

# Leçon 9. Les sels



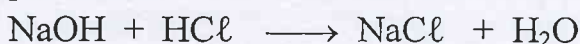
## Objectifs

- ♦ Connaître la composition du sel.
- ♦ Savoir écrire et nommer des sels.
- ♦ Savoir quelques propriétés des sels.
- ♦ Savoir quelques utilisations des sels dans la vie courante.



## I. Composition du sel

On appelle « sel » un composé chimique résultant de l'association d'un métal ou un groupe ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et du radical d'acide. Un sel est le produit de la réaction entre un acide et une base.



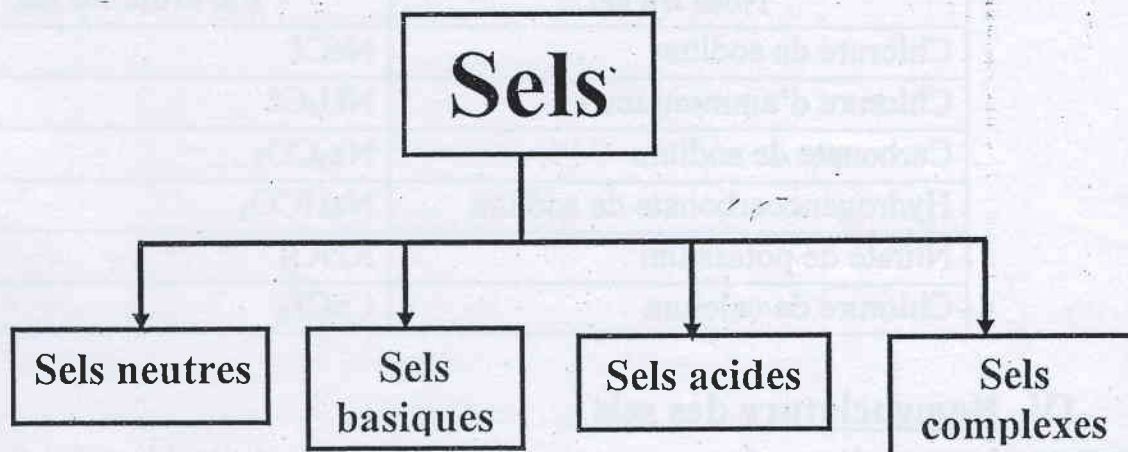
## II. Formules chimiques des sels

Comment écrire la formule d'un sel ?

- La formule d'un sel comporte deux parties : Une partie provenant des ions positifs des métaux ou de l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et d'autres des ions négatifs des radicaux d'acides.
- La formule moléculaire d'un sel débute par un ion positif des métaux ou de l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et se termine par un ion négatif des radicaux d'acide.
- Une fois les valences des métaux et des radicaux d'acide connues, chacune est affectée à l'indice de l'autre.

Ions positives	Ions négatifs	Formules chimiques
$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$	$\text{NaCl}$
$\text{K}^+$	$\text{NO}_3^-$	$\text{KNO}_3$
$\text{Ca}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{CaSO}_4$
$\text{Mg}^{2+}$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{MgCO}_3$
$\text{Al}^{3+}$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{AlPO}_4$
$\text{K}^+$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{CH}_3\text{COOK}$
$\text{Na}^+$	$\text{HSO}_4^-$	$\text{NaHSO}_4$
$\text{Ca}^{2+}$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
$\text{Fe}^{3+}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

### III. Classement des sels



#### a) Sels neutres

Un sel neutre est obtenu en remplaçant tous les atomes d'hydrogène de la molécule d'acide par l'atome métallique, par exemples,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

#### b) Sels acides

Lorsqu'un acide présente plusieurs fonctions acides, c'est-à-dire lorsque la molécule étudiée peut libérer plusieurs protons (cations  $\text{H}^+$ ), ces derniers peuvent réagir les uns après les autres avec une molécule d'hydroxyde.

On obtient alors des familles des sels qui possèdent dans leurs molécules des atomes d'« hydrogène ». Ce sont des « sels acides ».

Exemples :  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .

#### c) Sels basiques

Des sels dont les molécules des atomes métalliques ou du groupe ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) avec des radicaux d'acides et du groupement hydroxydes sont appelés « sels basiques ».

Exemples :  $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})\text{Cl}$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$ .

