



# SOMMAIRE

<b><i>Échelles de description de la matière</i></b>	<b>5</b>
Entité chimique ( $\mu$ )	5
Échelle microscopique ( $\mu$ )	5
Échelle macroscopique (M)	5
<b><i>Caractérisation d'un échantillon de matière</i></b>	<b>5</b>
Espèce chimique (M)	5
Composé ionique (M)	6
Quantité de matière d'une espèce chimique (M)	6
Grandeur extensive (M)	6
Grandeur intensive (M)	6
Grandeurs caractéristiques d'une espèce chimique (M)	7
Mélange (M)	7
Mélange homogène/hétérogène (M)	7
<b><i>Composition d'une solution aqueuse</i></b>	<b>8</b>
Solution aqueuse (M)	8
Concentration en quantité de matière (M)	8
Concentration en masse (M)	8
Concentration en soluté apporté (M)	9
Concentration maximale d'un soluté (M)	9
Concentration standard (M)	9
Teneur massique (M)	9
<b><i>Structure électronique des entités</i></b>	<b>10</b>
Élément chimique (M)	10
Configuration électronique d'un atome ( $\mu$ )	10
Électrons de valence ( $\mu$ )	10
Famille chimique (M)	10
Schéma de Lewis d'une entité chimique ( $\mu$ )	11
Électronégativité ( $\mu$ )	11
Caractère polaire d'une liaison covalente ( $\mu$ )	11
Polarité d'une entité polyatomique ( $\mu$ )	12
Polarisabilité d'une entité ( $\mu$ )	12
Cohésion dans une espèce chimique solide ou liquide (M)	12
Interaction par pont Hydrogène ( $\mu$ )	12

Retrouvez éduscol sur :



<b>Transformation physico-chimique</b>	<b>13</b>
Réaction (M)	13
Avancement	13
Avancement Maximal (M)	13
Taux d'avancement (M)	13
Transformation totale ou non totale (M)	13
Quotient de réaction (M)	14
Équilibre chimique (M)	14
Sens d'évolution d'un système chimique, (M)	14
<b>Cinétique d'une transformation chimique</b>	<b>15</b>
Vitesse volumique de formation d'une espèce, (M)	15
Vitesse volumique de disparition d'une espèce (M)	15
Transformation lente ou rapide (M)	15
Loi de vitesse / Facteurs cinétiques (M)	16
Loi de vitesse d'ordre 1 (M)	16
Temps de demi-réaction (M)	16
Catalyseur (M)	16
Intermédiaire réactionnel ( $\mu$ )	16
Acte ou étape élémentaire ( $\mu$ )	16
Mécanisme réactionnel ( $\mu$ )	17
Formalisme de la flèche courbe ( $\mu$ )	17
<b>Transformations chimiques en solution aqueuse</b>	<b>17</b>
Demi-équation électronique (M)	17
Réaction électrochimique (M)	18
Pile (M)	18
Tension à vide d'une pile (M)	18
Capacité d'une pile (M)	18
Acide fort (ou base forte) au sens de Brønsted dans l'eau (M)	19
Constante d'acidité $K_A$ (M)	19

Retrouvez éduscol sur :



<b>Dosages et titrages</b>	<b>19</b>
Dosage par étalonnage (M)	19
Dosage par titrage (M)	20
Équivalence (M)	20
Titration directe (M)	20
Titration indirecte (M)	20
Caractère « IN » ou « EX » d'une pièce de verrerie (M)	21
<b>Transferts thermiques lors des transformations physico-chimiques</b>	<b>21</b>
Transformation exothermique/endothermique (M)	21
Énergie massique de changement d'état (M)	21
Énergie de liaison (M)	22
Énergie molaire de réaction (M)	22
<b>Synthèse organique</b>	<b>23</b>
Étapes d'un protocole de synthèse organique (M)	23
Rendement (M)	23
Substrat (M)	23
Classification des transformations en chimie organique (M)	24
Polymère (M)	24
<b>Transformations nucléaires</b>	<b>24</b>
Radioactivité	24
Isotopes (M)	24
Désintégration radioactive ( $\mu$ )	25
Activité radioactive d'un échantillon de matière (M)	25
Constante radioactive (M)	25
Temps de demi-vie (M)	25
Rayonnements ionisants (M)	25

Retrouvez éduscol sur :



## Échelles de description de la matière

### Entité chimique ( $\mu$ )

Objet pouvant être dénombré. Les atomes isolés, les ions, les molécules sont des entités chimiques. Une entité peut être décrite au moyen d'une formule chimique.

