

CHAPITRE 3

THÈME 1 : PRÉVENIR ET SÉCURISER

La qualité de l'eau

1 La solubilité

1.1 Définition

La solubilité, notée s , d'une substance, est la masse maximale de cette substance (soluté) que l'on peut dissoudre dans 1 L de solvant. Elle est exprimée en $g.L^{-1}$.

Cette solubilité dépend de la nature du soluté (espèce ionique, espèce moléculaire ...) et de la nature du solvant (solvant polaire ou apolaire).

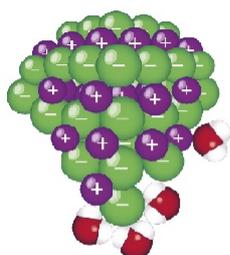
1.2 Solubilité des composés ioniques dans l'eau

Les composés ioniques sont très solubles dans un solvant polaire comme l'eau. Néanmoins, la solubilité des composés ioniques dans l'eau dépend du type d'ions (cation et anion) qui forment les composés.

La dissolution d'un composé ionique est une transformation physique et s'effectue en trois étapes :

- la dissociation : sous l'action de l'eau, les différents ions du composé ionique se séparent
- l'hydratation : les molécules d'eau entourent les ions
- la dispersion : les ions s'éloignent les uns des autres et se dispersent dans toute la solution

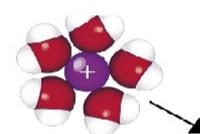
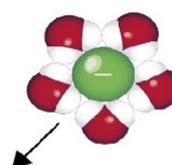
Exemple : Dissolution du chlorure de sodium dans l'eau



Etape 1 : Dissociation



Etape 2 : Hydratation



Etape 3 : Dispersion

2 La conductivité des solutions

2.1 Définition

La conductivité d'une solution, notée σ , est une grandeur physique qui mesure la capacité d'une solution à conduire plus ou moins le courant. La conductivité s'exprime en siemens par mètre ($S.m^{-1}$). La conductivité d'une solution se mesure en utilisant un conductimètre.

2.2 Conductivité et solutions ioniques

Les ions présents dans les solutions assurent la conduction électrique. La conductivité dépend de la présence d'ions dans la solution.

Exemples :

- L'eau du robinet contient des espèces ioniques en solution. ($\sigma = 0,05 \text{ S.m}^{-1}$)
- L'eau de mer (solution de chlorure de sodium) contient des ions chlorure et sodium. ($\sigma = 2 \text{ S.m}^{-1}$)

Remarque : L'eau distillée ne conduit pas ou peu le courant électrique car elle ne contient que très peu d'ions et sa conductivité est très faible. ($\sigma = 5 \times 10^{-4} \text{ S.m}^{-1}$)

2.3 Conductivité et concentration ionique

La conductivité des solutions dépend de la concentration (massique ou molaire) en ions. Lorsque la concentration en ions augmente, la conductivité augmente également. La conductivité est proportionnelle à la concentration.

Concentration massique	Concentration molaire
$C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$	$C = [S] = \frac{n}{V}$
C_m : concentration massique ($g.L^{-1}$) $m_{\text{soluté}}$: masse de soluté dissous (g) V_{solution} : volume de la solution (L)	$C = [S]$: concentration molaire ($mol.L^{-1}$) n : quantité de matière (mol) V : volume de la solution (L)

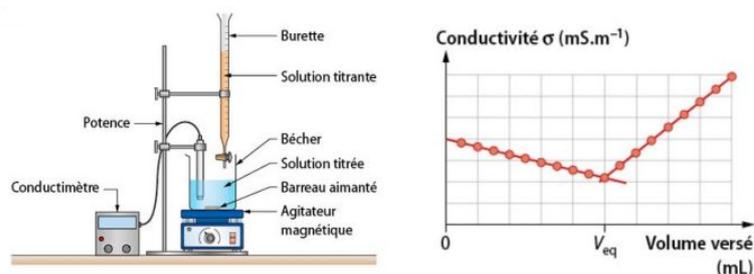
3 Dosage conductimétrique

3.1 Principe

Un dosage conductimétrique permet de déterminer la quantité de matière ou la concentration d'une espèce chimique. Lors de ce dosage, une transformation chimique se produit entre le réactif titrant de concentration connue et le réactif titré dont on cherche à déterminer la concentration.

Au cours de ce dosage, on mesure la valeur de la conductivité de la solution σ pour chaque volume V de solution titrante versée (tous les 1 mL), puis on trace la courbe de dosage $\sigma = f(V)$.

Montage du dosage conductimétrique et courbe :



Les deux droites se coupent en un point qui est le point équivalent E. La valeur du volume équivalent V_E est déterminée par l'abscisse du point équivalent E.

3.2 Équivalence

L'équivalence d'un titrage est atteinte lorsque les réactifs ont été introduits dans des proportions stœchiométriques.

