, un ion, une molécule ou un polymère ? Expliquer.

## 5. États de la matière à l'échelle microscopique

Les trois états physiques de la matière correspondent à différentes organisations des particules (atomes, ions, molécules) à l'échelle microscopique.

État physique	Organisation des particules	Distances entre particules	Agitation thermique	Exemple
Solide	Ordonnée (réseau rigide)	Très faibles (particules jointives)	Faible (vibrations sur place)	Bois, métal, glace
Liquide	Désordonnée mais dense	Faibles (particules proches)	Moyenne (mouvements locaux)	Eau, colle, vernis
Gaz	Désordonnée et très espacée	Grandes (particules éloignées)	Forte (mouvements rapides aléatoires)	Air, vapeur d'eau



Représentation microscopique des **trois états de la matière** : solide (réseau ordonné), liquide (proche mais mobile), gaz (très espacé et agité).

### CHANGEMENTS D'ÉTAT

En chauffant un solide, on augmente l'agitation thermique des particules :

- Les particules vibrent de plus en plus fort (solide).
- Les liaisons entre particules se rompent → **fusion** (passage à l'état liquide).
- Les particules s'échappent dans l'air → **vaporisation** (passage à l'état gazeux).

## APPLICATION

Dans un atelier de menuiserie, on observe les matériaux et substances suivants :

A.

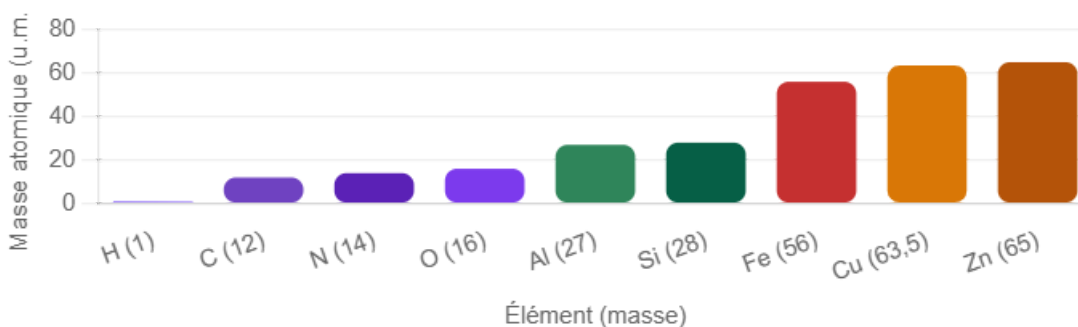
Une planche de chêne | B. De la colle vinylique dans un pot | C. De la vapeur d'eau au-dessus d'une marmite | D. Du white-spirit dans un récipient | E. De l'air ambiant | F. Un clou en acier

1. Classer chaque substance dans son état physique (solide / liquide / gaz).
2. Pour l'état solide : décrire l'organisation microscopique des particules.
3. Le white-spirit s'évapore rapidement. Quel changement d'état se produit ?  
Comment appelle-t-on ce phénomène ?
4. Quel est le risque lié à la présence de vapeurs de white-spirit dans l'atelier ?

## 5 bis. Masses atomiques des éléments courants en atelier de menuiserie

La **masse atomique** (en u.m.a., unités de masse atomique) représente la masse relative d'un atome par rapport au carbone-12. Plus un atome est lourd, plus les matériaux qui le contiennent sont denses.

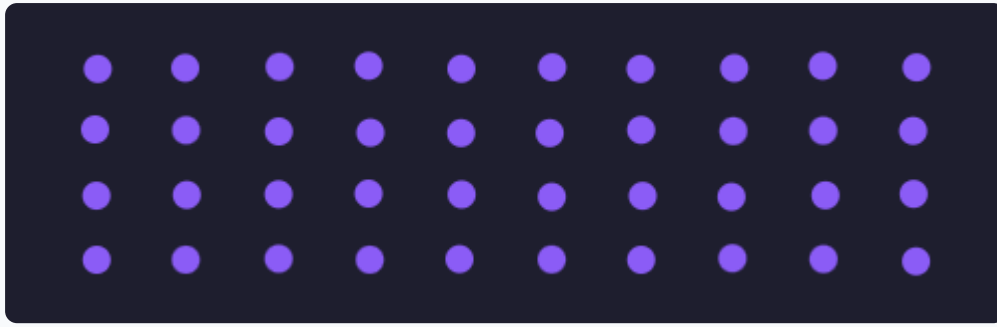
### Masses atomiques des éléments fréquents en menuiserie (en u.m.a.)



Source : tableau périodique — H=1, C=12, N=14, O=16, Al=27, Si=28, Fe=56, Cu=63,5, Zn=65

## 5 ter. Animation — Particules et états physiques

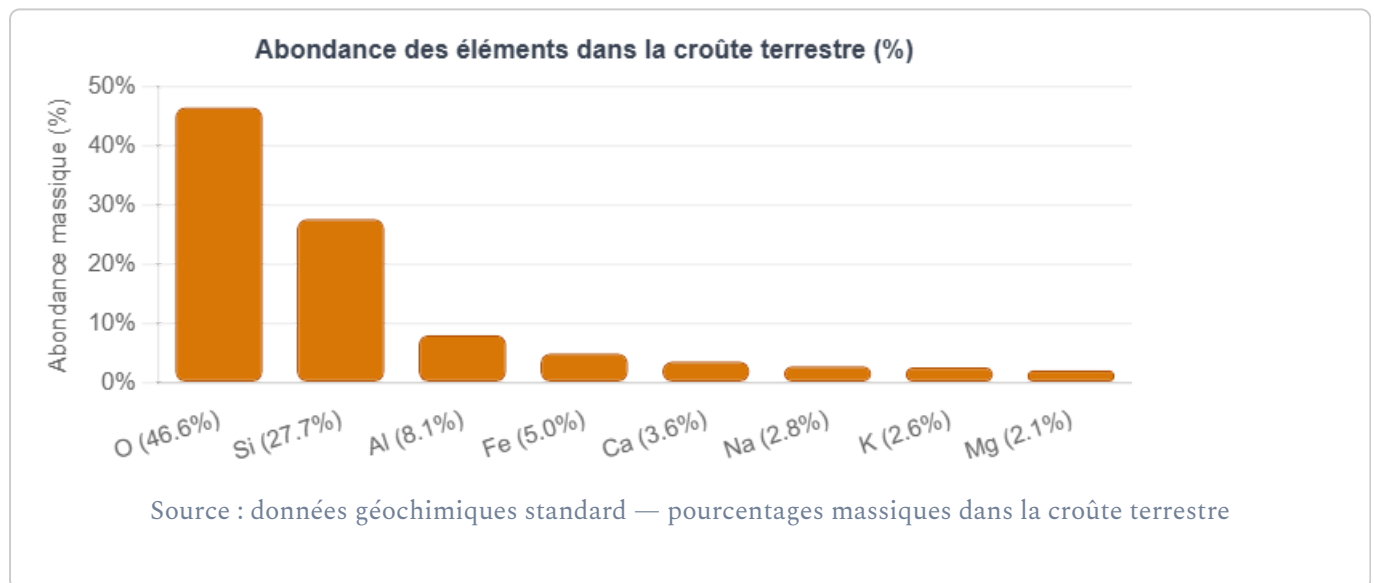
Observe le comportement des particules selon l'état physique : utilise les boutons ci-dessous pour changer d'état.



• État actuel : **Solide** — particules fixées en réseau, vibrations infimes

### 5 quater. Abondance des éléments dans la croûte terrestre

La **croûte terrestre** est la couche superficielle solide de la Terre. Ses éléments les plus abondants sont ceux que l'on retrouve dans les matériaux de construction et les matériaux des métiers de la menuiserie.



### 5 quinquies. Animation — Modèle atomique interactif

Observe les électrons orbiter autour du noyau. Clique sur **Changer d'atome** pour passer d'un élément à l'autre (H → He → Li → C → H).



Hydrogène (H) — Z = 1, A = 1 — Configuration : K(1)

## 6. Applications en atelier de menuiserie

### Composition de quelques matériaux du menuisier

#### EAU (H<sub>2</sub>O)

L'eau est utilisée pour nettoyer les surfaces, délier certaines colles, préparer des solutions. Sa formule H<sub>2</sub>O montre qu'elle est composée de **2 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène**. L'eau est une molécule *polaire* qui peut dissoudre des sels (ions).

#### CO<sub>2</sub> DANS L'AIR

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est un gaz présent dans l'air. Il est produit lors de la **combustion du bois** (coupes, braises) ou lors du ponçage si des résidus se consomment. Formule : 1 atome de carbone + 2 atomes d'oxygène.

#### IONS DANS LES PRODUITS DE TRAITEMENT DU BOIS

De nombreux **produits de traitement du bois** contiennent des ions métalliques :

- Fe<sup>3+</sup> (ion fer III) : dans certains fongicides à base de sels de fer.
- Cu<sup>2+</sup> (ion cuivre II) : dans les produits à base de cuivre (traitement autoclave).