#### d) Sels complexes

Un sel complexe est un composé polyatomique constitué de deux métaux remplacés des atomes d'hydrogène dans les molécules d'acide.

Exemples :  $\text{KNaSO}_4$ ,  $\text{CaKPO}_4$ .

► Quelques sels à connaître

Nom du sel	Formule du sel
Chlorure de sodium	NaCl
Chlorure d'ammonium	NH <sub>4</sub> Cl
Carbonate de sodium	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Hydrogénocarbonate de sodium	NaHCO <sub>3</sub>
Nitrate de potassium	KNO <sub>3</sub>
Chlorure de calcium	CaCl <sub>2</sub>

IV. Nomenclature des sels

Le nom d'un sel commence par celui du radical d'acide suivi de celui du métal (ou du groupement métallique). Dans le cas où le métal possède plusieurs valences, il faut donc préciser sa valence (entre parenthèses).

Formules et noms de quelques radicaux d'acide à connaître.

Formule des acides	Radical d'acide	Nom du radical d'acide
HF	F <sup>-</sup>	fluorure
HCl	Cl <sup>-</sup>	chlorure
HBr	Br <sup>-</sup>	bromure
HI	I <sup>-</sup>	iodure
H <sub>2</sub> S	S <sup>2-</sup>	sulfure
HNO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	nitrite
HNO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	nitrate
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	sulfate
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	sulfite
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	carbonate
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	phosphate
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	PO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	phosphite
HMnO <sub>4</sub>	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	permanganate
H <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	MnO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	manganate
HClO	ClO <sup>-</sup>	hypochlorite
HClO <sub>2</sub>	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	chlorite
HClO <sub>3</sub>	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	chlorate
HClO <sub>4</sub>	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	perchlorate
H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	dichromate

a) Les sels en « ure »

Les sels provenant des acides « hydriques » prennent la terminaison « ure ».

Exemples

Formule du sel	Nom du sel
KI	Iodure de potassium
FeCl <sub>2</sub>	Chlorure de fer (II)
Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Sulfure d'aluminium
ZnBr <sub>2</sub>	Bromure de zinc
Mg(OH)Cl	Hydroxochlorure de magnésium
FeCl <sub>3</sub>	Chlorure de fer (III)
K <sub>2</sub> S	Sulfure de potassium
NaF	Fluorure de sodium
NH <sub>4</sub> Cl	Chlorure d'ammonium
Ca <sub>3</sub> N <sub>2</sub>	Nitride de calcium
CuCl <sub>2</sub>	Chlorure de cuivre (II)
CaF <sub>2</sub>	Fluorure de calcium
(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> P	Phosphure d'ammonium
AlI <sub>3</sub>	Iodure d'aluminium
MgBr <sub>2</sub>	Bromure de magnésium

b) Les sels en « ite »

Les sels d'acides terminés en « eux » prennent la terminaison « ite ».

Exemples

Formule du sel	Nom du sel
NaNO <sub>2</sub>	Nitrite de sodium
KNO <sub>2</sub>	Nitrite de potassium
MgSO <sub>3</sub>	Sulfite de magnésium
CaSO <sub>3</sub>	Sulfite de calcium
NaClO	Hypochlorite de sodium
Ca(ClO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	Chlorite de calcium
Na <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	Phosphite de sodium
Mg <sub>3</sub> (PO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Phosphite de magnésium
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Nitrite de calcium
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Sulfite de sodium
NaClO <sub>2</sub>	Chlorite de sodium
AlPO <sub>3</sub>	Phosphite d'aluminium

c) Les sels en « ate »

Les sels d'acides terminés en « ique » prennent la terminaison « ate ».