#### Exemple

La molécule d'eau de formule chimique  $H_2O$ , l'ion chlorure de formule chimique  $Cl^-$  et l'atome de néon de formule chimique  $Ne$  sont des entités chimiques.

#### Remarque

Le mot particule sera réservé aux composants élémentaires de la matière : électrons, protons, neutrons, quarks, neutrinos, etc.

### Échelle microscopique<sup>3</sup> ( $\mu$ )

Échelle de description rassemblant un nombre restreint d'entités, notamment adaptée à l'étude de la structure et aux propriétés des entités chimiques.

### Échelle macroscopique (M)

Échelle de description rassemblant un nombre suffisamment élevé d'entités pour que des grandeurs comme la pression, la température, la masse volumique, etc. puissent être définies. Les phénomènes décrits à l'échelle macroscopique peuvent être associés à des manifestations perceptibles par les sens ou étudiés à l'aide d'instruments de mesure (balance, thermomètre, capteur de pression, voltmètre, spectrophotomètre, pH-mètre, conductimètre, etc.).

## Caractérisation d'un échantillon de matière

### Espèce chimique<sup>4</sup> (M)

Collection d'entités chimiques identiques (sauf éventuellement par le nombre de nucléons de leurs noyaux respectifs – voir isotopes). Le nom de l'espèce chimique (M) est souvent utilisé pour désigner l'entité ( $\mu$ ). De même, la formule chimique de l'entité ( $\mu$ ) peut servir à désigner l'espèce chimique (M).

#### Exemple

L'eau présente dans un élément de verrerie est une collection de molécules de formule chimique  $H_2O$ . Le nom de l'espèce chimique « eau » est utilisé pour nommer l'entité moléculaire associée : « la molécule d'eau de formule  $H_2O$  ». Inversement, la formule chimique de l'entité est utilisée pour désigner l'espèce chimique eau : « l'eau de formule chimique  $H_2O$  »<sup>5</sup>.

3. Des auteurs et didacticiens de la chimie tendent à privilégier le terme « submicroscopique » en référence aux dimensions des entités, inférieures au micromètre. On trouve aussi le terme « atomico-moléculaire ».
4. L'espèce chimique est un modèle. Aucun échantillon de matière naturel n'est pur.
5. Lorsque l'espèce chimique est associée à son état physique, on peut parler d'espèce physico-chimique. Par exemple, l'eau liquide et l'eau vapeur sont deux espèces physico-chimiques différentes relevant de la même espèce chimique, l'eau.

Retrouvez éducol sur :



### Remarque

L'état physique de l'espèce chimique peut être adossé après sa formule ainsi, on écrira  $\text{H}_2\text{O}(\text{s})$  pour désigner la glace. Cette notation permet d'identifier l'échelle de description associée et d'évite la confusion entre entités et espèces chimiques.

## Composé ionique (M)

Collection macroscopiquement neutre d'un nombre élevé d'entités chargées.

### Exemple

Le chlorure de sodium solide de formule  $\text{NaCl}(\text{s})$  est un composé ionique.

## Quantité de matière d'une espèce chimique (M)

Grandeur, exprimée en moles, utilisée pour dénombrer les entités d'une espèce chimique dans un échantillon de matière, une mole étant définie comme un ensemble d'exactly  $6,02214076 \times 10^{23}$  entités.

## Grandeur extensive (M)

Grandeur de description d'un échantillon de matière dont la valeur est proportionnelle à la quantité de matière. Les grandeurs extensives sont additives : la grandeur extensive d'un système est égale à la somme de celles de ses sous-parties.

### Exemple

La masse est une grandeur extensive. En réunissant deux échantillons, la masse obtenue est égale à la somme des masses des deux échantillons.

## Grandeur intensive (M)

Grandeur non extensive définie en chaque point<sup>6</sup> d'un échantillon. Les grandeurs intensives ne sont pas additives.

### Exemple

La masse volumique, la pression, la température et le volume molaire sont des grandeurs intensives. Elles peuvent prendre des valeurs différentes au sein d'un échantillon de matière. Regrouper deux échantillons identiques ne modifie pas les grandeurs intensives qui les caractérisent.