Ces ions sont responsables de l'activité biocide (protection contre les champignons et insectes).

## NaCl — SEL DANS L'EAU DE NETTOYAGE

Le sel de cuisine est du **chlorure de sodium** NaCl. Dissous dans l'eau, il se sépare en ions : Na<sup>+</sup> (ions sodium) et Cl<sup>-</sup> (ions chlorure). Une eau salée est conductrice de l'électricité — risque supplémentaire près des installations électriques.

## ATTENTION — SÉCURITÉ

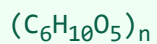
Certains produits de traitement du bois contiennent des ions toxiques (Cu<sup>2+</sup>, Cr<sup>6+</sup>...). Il est obligatoire de consulter la **Fiche de Données de Sécurité (FDS)** et de porter les Équipements de Protection Individuelle (EPI) adaptés.

## Matériaux de menuiserie : composition chimique détaillée

### Le bois — un matériau organique complexe

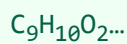
Le bois est constitué principalement de **trois bio-polymères** :

#### Cellulose



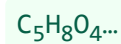
Polymère de glucose.  
Constitue les fibres du bois (40-50 %). Donne la rigidité mécanique.

#### Lignine



Polymère aromatique complexe (20-30 %). Cimente les fibres de cellulose.  
Donne la dureté au bois.

#### Hémicellulose



Polymères de sucres en C5 (xyloses). Relie la cellulose et la lignine (15-25 %).

#### Eau (H<sub>2</sub>O)



Bois vert : 30-60 % d'eau.  
Bois sec : <15 %. L'humidité influe sur les dimensions (gonflement).

La cellulose et la lignine sont des **polymères** : de très longues molécules formées de la répétition d'une unité de base (monomère).

## Métaux — Fer et aluminium

### Fer / Acier

Fe Z=26, A=56

Quincaillerie, clous, vis.  
L'acier est un alliage Fe+C (carbone). Se corrode (rouille :  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ).

### Aluminium

Al Z=13, A=27

Profilés, ferrures, menuiseries alu. Léger (densité  $2,7 \text{ g/cm}^3$ ), ne rouille pas (couche  $\text{Al}_2\text{O}_3$  protectrice).

### Zinc

Zn Z=30, A=65

Galvanisation de l'acier, gouttières. Protège le fer par anode sacrificielle.

### Cuivre

Cu Z=29, M=63,5  
g/mol

Câbles électriques, tuyauterie. Bonne conductivité électrique et thermique.

## Peintures, vernis et colles

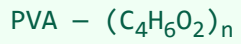
### Peinture glycérophtalique

#### Résine + solvant

Solvant : hydrocarbures (white-spirit,  $C_9H_{20}$ ...).

Pigments minéraux ( $TiO_2$ , oxydes Fe). Liant : résine polymère.

### Colle vinylique



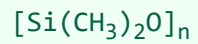
Poly(acétate de vinyle) en émulsion aqueuse. Polymère thermoplastique. Sèche par évaporation de l'eau.

### Vernis polyuréthane

#### Résine PU

Polymère réticulé (polyuréthane). Deux composants : polyol + isocyanate. Très résistant.

### Silicone



Polymère organosilicié. Mastic d'étanchéité. Très bonne tenue aux UV et à l'eau.

## Tableau des matériaux courants — Formules et propriétés

Matériau	Formule / Composition	Type d'entité principale	Propriété clé	Usage en atelier
Eau	$H_2O$	Molécule	Solvant universel	Nettoyage, colles aqueuses
Cellulose	$(C_6H_{10}O_5)_n$	Polymère	Rigidité, fibre	Structure du bois
Fer	Fe (Z=26)	Métal (atomes)	Résistance, magnétisme	Vis, clous, charnières
Aluminium	Al (Z=13)	Métal (atomes)	Légèreté, anticorrosion	Profilés, menuiseries
Dioxyde de titane	$TiO_2$	Solide ionique	Pigment blanc opaque	Peintures, enduits
Colle vinylique (PVA)	$(C_4H_6O_2)_n$	Polymère	Adhésion sur bois	Assemblage, placage
White-spirit	Mélange $C_9-C_{14}$	Molécules organiques	Solvant peintures glyc.	Nettoyage pinceaux
Plâtre	$CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$	Solide ionique	Prise par hydratation	Cloisons, enduits

## 7. Tableau de synthèse

Entité	Définition	Charge électrique	Exemples
Atome	Plus petite entité d'un élément ; noyau ( $p^+ + n^0$ ) + électrons ( $e^-$ )	Nulle (neutre) : $nb e^- = nb p^+$	H, C, O, Na, Fe
Cation	Atome ou groupe d'atomes ayant perdu des électrons	Positive (+)	$Na^+$ , $Ca^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Cu^{2+}$
Anion	Atome ou groupe d'atomes ayant gagné des électrons	Négative (-)	$Cl^-$ , $O^{2-}$ , $SO_4^{2-}$ , $OH^-$
Molécule	Assemblage d'atomes liés par des liaisons chimiques	Nulle (neutre)	$H_2O$ , $CO_2$ , $CH_4$ , $O_2$

## 8. Applications en atelier de menuiserie

Les notions de structure de la matière (atomes, ions, molécules) trouvent des applications directes dans les métiers de la menuiserie, de l'aménagement et de la maintenance.

### 1. COMPOSITION DU BOIS — MOLÉCULES ORGANIQUES

Le bois est principalement composé de **cellulose** (formule :  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ) et de **lignine**.

Ces deux polymères contiennent uniquement des atomes de **carbone (C)**, **hydrogène (H)** et **oxygène (O)**.

#### Pourquoi le bois brûle-t-il ?

La combustion du bois est une réaction chimique entre les molécules organiques (C, H, O) et le dioxygène ( $O_2$ ) de l'air :

- Le carbone C se combine avec  $O_2 \rightarrow CO_2$  (dioxyde de carbone, gaz à effet de serre)
- L'hydrogène H se combine avec  $O_2 \rightarrow H_2O$  (vapeur d'eau)
- Il reste des cendres (minéraux : Ca, K, Mg...)

*Comprendre cette chimie permet d'expliquer pourquoi le bois est un matériau combustible et de respecter les règles de sécurité incendie en atelier.*

## 2. ROUILLE = OXYDE DE FER — IDENTIFICATION DES ÉLÉMENTS

La **rouille** est un oxyde de fer hydraté de formule générale  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (ou  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ). Elle se forme par la réaction du fer avec le dioxygène et l'eau de l'air :



Éléments impliqués : fer (Fe, Z=26) + oxygène (O, Z=8) + hydrogène (H, Z=1)

### En atelier de menuiserie :


- Les vis, clous et ferrures en acier non protégé rouillent au contact de l'humidité.
- La rouille fragilise les assemblages et tache le bois (ions  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$ ).
- Protection : galvanisation (couche de zinc Zn), peinture anticorrosion, acier inoxydable (alliage Fe + Cr).
- Identifier les éléments Fe et O dans  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  permet de comprendre la nature chimique de la corrosion.

### 3. VERNIS ET SOLVANTS — MOLÉCULES ORGANIQUES ET SÉCURITÉ

Les vernis, peintures et colles utilisés en menuiserie contiennent des **molécules organiques** basées sur les atomes C, H et O :

- **Solvants** (white-spirit, acétone, toluène) : molécules composées de C et H (et parfois O). Exemples : acétone  $C_3H_6O$ , hexane  $C_6H_{14}$ .
- **Résines** (polyuréthane, époxy) : polymères à base de C, H, O, N.
- **Pigments** : souvent des oxydes métalliques ( $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ).

**Pictogrammes de sécurité liés à la chimie :**

Pictogramme	Signification	Molécules concernées	Précaution en atelier
 Inflammable	Le produit peut s'enflammer facilement	Solvants organiques (C, H)	Pas de flamme, étincelle, cigare en atelier
 Danger pour la santé	Vapeurs toxiques ou irritantes	Isocyanates, formaldéhyde, solvants halogénés	Port du masque, ventilation forcée
 Toxique	Danger grave (ingestion, inhalation, contact)	Produits à base de $Cr^{6+}$ , solvants chlorés	EPI complets, FDS obligatoire
 Dangereux pour l'environnement (GHS09)	Ne pas rejeter dans les égouts ou la nature	Huiles, solvants, produits de traitement	Collecte séparée, déchetterie spécialisée

## 9. À retenir

### À RETENIR

1. Un **atome** est constitué d'un noyau (protons  $Z$  + neutrons) et d'électrons. Il est électriquement neutre. Son numéro atomique  $Z$  = nombre de protons.
2. Un **ion** est un atome (ou groupe d'atomes) qui a perdu (cation, charge  $+$ ) ou gagné (anion, charge  $-$ ) des électrons. Il n'est plus neutre.
3. Une **molécule** est un assemblage neutre de plusieurs atomes liés. La formule brute indique la nature et le nombre d'atomes (ex.  $\text{H}_2\text{O} = 2 \text{H} + 1 \text{O}$ ).
4. Les 3 états de la matière diffèrent par l'organisation des particules : **solide** (ordonné, vibrations), **liquide** (proche, mobile), **gaz** (éloigné, désordonné).
5. En menuiserie : l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), le  $\text{CO}_2$  (combustion du bois), les ions  $\text{Cu}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$  (produits de traitement) sont des entités chimiques importantes à connaître pour la sécurité.