Si la réaction de dosage s'écrit :



alors l'équivalence est atteinte lorsque :

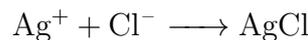
$$\frac{n_A}{a} = \frac{n_B}{b} \quad \text{où } n_A \text{ et } n_B \text{ sont les quantités de matière de A et de B}$$

Les coefficients stœchiométriques, a et b d'une part et C_B , V_E , V_A , d'autre part, étant connus, on déduit de l'équation la valeur de C_A , concentration de la solution titrée :

$$\frac{C_A V_A}{a} = \frac{C_B V_E}{b}$$

Exemple : Dosage d'une solution de chlorure de sodium par une solution de nitrate d'argent

On réalise le dosage d'un volume $V_A = 10 \text{ mL}$ d'une solution de chlorure de sodium par une solution de nitrate d'argent de concentration molaire $C_B = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Le volume équivalent V_E est de 8,5 mL. La réaction de support de ce dosage est la suivante :



Déterminer la valeur de concentration molaire C_A de la solution de chlorure de sodium.

Les deux réactifs de la réaction sont les ions argent (Ag^+) et les ions chlorure (Cl^-) dont les coefficients stœchiométriques respectifs sont 1 et 1. On peut donc écrire la relation :

$$\frac{n_A}{1} = \frac{n_B}{1}$$
$$C_A V_A = C_B V_E \quad \text{d'où} \quad C_A = \frac{C_B V_E}{V_A} = \frac{2,00 \cdot 10^{-2} \times 8,5}{10} = 0,017 \text{ mol.L}^{-1}$$

4 Composition d'une eau

4.1 Composition chimique

L'eau contient beaucoup d'ions dissous dont les principaux sont le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^+), le potassium (K^+), les carbonates (CO_3^{2-}), les hydrogénocarbonates (HCO_3^-), les sulfates (SO_4^{2-}), les chlorures (Cl^-) et les nitrates (NO_3^-).

Elle contient aussi, sous forme dissoute, d'autres substances (organiques, bactéries, ...).

Remarques :

- L'eau déminéralisée ou eau désionisée a perdu ses ions au cours du processus de transformation. Les molécules organiques, ne sont pas éliminées. L'eau déminéralisée peut encore contenir des bactéries et ne peut pas être utilisée pour un usage médical.
- L'eau distillée est stérile, presque pure : les minéraux comme les matières organiques (bactéries, etc.) sont éliminées. L'eau distillée doit ensuite être conservée dans un contenant stérile pour être utilisée par la médecine.

4.2 Potabilité de l'eau

Pour pouvoir être consommée en toute sécurité, l'eau du robinet doit répondre à des critères de potabilité très strictes dictés par le Ministère de la Santé et le Conseil Supérieur du secteur d'Hygiène Publique.

Il existe 63 critères de potabilité de l'eau. Les critères chimiques de l'eau correspondent aux caractéristiques de l'eau tels que le pH, la dureté de l'eau, la qualité microbiologique et les quantités maximales à ne pas dépasser pour certains composants comme les ions, les chlorures, le potassium et les sulfates.

Exemple : Quelques critères de potabilité de l'eau et composition de l'eau de Paris

Paramètre	Norme
pH	Entre 6,5 et 9
Bactéries	0
Nitrate NO_3^-	< 50 mg.L^{-1}
Nitrite NO_2^-	< 0,50 mg.L^{-1}
Sodium Na^+	< 200 mg.L^{-1}
Sulfate SO_4^{2-}	< 250 mg.L^{-1}
Chlorure Cl^-	< 250 mg.L^{-1}
Plomb Pb^{2+}	< 10 $\mu\text{g.L}^{-1}$
Mercurure Hg^{2+}	< 1 $\mu\text{g.L}^{-1}$
Pesticide individuel	< 0,10 $\mu\text{g.L}^{-1}$
Total pesticides	< 0,50 $\mu\text{g.L}^{-1}$

Calcium	90
Magnésium	06
Sodium	10
Potassium	02
Bicarbonates	220
Sulfates	30
Chlorures	20
Nitrates	29
Fluor	0.17
Minéralisation totale extrait à sec à 180°C	420

Critère de potabilité de l'eau

Composition de l'eau du robinet de Paris

L'eau du robinet de la ville de Paris respecte les critères de potabilité de l'eau du robinet.

Remarque : Les eaux minérales ne répondent pas à la même réglementation que l'eau potable. Elles sont soumises à des normes spécifiques et peuvent atteindre des teneurs qui ne sont pas tolérées pour l'eau potable. (le fluor, par exemple, la limite est fixée à 1,5 mg/L pour l'eau potable, les eaux minérales peuvent en revanche en contenir jusqu'à 5 mg/L). La composition d'une eau minérale doit rester stable dans le temps, et, comparées à l'eau du robinet, les eaux minérales ont droit à peu de traitements.

5 Les polluants de l'eau

Les polluants de l'eau sont classés en deux catégories :

- Les macropolluants : Ils regroupent les matières en suspension, les matières organiques et les nutriments, comme l'azote (nitrate) et le phosphore (phosphate). Ils peuvent être présents naturellement dans l'eau. Toutefois, l'activité humaine en accroît les teneurs par ses rejets d'eaux usées, industrielles ou domestiques, ou par ses pratiques agricoles. Ces macropolluants ont des concentrations de quelques milligrammes par litre.
- Les micropolluants : Ce sont des substances (pesticides, hydrocarbures, solvants, détergents, cosmétiques, substances médicamenteuses, métaux ...) que l'on retrouve dans l'eau à des concentrations très faibles (quelques microgramme voire nanogramme par litre. Le traitement de ces micropolluants peut être réalisé par adsorption sur charbon actif (fixation) ou par oxydation par l'ozone (ozonisation).