Exemples

Formule du sel	Nom du sel
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	Sulfate de sodium
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	Nitrate de plomb (II)
$\text{CaCO}_3$	Carbonate de calcium
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Sulfate d'ammonium
$\text{K}_3\text{PO}_4$	Phosphate de potassium
$\text{CrSO}_4$	Sulfate de chrome (II)
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	Sulfate de chrome (III)
$\text{CH}_3\text{COOK}$	Acétate de potassium
$\text{KMnO}_4$	Permanganate de potassium
$\text{NaClO}_4$	Perchlorate de sodium
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Dichromate de potassium

• Pour les sels acides

Formule du sel	Nom du sel
$\text{NaHSO}_4$	Hydrogénosulfate de sodium
$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	Hydrogénocarbonate de magnésium
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	Dihydrogénophosphate de potassium
$\text{NaHCO}_3$	Hydrogénocarbonate de sodium

• Pour des sels complexes

Formule du sel	Nom du sel
$\text{KNaCO}_3$	Carbonate de sodium et de potassium
$\text{KMgPO}_4$	Phosphate de magnésium et de potassium

• Pour les sels hydratés

Formule du sel	Nom du sel
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Sulfate de cuivre (II) pentahydraté
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Sulfate de calcium dihydraté
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Carbonate de sodium décahydraté
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Chlorure de magnésium hexahydraté
$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	Sulfate double d'aluminium et de potassium tétracosahydraté (alun de potassium)
$\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Chlorure double de potassium et magnésium hexahydraté

## V. Propriétés des sels

- Un sel est une substance qui se présente sous la forme d'un solide dans la nature. Il peut se dissoudre facilement dans l'eau. Un sel conduit le courant électrique en solution aqueuse. De la même manière, si on chauffe un sel, il va fondre, et devenir conducteur d'électricité.
- Lorsqu'on met un sel en solution en contact avec les papiers tournesol rouge et bleu, ceux-ci ne changent pas de couleur. Les papiers tournesols restent inchangés.
- La plupart des sels ont des goûts salé, amer, astringent ou aigre selon des sels, par exemple, le chlorure de sodium (NaCl) a un goût salé ;  $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$  (alun) est astringent et  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  amer.
- Un sel sous forme solide est neutre électriquement, et peut être de couleur variée selon sa nature, par exemple :  $K_2Cr_2O_7$  de couleur orange,  $KMnO_4$  violet noir,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  bleu et  $FeSO_4$  vert.

### • Formation de sel

Expérience : Réaction entre un acide et une base.

#### Manipulation

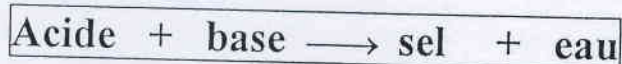
- Dans un bécher, introduire environ  $15 \text{ cm}^3$  de solution d'acide chlorhydrique.
- Ajouter environ  $15 \text{ cm}^3$  d'hydroxyde de sodium et agiter.
- Prendre un peu de mélange obtenu et le placer dans une coupelle.
- Chauffer-le jusqu'à ébullition.
- À la fin de la vaporisation, observer le fond de la coupelle.

#### Interprétation

La réaction entre l'acide chlorhydrique et l'hydroxyde de sodium donne du chlorure de sodium (ou sel de table) car il reste des résidus dans la coupelle après la vaporisation. L'équation de cette réaction peut s'écrire :



En général, la réaction d'un acide et d'une base donne du sel et de l'eau.



## VI. Le sel et ses usages

Les usages du sel varient, alimentaires, agricoles, matière première pour l'industrie chimique.

- Le chlorure de sodium ( $\text{NaCl}$ ), encore appelé « sel de table » ou « sel de cuisine » permet d'assaisonner les plats, la conservation des aliments. On utilise également le sel dans l'industrie pour conserver les peaux de bêtes en vue d'en faire du « cuir », ou pour conserver des légumes comme les « cornichons » dans un mélange de vinaigre, de vin et de sel. Il est le produit de départ de toute une industrie employant ses constituants : le chlore et le sodium, pour la préparation de l'eau de Javel, des savons, de matières plastiques (comme le PVC), de l'aluminium...
- Le carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) est utilisé dans la fabrication du verre. Il est employé comme intermédiaire dans la préparation de détergents, savons et lessives. Il sert à adoucir les eaux dures.
- L'hydrogencarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ ) est une poudre granuleuse soluble dans l'eau, utilisé dans l'alimentation, dans des sels effervescents et dans des médicaments pour réduire l'acidité de l'estomac.
- Le nitrate de potassium ( $\text{KNO}_3$ ) est utilisé dans la fabrication de la poudre à canon ; dans la conservation de la viande et des charcuteries ; dans la fabrication des engrais composés des récoltes et des fleurs, des engrais de pulvérisation de feuille.
- Le nitrate de sodium ( $\text{NaNO}_3$ ), le chlorure de potassium ( $\text{KCl}$ ) et le phosphate de calcium [ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ] sont des engrais chimiques notamment autorisés dans l'agriculture biologique.
- Le sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), le sulfate de magnésium ( $\text{MgSO}_4$ ), le carbonate de magnésium ( $\text{MgCO}_3$ ) entre dans la composition de certains **diurétiques** et l'iodure de potassium ( $\text{KI}$ ) peut être utilisé comme traitement d'urgence pour l'**hyperthyroïdie**.