### Simulations interactives

[Constructeur d'atomes et ions](#)

[Configuration électronique](#)

[Histoire du modèle de l'atome](#)

[Types de liaisons chimiques](#)

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

 Objectifs du chapitre[cliquer pour développer](#)

**Rappels essentiels :** Toute matière est composée d'atomes. Un atome possède un **noyau** (protons + neutrons) et un **nuage d'électrons**. Le **numéro atomique Z** = nombre de protons. Le **nombre de masse A** = protons + neutrons. La notation symbolique est  ${}^A_ZX$ .

**Objectifs des exercices :**

- Lire et utiliser la notation  ${}^A_ZX$
- Distinguer atome, ion, molécule
- Interpréter une formule brute
- Relier états physiques et organisation des particules
- Appliquer ces notions aux matériaux de l'atelier de menuiserie

**Progression :** Base → Guidé → Application → Contextualisé professionnel

## Méthode — Lire la notation ${}^A_ZX$

•

**X**

= symbole de l'élément chimique

•

**Z**

(en bas) = numéro atomique = nombre de

**protons**

•

**A**

(en haut) = nombre de masse = protons +

**neutrons**

- Nombre de neutrons :  $N = A - Z$
- Atome neutre : nombre d'électrons =  $Z$

## Attention — Ne pas confondre !

- **Z** = nombre de protons = numéro atomique (jamais le nombre de neutrons !)
- **A** = protons + neutrons (pas seulement les neutrons)
- Un **atome** est électriquement neutre (autant de protons que d'électrons)
- Un **ion** a perdu ou gagné des électrons → il est chargé électriquement

## À retenir — Formules et définitions essentielles

Grandeur	Définition	Symbole
Numéro atomique	Nombre de protons dans le noyau	Z
Nombre de neutrons	$N = A - Z$	N
Nombre de masse	Protons + Neutrons	A
Cation	Ion chargé positivement (a perdu des $e^-$ )	ex : $Fe^{2+}$
Anion	Ion chargé négativement (a gagné des $e^-$ )	ex : $Cl^-$

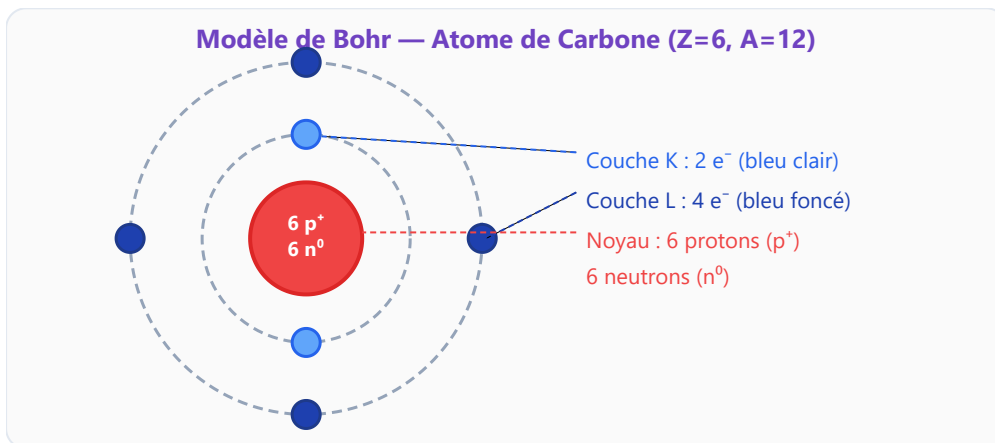
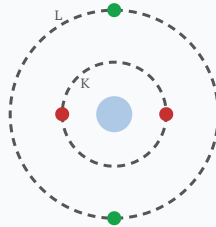


Figure 1 — Modèle de Bohr de l'atome de carbone  ${}^1_6C$

### EXERCICE 1 Les constituants de l'atome

SOCLE



Modèle atome

L'atome est formé d'un **noyau** et d'un **nuage d'électrons**.

1. Citer les deux types de particules présentes dans le noyau. Quelles sont leurs charges électriques respectives ?
2. Où se trouvent les électrons ? Quelle est leur charge ?
3. Un atome est électriquement neutre. Que peut-on en déduire sur le nombre d'électrons par rapport au nombre de protons ?
4. Quelle particule est beaucoup plus légère : le proton ou l'électron ?

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 2 Lire la notation  $\frac{A}{Z}X$**  **SOCLE**

Voici les notations symboliques de cinq atomes courants :



1. Pour chaque atome, indiquer : le numéro atomique Z, le nombre de masse A, le nombre de neutrons N.
2. Quel atome possède le plus grand nombre de protons ? Le plus petit ?
3. L'atome de fer comporte-t-il plus de protons ou plus de neutrons ?

*Mes calculs :*

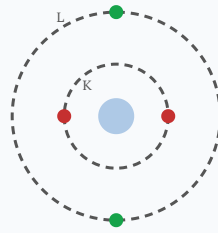
---

---

---

### EXERCICE 3 États de la matière et organisation des particules

SOCLE



Modèle atome

La matière peut exister sous trois états : **solide**, **liquide** et **gazeux**.

1. Dans quel état les particules sont-elles très ordonnées et très proches ? Très éloignées et désordonnées ?
2. Classer ces situations selon l'état de la matière : un boulon en acier / de l'huile de coupe / de la vapeur d'eau dans un sèche-bois / de la cire solide.
3. Qu'est-ce qu'un corps pur ? Donner un exemple métallique et un exemple liquide.

*Mes calculs :*

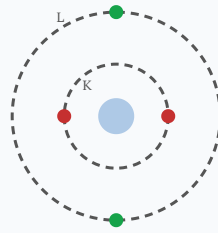
---

---

---

## EXERCICE 4 Former un ion — méthode pas à pas

SOCLE



Modèle atome

### Rappel :

Un

### cation

= atome qui a *perdu* des électrons (charge +).

Un

### anion

= atome qui a *gagné* des électrons (charge -).

### Charge

= nombre de protons – nombre d'électrons.

L'atome de sodium a  $Z = 11$  (11 protons, 11 électrons). Il **perd 1 électron**.

**Étape 1.** Combien de protons reste-t-il après la perte ? (*Indice : les protons ne changent jamais !*)

Nombre de protons = ..... (ne change pas)

**Étape 2.** Combien d'électrons reste-t-il ? Compléter :

Électrons au départ :  $11 - 1$  perdu = ..... électrons

**Étape 3.** Calculer la charge électrique :

Charge = protons – électrons = ..... – ..... = .....

**Étape 4.** La charge est-elle positive ou négative ? L'ion est-il un **cation** ou un **anion** ?

Réponse : ..... → on écrit  $\text{Na}^+$

**Même méthode :** L'atome de chlore ( $Z = 17$ ) **gagne 1 électron**. Compléter :

	Protons	Électrons	Charge	Nom de l'ion
Atome Cl	17	17	0 (neutre)	—
Ion Cl	17	?	?	<i>Ion chlorure</i>

*Mes calculs :*

---

---

---

## EXERCICE 5 Lire une formule brute — tableau guidé SOCLE

Une **molécule** est un assemblage d'atomes. La **formule brute** donne le symbole et le nombre de chaque atome.

### Exemple :

$\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ atomes H} + 1 \text{ atome O} = 3 \text{ atomes au total.}$

Compléter le tableau (le premier est fait en exemple) :

Molécule	Formule	Atomes présents	Nombre de chaque	Total d'atomes
Eau	$\text{H}_2\text{O}$	H et O	2 H + 1 O	3
Dioxyde de carbone	$\text{CO}_2$	?	?	?
Méthane	$\text{CH}_4$	?	?	?
Propane	$\text{C}_3\text{H}_8$	?	?	?

**Question bonus :** L'eau  $\text{H}_2\text{O}$  est-elle un corps pur ou un mélange ? Pourquoi ?

*Mes calculs :*

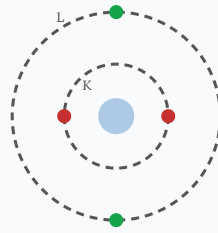
---

---

---

EXERCICE 6 Matériaux en atelier — identifier atomes et ions

SOCLE



Modèle atome

En atelier de menuiserie, on utilise des **clous en acier** (fer + carbone) et des **vis en laiton** (cuivre + zinc).