6. Le mot « point » fait ici référence à un volume petit à l'échelle macroscopique pour permettre une description locale de la matière, mais grand devant les dimensions atomico-moléculaires pour contenir un nombre suffisamment élevé d'entités permettant l'émergence de valeurs moyennes.

## Grandeurs caractéristiques d'une espèce chimique<sup>7</sup> (M)

Ensemble de grandeurs physiques intensives, indépendantes de la quantité de matière, qui sont spécifiques d'une espèce chimique, dans des conditions données.

### Exemple

Températures de changement d'état sous une pression donnée, indice de réfraction, masse volumique, coefficient d'absorption molaire, etc.

## Mélange (M)

Échantillon de matière constitué de plusieurs espèces chimiques<sup>8</sup>, par opposition à un corps pur constitué d'une seule espèce chimique.

### Exemples

L'eau du robinet est un mélange d'eau et de différentes espèces dissoutes. L'air est un mélange de plusieurs espèces chimiques dont le diazote et le dioxygène. L'or à 18 carats est un mélange de deux espèces métalliques, l'or et le cuivre.

## Mélange homogène/hétérogène (M)

Un mélange est dit homogène s'il ne présente qu'une seule phase. Les grandeurs intensives de description y évoluent de manière continue.

Un mélange est dit hétérogène s'il présente plusieurs phases. Certaines grandeurs intensives présentent une discontinuité à l'interface entre deux phases. L'une des phases peut être dispersée dans l'autre.

### Exemple

Le vinaigre est un mélange homogène constitué essentiellement d'eau et d'acide éthanoïque. Le lait est un mélange hétérogène, en première approximation, constitué de gouttelettes de corps gras dispersées dans une solution aqueuse.

7. Les grandeurs citées caractérisent l'espèce chimique (échelle macroscopique) et non de l'entité (échelle microscopique). En effet, même si elles émergent du comportement d'un nombre suffisant d'entités, ces grandeurs n'ont pas de signification au niveau des entités. Par exemple, il n'est pas possible de définir la température d'ébullition d'une molécule, son indice de réfraction ou encore moins sa masse volumique. En revanche, des modèles ont été développés pour justifier les valeurs prises par ces grandeurs à l'échelle macroscopique grâce à l'étude de la structure et des propriétés des entités.

8. Le solide ionique, bien que constitué d'anions et de cations, n'est pas considéré comme un mélange.

Retrouvez éduscol sur :



## Composition d'une solution aqueuse

### Solution aqueuse (M)

Mélange homogène dans lequel l'eau est le constituant ultra-majoritaire. Elle y joue le rôle de solvant, les espèces chimiques dissoutes sont qualifiées de solutés.

#### Exemple

Le vinaigre est, en première approximation, une solution aqueuse d'acide éthanoïque (soluté).

### Concentration en quantité de matière<sup>9</sup> (M)

Quantité de matière d'une espèce chimique dissoute par litre de solution<sup>10</sup>. La concentration en quantité de matière peut s'exprimer en mol.L<sup>-1</sup>.

#### Exemple

Une solution de glucose de concentration en quantité de matière 0,10 mol.L<sup>-1</sup> est obtenue en introduisant 0,10 mol de glucose dans une fiole jaugée de 1,0 L et en ajoutant de l'eau jusqu'à obtenir un volume final de mélange égal à 1,0 L.

### Concentration en masse<sup>11</sup> (M)

Masse d'une espèce chimique dissoute par litre de solution. La concentration en masse peut s'exprimer en g.L<sup>-1</sup>.<sup>12</sup>

#### Exemple

Une solution de chlorure de sodium de concentration en masse 10 g.L<sup>-1</sup> est obtenue en introduisant 10 g de chlorure de sodium dans une fiole jaugée de 1,0 L et en ajoutant de l'eau jusqu'à obtenir un volume final de mélange égal à 1,0 L.

9. Une grandeur molaire est obtenue par division d'une grandeur extensive par une quantité de matière. Son unité fait apparaître le « mol-1 » ce qui n'est pas le cas ici. La concentration en quantité de matière n'est donc pas une « concentration molaire ».

10. La concentration en quantité de matière n'est pas la quantité de matière de soluté dissous par litre de solvant.

11. Une grandeur massique est obtenue par division d'une grandeur extensive par une masse ; la concentration en masse n'est donc pas une « concentration massique ».