# Exercices

1. Donner le nom et la formule de quelques sels.
2. Quelles sont les propriétés des sels quand ils réagissent avec des acides ou des bases ?
3. Compléter le tableau ci-dessous :

	$\text{OH}^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{S}^{2-}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{PO}_4^{3-}$
$\text{Na}^+$							
$\text{K}^+$							
$\text{Ag}^+$							
$\text{Ca}^{2+}$							
$\text{Mg}^{2+}$							
$\text{Zn}^{2+}$							
$\text{Cu}^{2+}$							
$\text{Fe}^{2+}$							
$\text{Fe}^{3+}$							
$\text{Al}^{3+}$							
$\text{H}^+$							

4. Écrire les équations des réactions de la relation entre les acides, les sels et les bases.
  - a) métal + non-métal  $\longrightarrow$  .....  
 $\text{Al} + \text{S} \longrightarrow$  .....
  - b) métal (exception Au, Pt) + dioxygène  $\longrightarrow$  .....  
 $\text{Ca} + \text{O}_2 \longrightarrow$  .....
  - c) non-métal + dioxygène  $\longrightarrow$  .....  
 $\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow$  .....
  - d) métal (précédé de l'hydrogène) + acide  $\longrightarrow$  ..... + .....  
 $\text{Mg} + \text{HCl} \longrightarrow$  ..... + .....
  - e) oxyde acide + eau  $\longrightarrow$  .....  
 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$  .....
  - f) oxyde basique + eau  $\longrightarrow$  .....  
 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$  .....



- g) acide + base  $\longrightarrow$  ..... + .....  
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \longrightarrow$  ..... + .....
- h) sel + sel  $\longrightarrow$  .....  
 $\text{AgNO}_3 + \text{ZnCl}_2 \longrightarrow$  ..... + .....
- i) acide + sel  $\longrightarrow$  ..... + .....  
 $\text{HCl} + \text{CaCO}_3 \longrightarrow$  ..... + .....
- j) base + sel  $\longrightarrow$  ..... + .....  
 $\text{NaOH} + \text{AlCl}_3 \longrightarrow$  ..... + .....
- k) métal + sel  $\longrightarrow$  ..... + .....  
 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow$  ..... + .....

5. Établir les équations des réactions qui ont lieu entre les métaux suivants et l'acide sulfurique. Nommer les produits de la réaction.

- Magnésium ;
- Lithium ;
- Fer [un produit résultant de la réaction est un sel de fer(III)]

6. Cocher les équations correspondant à des réactions de neutralisation. Équilibrer toutes les équations. Nommer les composés intervenant dans les équations.

- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- $\text{HCl} + \text{Mg(OH)}_2 \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Al(OH)}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$

7. Pour les formules suivantes, indiquer lesquelles sont des acides, des bases ou des sels.

- a) HBr ; b) KI ; c)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ; d)  $\text{MgCl}_2$  ; e)  $\text{HCH}_3\text{COO}$  ;  
 f) KOH ; g)  $\text{NH}_4\text{Br}$  ; h)  $\text{NH}_4\text{OH}$  ; i) HCl ; j)  $\text{Al(OH)}_3$

8. Dans les composés suivants, quel est le radical, sa charge et le nom du composé ?

- a)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ; b)  $\text{NH}_4\text{Br}$  ; c) HClO ; d)  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ; e)  $\text{AlPO}_4$  ;  
 f)  $\text{Li}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ; g)  $\text{CaSO}_3$  ; h) KClO ; i)  $\text{CaMnO}_4$  ; j)  $\text{Ca(ClO}_4)_2$

9. Si on fait réagir 150 g de dichlore avec 200 g de sodium métallique, combien obtient-on de sel de cuisine ?

A la fin de la réaction, que reste-t-il, de dichlore ou de sodium ? Et en quelle quantité ?