1. L'acier est-il un corps pur ou un mélange ? Justifier en une phrase.

Réponse : .....

2. Le fer a  $Z = 26$  et  $A = 56$ . Compléter :

Nombre de protons = .....

Nombre de neutrons =  $A - Z = \dots - \dots = \dots$

Nombre d'électrons (atome neutre) = .....

3. Quand le fer rouille, il forme l'ion  $\text{Fe}^{2+}$ . Le fer a-t-il perdu ou gagné des électrons ?  
Combien ?

*Indice* : la charge est +2, donc protons - électrons = +2.

Électrons =  $26 - 2 = \dots \rightarrow$  il a ..... (perdu/gagné) ..... électron(s).

*Mes calculs :*

---

---

---

**Rappel :**

•

**Solide**

: particules ordonnées, vibrations sur place.

•

**Liquide**

: particules proches mais mobiles, désordonnées.

•

**Gaz**

: particules très éloignées, mouvement rapide aléatoire.

En atelier de menuiserie, on manipule des matériaux et des produits dans différents états physiques.

**Étape 1.** Pour chaque élément, indiquer s'il est solide, liquide ou gazeux à température ambiante :

Matériau / produit	État physique
Planche de chêne	?
Colle à bois liquide	?
Vapeurs de vernis	?
Vis en acier	?
Huile de lin	?

**Étape 2.** Parmi ces éléments, lequel a les particules les plus espacées ? Justifier.

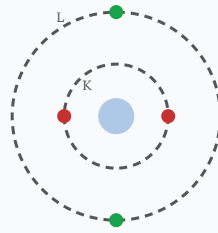
**Étape 3.** La colle à bois sèche et durcit. Quel changement d'état se produit ?

*Mes calculs :*



## EXERCICE 8 Lire la notation symbolique — pas à pas

SOCLE



Modèle atome

### Rappel :

Dans  ${}^A_ZX$ ,

**Z**

est en bas (protons),

**A**

est en haut (protons + neutrons).

On donne la notation de l'atome de magnésium :  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$

Étape 1. Repérer Z et A. Compléter :

Z = ..... A = .....

Étape 2. En déduire le nombre de protons, d'électrons (atome neutre) et de neutrons.

Protons = Z = .....

Électrons = Z = ..... (atome neutre)

Neutrons = A - Z = ..... - ..... = .....

Étape 3. Faire le même travail pour l'atome de cuivre  ${}^{64}_{29}\text{Cu}$  :

Atome	Z	A	Protons	Neutrons	Électrons
Mg	?	?	?	?	?
Cu	?	?	?	?	?

Mes calculs :

A rectangular box with a dashed border and three horizontal lines inside, intended for writing.

## EXERCICE 9 Distinguer atome, ion et molécule — classer pas à pas

SOCLE

### Rappel :

•

#### Atome

: 1 seul élément, neutre (ex. : Fe, C, Na)

•

#### Ion

: chargé + ou - (ex. : Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Fe<sup>2+</sup>)

•

#### Molécule

: assemblage d'atomes, neutre (ex. : H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>)

Pour chaque espèce ci-dessous, indiquer s'il s'agit d'un **atome**, d'un **ion** ou d'une **molécule**. Justifier en une phrase.

Espèce	Atome / Ion / Molécule ?	Justification
Fe	?	?
Cl <sup>-</sup>	?	?
H <sub>2</sub> O	?	?
Na <sup>+</sup>	?	?
CO <sub>2</sub>	?	?
Al	?	?

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 10** Corps pur ou mélange — les matériaux du menuisier

SOCLE

**Rappel :**

- 

**Corps pur**

: une seule espèce chimique (ex. : eau distillée, aluminium)

- 

**Mélange**

: plusieurs espèces chimiques (ex. : air, acier)

Pour chaque matériau ou produit, cocher la bonne case et justifier :

Matériau / produit	Corps pur	Mélange	Justification
Aluminium (Al)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	?
Acier (Fe + C)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	?
Eau distillée (H <sub>2</sub> O)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	?
Bois	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	?
Laiton (Cu + Zn)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	?

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 11** Calculer le nombre de neutrons — pas à pas

SOCLE

**Rappel :**

Le nombre de neutrons se calcule avec la formule  $N = A - Z$ .

- $A$  = nombre de masse (en haut) •  $Z$  = numéro atomique (en bas)

Un métreur prépare un devis pour une fenêtre en aluminium. L'aluminium a pour notation symbolique  ${}_{13}^{27}\text{Al}$ .

1. Recopier et compléter : « Pour l'aluminium,  $A = \dots$  et  $Z = \dots$  ».
2. Appliquer la formule  $N = A - Z$  pour calculer le nombre de neutrons. Détailler le calcul.
3. Combien l'atome d'aluminium neutre possède-t-il d'électrons ? Justifier.
4. Le cuivre utilisé pour les tuyaux a pour notation  ${}_{29}^{64}\text{Cu}$ . Calculer son nombre de neutrons de la même façon.

*Mes calculs :*

---

---

---

**Rappel :**

•

**Solide**

: particules très proches, ordonnées, vibrent sur place

•

**Liquide**

: particules proches, désordonnées, glissent les unes sur les autres

•

**Gaz**

: particules très éloignées, se déplacent dans toutes les directions

1. Pour chaque situation, indiquer l'état physique de la matière soulignée :

Situation	État physique
Un glaçon dans un verre	?
De la vapeur d'eau qui sort d'une bouilloire	?
De l'huile de lin utilisée pour traiter le bois	?
Une planche de chêne	?

2. Dans quel état les particules sont-elles les plus agitées ?

3. Un artisan menuisier chauffe de la colle thermofusible (solide → liquide). Quel est le nom de ce changement d'état ?

*Mes calculs :*

---

---

---

## Exercices d'application

### EXERCICE 13 Atomes et ions — cations et anions

STANDARD

Un ion est un atome qui a perdu ou gagné un ou plusieurs électrons.

#### Guide de résolution :

- Si l'atome perd des électrons ( $e^-$ ) → il devient un

**cation**

(charge positive +)

- Si l'atome gagne des  $e^-$  → il devient un

**anion**

(charge négative -)

- Charge = nombre de protons - nombre d'électrons

1. L'atome de fer  ${}_{26}^{56}\text{Fe}$  perd 2 électrons. Quelle est la charge de l'ion formé ? Le noter avec sa charge.
2. L'atome de chlore  ${}_{17}^{35}\text{Cl}$  gagne 1 électron. Quel ion se forme ? Est-ce un cation ou un anion ?
3. L'atome d'aluminium ( $Z=13$ ) perd 3 électrons. Combien d'électrons l'ion  $\text{Al}^{3+}$  possède-t-il ?
4. Dans la rouille, on trouve l'ion  $\text{Fe}^{3+}$ . Le fer a-t-il perdu ou gagné des électrons pour former cet ion ? Combien ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 14 Lire une formule brute — molécules

STANDARD

Une **molécule** est un assemblage de plusieurs atomes liés chimiquement. La **formule brute** indique la nature et le nombre de chaque atome.

1. Pour chaque molécule, indiquer les atomes présents et leur nombre :  $\text{H}_2\text{O}$  |  $\text{CO}_2$  |  $\text{CH}_4$  |  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
2. Combien y a-t-il d'atomes au total dans une molécule de glucose  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  ?
3. La molécule d'eau  $\text{H}_2\text{O}$  est-elle un mélange ou un corps pur ? Justifier.
4. Donner la formule brute de l'acide chlorhydrique : une molécule formée d'un atome d'hydrogène et d'un atome de chlore.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 15** Comparer des atomes — carbone, aluminium, fer

STANDARD

On donne les notations :  ${}^{12}_6\text{C}$ ,  ${}^{27}_{13}\text{Al}$ ,  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$

1. Pour chaque atome, calculer le nombre de neutrons.
2. L'atome neutre de carbone possède 6 électrons. Où sont-ils répartis sur les couches K et L ? (Couche K : max  $2 e^-$ , Couche L : max  $8 e^-$ )
3. L'atome d'aluminium possède 13 électrons. Décrire leur répartition sur les couches K, L, M.
4. Lequel de ces trois atomes a le plus grand noyau ? Justifier.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 16 Corps purs, mélanges et formules moléculaires

STANDARD

Voici une liste de substances : eau distillée, huile de lin, acier (alliage fer+carbone), dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ , air, vinaigre (eau + acide acétique), aluminium pur.

1. Classer ces substances en deux catégories : corps purs et mélanges.
2. Parmi les corps purs, distinguer les corps purs simples (formés d'un seul élément chimique) et les corps purs composés (molécules formées de plusieurs éléments).
3. L'acier est un alliage de fer et de carbone. Ses propriétés dépendent-elles des propriétés du fer seul ? Justifier en lien avec la notion de mélange.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 17 Rouille et oxydation du fer en atelier

ATELIER · MÉTALLURGIE

STANDARD

La **rouille** est un phénomène d'oxydation du fer qui produit de l'**oxyde de fer(III)** de formule  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Elle se forme lorsque le fer est exposé à l'air humide.

1. La formule  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  signifie que l'unité formulaire contient 2 atomes de fer et 3 atomes d'oxygène. Combien y a-t-il d'atomes au total dans une unité formulaire de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ?
2. L'oxygène a  $Z=8$ ,  $A=16$ . Combien de neutrons possède-t-il ? Donner sa notation symbolique.
3. Dans  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , le fer est sous forme d'ion  $\text{Fe}^{3+}$ . Que signifie «  $^{3+}$  » ? Le fer a-t-il perdu ou gagné des électrons ?
4. Pour prévenir la rouille, on protège les pièces métalliques avec de la peinture ou du zinc (galvanisation). Expliquer pourquoi cette protection empêche l'oxydation.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 18 Matériaux en atelier — identifier éléments et formules

ATELIER · MATÉRIAUX

STANDARD

Voici des matériaux et produits couramment utilisés en atelier :

Matériau / Produit	Formule brute	Utilisation en atelier
Aluminium	Al	Carrosserie, pièces légères
Cuivre	Cu	Câblage électrique
Dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>	Gaz utilisé en mélange pour le soudage MIG/MAG (avec Ar)
Acétone	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	Dégraissant, solvant
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Gaz de chauffage, chalumeau
Eau	H <sub>2</sub> O	Nettoyage, liquide de refroidissement

1. Parmi ces substances, lesquelles sont des corps purs simples (un seul élément) ?  
Lesquelles sont des corps purs composés ?
2. Pour l'acétone C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O : combien y a-t-il d'atomes au total dans une molécule ? Quels éléments chimiques sont présents ?
3. Le cuivre a Z=29, A=64. Calculer le nombre de neutrons. Écrire sa notation symbolique.
4. Le propane (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) et l'acétone (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O) ont tous les deux 3 atomes de carbone. Ont-ils pour autant les mêmes propriétés ? Pourquoi ?
5. *Pour aller plus loin* : Le fil de cuivre utilisé en électrique peut se ternir (oxydation superficielle en CuO). L'ion cuivrique est Cu<sup>2+</sup>. Combien d'électrons a perdu l'atome de cuivre pour former cet ion ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

**EXERCICE 19** Tableau de synthèse — compléter les données atomiques

STANDARD

Recopier et compléter le tableau suivant :

Atome	Symbole	Z	A	Protons	Neutrons	Électrons	Configuration
Oxygène	O	8	16	?	?	?	?
Sodium	Na	?	23	11	?	?	?
Chlore	Cl	17	?	?	18	?	?
Calcium	Ca	?	40	?	?	20	?

1. Compléter toutes les cases manquantes.
2. Quel atome possède le plus de neutrons ?
3. Écrire la notation symbolique  ${}^A_ZX$  de chaque atome.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 20 Ions dans l'eau — sel, calcaire et produits de nettoyage

ATELIER · NETTOYAGE

STANDARD

En atelier de menuiserie, on utilise de l'eau du robinet pour rincer les pièces et nettoyer les outils. Cette eau contient des **ions dissous**.

1. L'eau du robinet contient des ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et des ions chlorure  $\text{Cl}^-$ . Pour chaque ion, préciser s'il s'agit d'un cation ou d'un anion.
2. L'ion calcium  $\text{Ca}^{2+}$  a  $Z=20$ . Combien d'électrons possède-t-il ? Combien en a-t-il perdu par rapport à l'atome neutre ?
3. Lorsque l'eau s'évapore, les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{CO}_3^{2-}$  (carbonate) se combinent pour former le **calcaire**  $\text{CaCO}_3$ . Combien d'atomes contient une unité  $\text{CaCO}_3$  ? De quels éléments est-elle composée ?
4. Un artisan menuisier utilise du vinaigre blanc (solution d'acide acétique  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) pour détartrer ses outils. La formule brute de l'acide acétique est  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ . Donner le nombre total d'atomes dans cette molécule.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 21 Changements d'état — séchage du bois et évaporation

ATELIER · BOIS

### STANDARD

Le bois fraîchement coupé (bois vert) contient jusqu'à 60 % d'eau. Pour l'utiliser en menuiserie, il faut le sécher jusqu'à un taux d'humidité inférieur à 15 %.

1. L'eau dans le bois vert est à l'état liquide. Lors du séchage, elle se transforme en vapeur d'eau. Quel changement d'état s'agit-il ?
2. À l'échelle microscopique, décrire ce qui arrive aux molécules d'eau lors de ce changement d'état.
3. La formule de l'eau est  $H_2O$ . Lors de la vaporisation, la molécule  $H_2O$  est-elle détruite ou reste-t-elle intacte ?
4. Dans un sèche-bois à  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la vapeur d'eau est évacuée par ventilation. Expliquer pourquoi les particules de vapeur occupent un volume beaucoup plus grand que l'eau liquide.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 22 Molécules et sport — le glucose, carburant des muscles

STANDARD

Le glucose est le principal « carburant » utilisé par les muscles lors d'un effort sportif. Sa formule brute est  $C_6H_{12}O_6$ .

1. Quels éléments chimiques composent la molécule de glucose ?
2. Combien d'atomes au total contient une molécule de glucose ?
3. Le glucose est-il un corps pur simple ou un corps pur composé ? Justifier.
4. Lors de la respiration cellulaire, le glucose réagit avec le dioxygène  $O_2$  pour produire du dioxyde de carbone  $CO_2$  et de l'eau  $H_2O$ . Écrire le bilan en mots de cette transformation.
5. Un sportif consomme environ 60 g de glucose par heure d'effort. Expliquer pourquoi les atomes qui composent le glucose ne disparaissent pas mais se retrouvent dans les produits ( $CO_2$  et  $H_2O$ ).

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

### EXERCICE 23 Ions et énergie — la batterie au lithium

STANDARD

Les batteries lithium-ion équipent les téléphones, les ordinateurs portables et les véhicules électriques. L'élément lithium a pour notation symbolique  ${}^7_3\text{Li}$ .

1. Déterminer le nombre de protons, de neutrons et d'électrons de l'atome de lithium.
2. Dans la batterie, le lithium se présente sous forme d'ion  $\text{Li}^+$ . L'ion  $\text{Li}^+$  a-t-il gagné ou perdu un électron par rapport à l'atome neutre ? Combien d'électrons possède-t-il ?
3. L'ion  $\text{Li}^+$  est-il un cation ou un anion ? Justifier.
4. Lors de la charge, les ions  $\text{Li}^+$  se déplacent d'une électrode à l'autre. Expliquer pourquoi ce déplacement d'ions constitue un courant électrique.

*Mes calculs :*

---

---

---

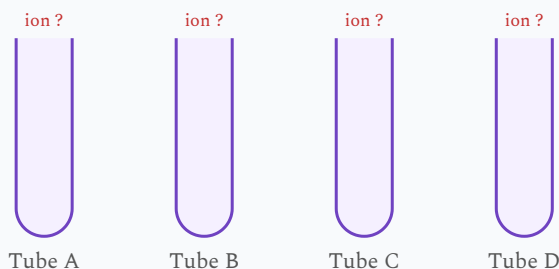
---

---

## EXERCICE 24 Tests caractéristiques — identifier des ions en solution

STANDARD

Pour identifier expérimentalement les ions présents dans une solution aqueuse, on ajoute un réactif : si l'ion recherché est présent, il se forme un précipité (solide insoluble) d'une couleur caractéristique.



Quatre solutions à tester (le résultat des tests est à déterminer)

On dispose du tableau des tests caractéristiques :

Ion recherché	Réactif ajouté	Résultat du test
Ion cuivre(II) $\text{Cu}^{2+}$	Soude (hydroxyde de sodium)	?
Ion fer(III) $\text{Fe}^{3+}$	Soude (hydroxyde de sodium)	?
Ion fer(II) $\text{Fe}^{2+}$	Soude (hydroxyde de sodium)	?
Ion chlorure $\text{Cl}^-$	Nitrate d'argent	?

1. Compléter la colonne « Résultat du test » à l'aide de vos connaissances de cours (couleur du précipité formé).
2. Dans le tube A, l'ajout de soude fait apparaître un précipité **bleu**. Quel ion la solution contient-elle ?
3. Dans le tube B, l'ajout de nitrate d'argent fait apparaître un précipité **blanc** (qui noircit à la lumière). Quel ion est mis en évidence ?
4. Dans le tube C, l'ajout de soude donne un précipité couleur **rouille**. De quel ion s'agit-il ? Faire le lien avec la rouille du fer.
5.  $\text{Cu}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$  sont des cations,  $\text{Cl}^-$  est un anion. Rappeler la différence entre un cation et un anion.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## Exercices d'approfondissement

### EXERCICE 25

Isotopes — même élément, masses différentes (*approfondissement — au-delà du programme*)

#### APPROFONDISSEMENT

Le carbone existe sous trois formes isotopiques :



1. Ces trois atomes ont-ils le même numéro atomique  $Z$  ? Qu'est-ce que cela signifie ?
2. Calculer le nombre de neutrons de chaque isotope. Quelle grandeur varie ?
3. Définir le mot « isotope » avec vos propres mots.
4. Le carbone 14 est radioactif et se désintègre au fil du temps. On l'utilise pour **dater des objets anciens** (datation au carbone 14). Expliquer en 2-3 phrases le principe de cette méthode.
5. En atelier, on utilise l'uranium appauvri ( ${}^{238}_{92}\text{U}$ ) comme blindage anti-rayonnement. Calculer le nombre de neutrons de cet isotope et comparer avec  ${}^{235}_{92}\text{U}$  (utilisé dans les centrales nucléaires).

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

## EXERCICE 26

Configuration électronique et propriétés chimiques (*approfondissement — au-delà du programme*)

### APPROFONDISSEMENT

La répartition des électrons sur les couches détermine les propriétés chimiques d'un atome.

1. Écrire la configuration électronique (couches K, L, M) des atomes suivants : Na ( $Z=11$ ), Cl ( $Z=17$ ), Ar ( $Z=18$ ).
2. L'argon ( $Z=18$ ) a sa couche externe complète ( $L=8$ ,  $M=8$ ). On dit que c'est un **gaz noble**. Pourquoi les gaz nobles ne forment-ils pratiquement pas d'ions ni de liaisons chimiques ?
3. Le sodium ( $Z=11$ ) a 1 électron sur sa couche M. Il forme facilement l'ion  $\text{Na}^+$ . Expliquer pourquoi en lien avec la stabilité de la couche externe.
4. Le chlore ( $Z=17$ ) a 7 électrons sur sa couche M. Quel ion forme-t-il pour atteindre la stabilité du gaz noble le plus proche (Ar) ? Justifier.
5. Expliquer pourquoi le sel de table ( $\text{NaCl}$ ) est formé d'un cation  $\text{Na}^+$  et d'un anion  $\text{Cl}^-$  qui s'attirent électriquement.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

**EXERCICE 27 Analyse complète — matériaux industriels****APPROFONDISSEMENT**

Un technicien de laboratoire analyse trois échantillons prélevés en atelier :

Échantillon	Description	Formule
A	Poudre blanche (oxyde d'aluminium)	$\text{Al}_2\text{O}_3$
B	Gaz utilisé en soudage TIG	Ar (argon)
C	Solution de sulfate de cuivre	$\text{CuSO}_4$ (contient $\text{Cu}^{2+}$ et $\text{SO}_4^{2-}$ )

1. Pour l'échantillon A ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) : combien d'atomes au total ? Indiquer s'il s'agit d'un corps pur simple, composé ou d'un mélange.
2. L'argon ( $Z=18$ ,  $A=40$ ) est utilisé comme gaz de protection en soudage TIG. Calculer son nombre de neutrons et expliquer pourquoi il ne réagit pas chimiquement avec le métal en fusion.
3. Dans le sulfate de cuivre  $\text{CuSO}_4$ , l'ion  $\text{Cu}^{2+}$  a la couleur bleue. Le cuivre a  $Z=29$ . Combien d'électrons possède l'ion  $\text{Cu}^{2+}$  ? Combien en a-t-il perdu ?
4. L'ion sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$  porte une charge  $-2$ . Est-ce un cation ou un anion ? Pourquoi le sulfate de cuivre est-il globalement électriquement neutre ?
5. *Question ouverte* : L'alumine  $\text{Al}_2\text{O}_3$  est extrêmement dure (utilisée comme abrasif) tandis que l'aluminium métallique Al est malléable. Proposer une explication liée au type de liaison (métallique vs ionique).

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

## EXERCICE 28 Neutralité électrique des composés ioniques

APPROFONDISSEMENT

Les composés ioniques sont formés de cations et d'anions assemblés de manière à ce que le total des charges soit nul.

1. Le chlorure de sodium est formé d'ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ . Vérifier que la formule  $\text{NaCl}$  est électriquement neutre.
2. Le chlorure de calcium est formé d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Cl}^-$ . Combien faut-il d'ions  $\text{Cl}^-$  pour compenser la charge d'un ion  $\text{Ca}^{2+}$  ? En déduire la formule.
3. L'oxyde d'aluminium est formé d'ions  $\text{Al}^{3+}$  et  $\text{O}^{2-}$ . Trouver le nombre de chaque ion nécessaire pour obtenir la neutralité électrique. En déduire la formule.
4. Le sulfate de fer(II) est formé d'ions  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{SO}_4^{2-}$ . Montrer que la formule  $\text{FeSO}_4$  est neutre. Ce produit est utilisé comme anti-mousse sur les terrasses en bois : expliquer pourquoi un menuisier doit porter des gants lors de son application.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

## EXERCICE 29 Problème ouvert — combustion du bois et molécules

### APPROFONDISSEMENT

La combustion complète du bois produit principalement du **dioxyde de carbone** ( $\text{CO}_2$ ) et de l'**eau** ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Le bois est essentiellement composé de cellulose, de formule simplifiée  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ .

1. Dans la formule  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ , identifier les éléments chimiques présents et le nombre d'atomes de chaque type dans un motif de cellulose.
2. Calculer le nombre total d'atomes dans un motif  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ .
3. La combustion nécessite du dioxygène  $\text{O}_2$ . Rappeler la composition de l'air en pourcentages approximatifs ( $\text{N}_2$  et  $\text{O}_2$ ).
4. Dans le  $\text{CO}_2$  produit, le carbone est sous forme C ( $Z=6$ ). Donner la configuration électronique de l'atome de carbone. Combien d'électrons a-t-il sur sa couche externe ?
5. *Question ouverte* : Un artisan menuisier brûle des chutes de bois traité au cuivre (traitement autoclave). Expliquer pourquoi cette pratique est dangereuse en utilisant vos connaissances sur les ions  $\text{Cu}^{2+}$  et la structure de la matière.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

## EXERCICE 30 Problème ouvert — décrypter l'étiquette d'un produit chimique

### APPROFONDISSEMENT

Un menuisier agenceur achète un décapant pour bois. L'étiquette indique la composition suivante :

- Hydroxyde de sodium NaOH — 15 %
- Eau H<sub>2</sub>O — 85 %

1. La solution est un mélange de deux substances. Justifier.
2. NaOH est un composé ionique formé d'ions Na<sup>+</sup> et OH<sup>-</sup>. Combien d'électrons possède l'ion Na<sup>+</sup> (Z=11) ? Et l'atome de sodium neutre ?
3. Vérifier que NaOH est électriquement neutre en additionnant les charges de Na<sup>+</sup> et OH<sup>-</sup>.
4. L'ion hydroxyde OH<sup>-</sup> contient 1 atome d'oxygène (Z=8) et 1 atome d'hydrogène (Z=1). À eux deux, les atomes neutres apportent 8 + 1 = 9 protons et 9 électrons. Combien d'électrons possède l'ion OH<sup>-</sup> ? A-t-il gagné ou perdu un électron ?
5. *Question ouverte* : L'étiquette porte le pictogramme « corrosif ». En utilisant vos connaissances sur les ions, expliquer pourquoi NaOH dissous dans l'eau est dangereux pour la peau et pourquoi le menuisier doit porter des gants et des lunettes.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

### EXERCICE 31 Problème ouvert — comparer les matériaux d'un chantier

#### APPROFONDISSEMENT

Un chef de chantier doit choisir entre trois matériaux pour fabriquer des équerres de fixation : **acier** (alliage Fe + C), **aluminium** (Al) et **laiton** (alliage Cu + Zn).

Données :

Métal	Notation	Type
Fer	${}^{56}_{26}\text{Fe}$	Métal de transition
Aluminium	${}^{27}_{13}\text{Al}$	Métal pauvre
Cuivre	${}^{64}_{29}\text{Cu}$	Métal de transition
Zinc	${}^{65}_{30}\text{Zn}$	Métal de transition

1. Pour chaque métal du tableau, calculer le nombre de neutrons.
2. L'acier et le laiton sont-ils des corps purs ou des mélanges ? Justifier.
3. En présence d'humidité, le fer forme de la rouille qui contient des ions  $\text{Fe}^{3+}$ . Combien d'électrons possède l'ion  $\text{Fe}^{3+}$  ? A-t-il gagné ou perdu des électrons ?
4. L'aluminium, exposé à l'air, forme une couche protectrice d'oxyde d'aluminium  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Compter le nombre total d'atomes dans la formule  $\text{Al}_2\text{O}_3$  et identifier les éléments présents.
5. *Question ouverte* : En vous appuyant sur vos réponses précédentes, expliquer pourquoi l'aluminium est souvent préféré à l'acier pour les menuiseries extérieures (fenêtres, portes).

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 32 Problème ouvert — le CO<sub>2</sub> et le réchauffement climatique

### APPROFONDISSEMENT

Le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> est un gaz à effet de serre dont la concentration atmosphérique augmente. On donne les notations symboliques :  ${}^{12}_6\text{C}$  et  ${}^{16}_8\text{O}$ .

1. Déterminer, pour chacun des deux atomes (C et O), le nombre de protons, de neutrons et d'électrons.
2. La molécule CO<sub>2</sub> contient combien d'atomes au total ? De combien d'éléments chimiques différents est-elle constituée ?
3. Le CO<sub>2</sub> est un gaz à température ambiante. Décrire l'organisation des molécules de CO<sub>2</sub> dans l'air (distances entre molécules, mouvement).
4. On refroidit du CO<sub>2</sub> à  $-78\text{ }^\circ\text{C}$  : il se transforme en « glace carbonique » (solide). Ce changement d'état s'appelle la **solidification**. La molécule CO<sub>2</sub> est-elle modifiée lors de ce changement ?
5. *Question ouverte* : La combustion du bois produit du CO<sub>2</sub> selon le bilan simplifié : bois + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O. Le bois utilisé en menuiserie a stocké du carbone pendant sa croissance. Expliquer pourquoi on dit que le bois est un matériau « neutre en carbone » sur l'ensemble de son cycle de vie.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

Trois simulateurs pour explorer la structure atomique de façon interactive.

### SIMULATION 1 Modèle de Bohr animé – Construire votre atome

SOCLE

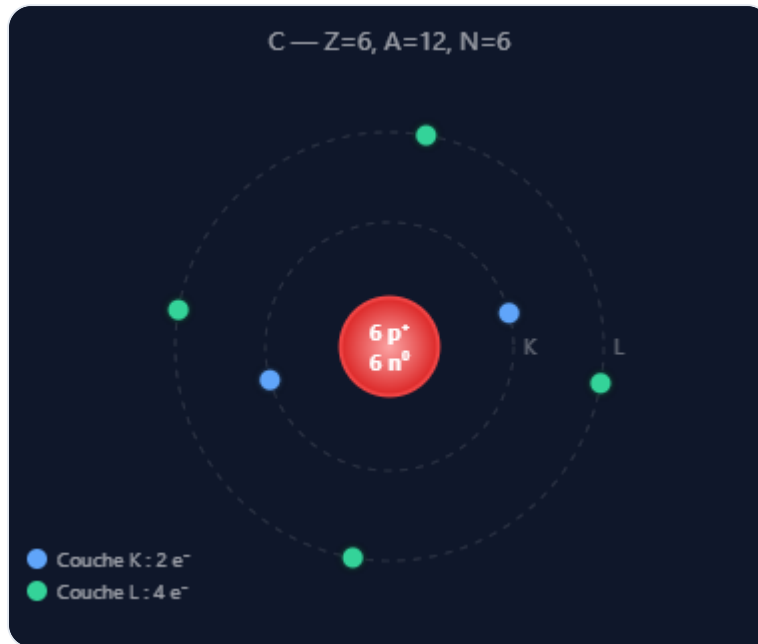
Saisissez un numéro atomique Z (1-18) et un nombre de masse A, puis cliquez sur **Construire** pour voir l'atome animé avec ses couches électroniques.

Z (protons) :

A (masse) :

**Construire**

**II Pause**



Symbole :  $^{12}_6\text{C}$

Protons : 6

Neutrons : 6

Électrons : 6 (neutre)

Configuration : K(2) L(4)

Couches occupées : 2

#### Atomes suggérés :

H(Z=1,A=1) · He(Z=2,A=4) · C(Z=6,A=12) · O(Z=8,A=16) · Na(Z=11,A=23) ·

Al(Z=13,A=27) · Fe(Z=26,A=56)

## SIMULATION 2 Formation d'ions – Gagner ou perdre des électrons

SOCLE

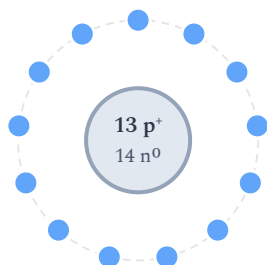
Sélectionnez un atome, puis ajoutez ou retirez des électrons pour observer la formation d'un cation ou d'un anion.

$^{27}\text{Al}$  — Aluminium ▼

–  $e^-$  (perd)

+  $e^-$  (gagne)

↺ Reset



### Atome neutre Al

Protons : 13 Électrons : 13 Charge : 0 (neutre)

Autant de protons que d'électrons → atome neutre

## SIMULATION 3 SOCLE

5 questions aléatoires pour tester votre lecture de la notation symbolique des atomes.

Question 1 / 5 · Score : 0

Quel est le **nombre de neutrons** ( $N = A - Z$ ) de  $^{12}_6\text{C}$  ?

Répon:

Valider

#### SIMULATION 4 Formation de molécules – Assemblez des atomes

SOCLE

Cliquez sur les boutons d'atomes pour les ajouter à la zone de travail. Quand vous avez la bonne combinaison, la molécule est reconnue automatiquement. Cliquez sur un atome dans la zone pour le retirer.

Atomes :       

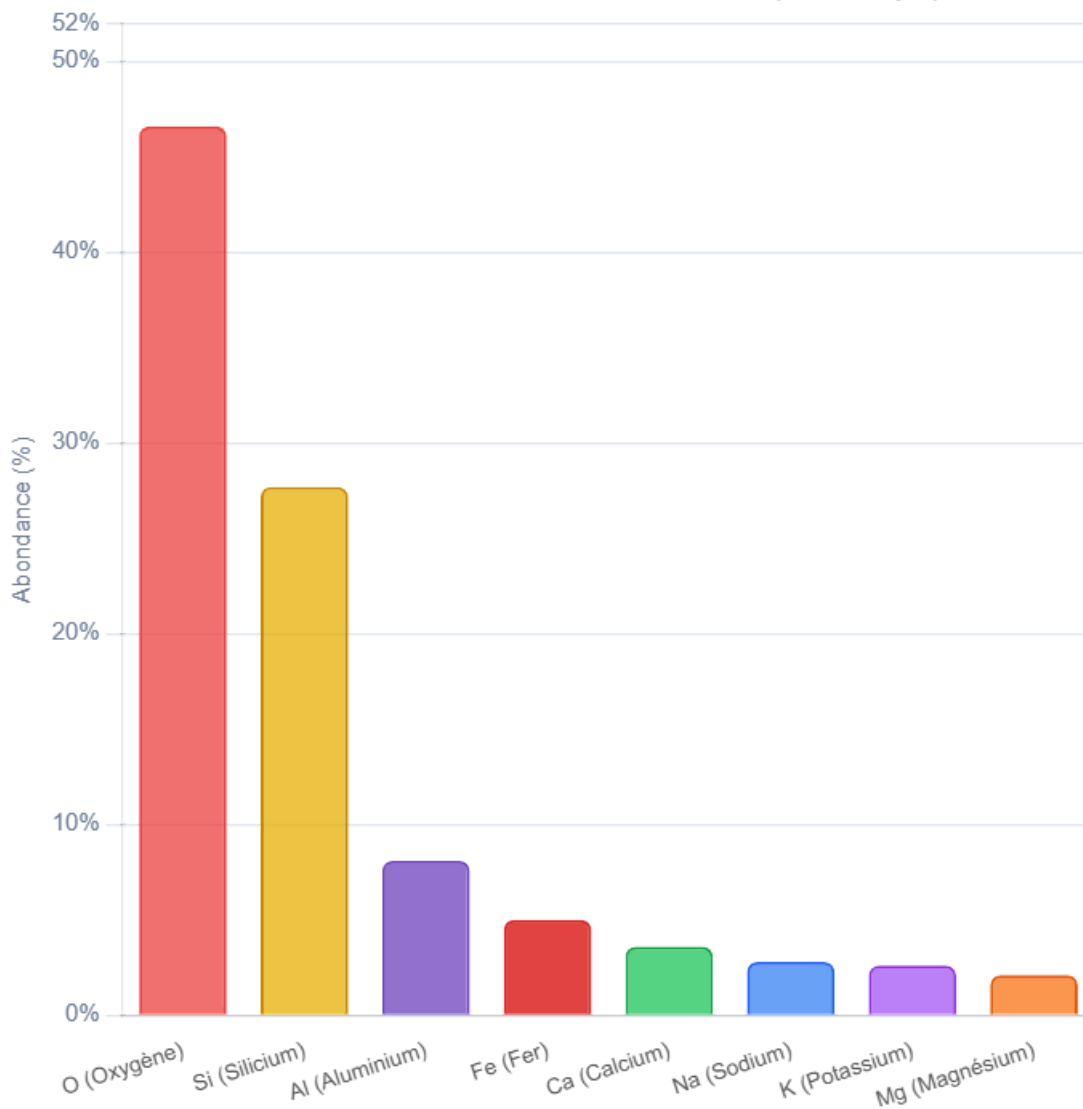
← Cliquez sur des atomes pour les ajouter ici

#### Molécules à trouver :

H<sub>2</sub> · O<sub>2</sub> · HCl · H<sub>2</sub>O · CO<sub>2</sub> · CH<sub>4</sub> · NH<sub>3</sub> · C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> · C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> · C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O

Certains éléments sont très abondants dans la nature. Ce graphique montre les 8 éléments les plus courants (en % massique). Les métaux utilisés en atelier (Al, Fe) font partie des plus abondants.

### Abondance des éléments dans la croûte terrestre (% massique)



Notion	Définition clé	Exemple en atelier
Atome	Particule neutre : noyau ( $p^+$ , $n^0$ ) + électrons	Atome de fer Fe dans l'acier
Numéro atomique Z	Nombre de protons (= électrons pour atome neutre)	Fe : Z=26
Nombre de masse A	Protons + Neutrons	Fe : A=56
Cation	Ion + (a perdu des $e^-$ )	$Fe^{2+}$ dans la rouille
Anion	Ion - (a gagné des $e^-$ )	$Cl^-$ dans l'eau salée
Molécule	Assemblage d'atomes liés	$H_2O$ , $CO_2$ , $C_3H_8$ (propane)
Corps pur simple	Un seul élément	Al, Cu, Fe
Mélange	Plusieurs espèces chimiques	Acier (Fe+C), air

---

Physique-Chimie — 2nde Bac Pro | Chapitre 7 — Structure de la matière

[← Retour au sommaire](#)

---

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

 Objectifs du chapitre

cliquer pour développer

 **Durée** : 1 heure   
  **Calculatrice** : autorisée   
  **Barème** : 20 points

 **Documents** : non autorisés

### Exercice 1 – Constituants de l'atome

10 points

On donne la notation symbolique de l'atome d'aluminium :  ${}_{13}^{27}\text{Al}$

1. (2 pts) Dans la notation  ${}^A_Z X$ , que représente Z ? Que représente A ?

Z = .....

A = .....

2. (2 pts) Pour l'aluminium, donner la valeur de Z et de A :

Z = ..... | A = .....

3. (2 pts) Combien de protons possède l'atome d'aluminium ? Combien d'électrons ?

Nombre de protons = Z = .....

Nombre d'électrons = ..... (*rappel : atome neutre → autant d'électrons que de protons*)

4. (2 pts) Calculer le nombre de neutrons. *Rappel* :  $N = A - Z$

N = ..... - ..... = ..... neutrons

5. (2 pts) Compléter le même travail pour l'atome de fer  ${}_{26}^{56}\text{Fe}$  :

Atome	Z (protons)	A (masse)	N (neutrons)	Électrons
Al	13	27	?	?
Fe	?	?	?	?

## Exercice 2 – Ions et molécules en atelier

10 points

En atelier de menuiserie, les clous en acier rouillent au contact de l'air humide. La rouille contient l'ion fer  $\text{Fe}^{2+}$ .

1. (2 pts) L'ion  $\text{Fe}^{2+}$  a une charge +2. Le fer a-t-il *perdu* ou *gagné* des électrons ? Combien ?

*Indice* : charge positive → il a ..... (perdu/gagné) ..... électron(s).

2. (2 pts) L'ion  $\text{Fe}^{2+}$  est-il un **cation** ou un **anion** ? Justifier.

3. (2 pts) La formule de la rouille est  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Combien y a-t-il d'atomes de fer ? D'oxygène ? Au total ?

Atomes de fer : ..... | Atomes d'oxygène : ..... | Total : .....

4. (2 pts) L'acier est un alliage de fer et de carbone. Est-ce un corps pur ou un mélange ? Justifier.

5. (2 pts) Parmi ces substances, entourer les corps purs : *eau distillée*  $\text{H}_2\text{O}$  | *air* | *aluminium* *Al* | *vinaigre*

## Exercice 1 – Notation symbolique et composition des atomes

10 points

On considère les atomes suivants :  ${}^{12}_6\text{C}$ ,  ${}^{27}_{13}\text{Al}$ ,  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ ,  ${}^{63}_{29}\text{Cu}$

1. (3 pts) Recopier et compléter le tableau :

Atome	Z	A	Protons	Neutrons	Électrons
C	?	?	?	?	?
Al	?	?	?	?	?
Fe	?	?	?	?	?
Cu	?	?	?	?	?

2. (2 pts) Quel atome possède le plus de neutrons ? Le moins de neutrons ?

---

3. (2 pts) L'atome de fer perd 3 électrons. Écrire l'ion formé avec sa charge. Est-ce un cation ou un anion ?

---

4. (2 pts) L'atome de chlore (Z=17) gagne 1 électron. Combien d'électrons a l'ion  $\text{Cl}^-$  ? Vérifier la charge.

---

5. (1 pt) Pourquoi un atome est-il électriquement neutre ?

---

## Exercice 2 – Molécules et matériaux en atelier

10 points

Un menuisier utilise différents produits et matériaux :

Produit	Formule	Usage
Acétone	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	Solvant dégraissant
Propane	$\text{C}_3\text{H}_8$	Chalumeau
Aluminium	Al	Pièces légères
Oxyde de fer	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	Rouille des outils

1. (2 pts) Pour l'acétone  $C_3H_6O$ , indiquer les atomes présents et leur nombre. Combien d'atomes au total ?

---

2. (2 pts) Classer ces quatre substances en corps purs simples, corps purs composés, ou mélanges.

---

3. (2 pts) Le propane  $C_3H_8$  et l'acétone  $C_3H_6O$  contiennent tous deux 3 atomes de carbone. Ont-ils les mêmes propriétés ? Expliquer.

---

4. (2 pts) Dans  $Fe_2O_3$ , le fer est sous forme d'ion  $Fe^{3+}$ . Combien d'électrons a perdu chaque atome de fer ? L'oxygène est sous forme  $O^{2-}$  : a-t-il perdu ou gagné des électrons ?

---

5. (2 pts) Expliquer pourquoi on protège les pièces en acier par de la peinture ou de la galvanisation (couche de zinc) pour éviter la rouille.

---

## Exercice 1 – Analyse complète d'atomes et d'ions

10 points

On considère les espèces chimiques suivantes :



1. (3 pts) Pour chaque atome, calculer le nombre de protons, neutrons et électrons. Présenter les résultats dans un tableau.

---

2. (2 pts) Le sodium forme l'ion  $Na^+$  et le chlore forme l'ion  $Cl^-$ . Pour chaque ion, indiquer le nombre d'électrons et vérifier que la charge est cohérente.

---

3. (2 pts)  $Cl^-$  a le même nombre d'électrons que l'argon ( $Z = 18$ ) et  $Na^+$  a le même nombre d'électrons que le néon ( $Z = 10$ ). Vérifier ces affirmations.

---

4. (2 pts) Le sel de table est constitué d'ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ . Expliquer pourquoi le cristal de  $\text{NaCl}$  est électriquement neutre.

---

5. (1 pt) L'argon est un gaz noble utilisé en soudage TIG. Expliquer pourquoi il ne forme ni ion ni liaison chimique.

---

## Exercice 2 – Problème ouvert : matériaux et corrosion

10 points

Un technicien en menuiserie-agencement constate que certaines pièces métalliques de son atelier s'abîment plus vite que d'autres. Il dispose de pièces en acier (alliage  $\text{Fe}+\text{C}$ ), en aluminium ( $\text{Al}$ ) et en laiton (alliage  $\text{Cu}+\text{Zn}$ ). Certaines sont à l'intérieur, d'autres sont exposées à l'extérieur.

1. (2 pts) Parmi ces trois matériaux, lesquels sont des corps purs ? Lesquels sont des mélanges (alliages) ? Justifier.

---

2. (2 pts) L'oxydation du fer produit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Montrer que la formule  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  est électriquement neutre sachant que le fer est sous forme  $\text{Fe}^{3+}$  et l'oxygène sous forme  $\text{O}^{2-}$ .

---

3. (2 pts) L'aluminium s'oxyde aussi ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  — alumine) mais cette couche d'oxyde est **protectrice**, contrairement à la rouille du fer. Proposer une hypothèse expliquant pourquoi l'alumine protège l'aluminium tandis que la rouille détruit le fer.

---

4. (2 pts) Le cuivre du laiton peut former l'ion  $\text{Cu}^{2+}$  (responsable de la patine verte du cuivre exposé). Calculer le nombre d'électrons de  $\text{Cu}^{2+}$  sachant que  $\text{Cu}$  a  $Z=29$ . Comparer avec le zinc ( $Z=30$ ) qui forme  $\text{Zn}^{2+}$ .

---

5. (2 pts) Le technicien hésite entre protéger ses pièces en acier par galvanisation (couche de zinc) ou par anodisation (couche d' $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Rédiger un avis argumenté (4-5 lignes) en

utilisant vos connaissances sur la structure de la matière et la formation des ions.

---

---

---

---

---