12. Une attention devrait être portée sur la distinction entre masse volumique et concentration en masse qui peuvent s'exprimer avec la même unité. L'une fait référence au volume de solvant, l'autre au volume de l'espèce chimique.

Retrouvez éducol sur :



## Concentration en soluté apporté (M)

Quantité de matière du soluté introduite par litre de solution.

### Exemple

L'introduction de 0,10 mol d'acide éthanóïque dans de l'eau, le volume final du mélange étant égal à 1 L, correspond à une concentration en soluté apporté de 0,1 mol.L<sup>-1</sup>. Cette concentration ne correspond pas à la concentration effective de l'espèce « acide éthanóïque » à l'équilibre dans la solution, puisqu'une partie de cet acide participe à un échange d'ions hydrogène avec l'eau.

## Concentration maximale d'un soluté<sup>13</sup> (M)

Quantité de matière (ou masse) maximale d'une espèce chimique qui peut être dissoute par litre de solution.

### Exemple

La concentration maximale du chlorure de sodium dans l'eau à 25 °C est égale à 3,6×10<sup>2</sup> g de sel par litre de solution.

## Concentration standard (M)

Concentration en quantité de matière, notée c°, dont la valeur est fixée par convention à 1 mol.L<sup>-1</sup>.

## Teneur massique (M)

Masse d'une espèce chimique par unité de masse d'un échantillon de matière.

### Exemple

Les bouteilles de soude caustique vendues dans le commerce portent l'indication « teneur massique de 30% », ce qui correspond à 3.10<sup>2</sup> g de soude dans 1.10<sup>3</sup> g de solution.

13. Ce terme est privilégié au terme « solubilité » pour éviter la confusion possible avec la capacité d'un solvant à solubiliser une espèce chimique.

## Structure électronique des entités

### Élément chimique (M)

Ensemble des atomes (isolés ou engagés dans un édifice polyatomique neutre ou chargé) et des ions monoatomiques comportant un même nombre de protons dans leur noyau.

#### Exemple

Le dichlore gazeux, les cristaux de chlorure de sodium et les ions hypochlorite comportent des atomes de chlore ou des ions chlorure de même  $Z = 17$ , caractérisant l'élément chlore.

### Configuration électronique d'un atome<sup>14</sup> ( $\mu$ )

Répartition des électrons d'un atome dans les différentes couches et sous-couches.

#### Exemple

La configuration électronique de l'atome de sodium (numéro atomique  $Z = 11$ ) est  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  à l'état fondamental. Cette configuration permet de retrouver la position de l'élément sodium dans le tableau périodique : il se situe dans la 3<sup>ème</sup> période et la 1<sup>ère</sup> colonne du bloc s, et par conséquent, la 1<sup>ère</sup> colonne du tableau.

### Électrons de valence ( $\mu$ )

Ensemble des électrons appartenant à la couche de nombre quantique principal  $n$  le plus élevé, ainsi que les électrons appartenant à des sous-couches partiellement remplies.

#### Exemple

L'atome de sodium a un électron de valence à l'état fondamental, l'électron appartenant à la sous-couche 3s.

### Famille chimique (M)

Éléments chimiques appartenant à une même colonne du tableau périodique et partageant des propriétés chimiques et physiques similaires. La similarité des propriétés observées à l'échelle macroscopique est associée à l'échelle microscopique, à l'identité des configurations électroniques de valence pour les atomes isolés de ces éléments.

#### Exemple

Le sodium, le potassium, le lithium, etc. ont en commun une configuration électronique fondamentale de l'atome isolé du type  $ns^1$ . Ils constituent la famille des alcalins.

Retrouvez éducol sur :



14. Pour plus de détails, consulter le document d'accompagnement « Modéliser le cortège électronique ».

## Schéma de Lewis d'une entité chimique<sup>15</sup> ( $\mu$ )

Modèle de représentation de la structure électronique de valence d'entités au moyen de lettres (symbole des éléments chimiques), traits (doublets liants et doublets non liants), lacunes électroniques et charges formelles.

### Charge formelle

Charge portée par un atome après partage équitable de chaque doublet liant, la charge formelle étant obtenue par comparaison entre le nombre d'électrons de valence à l'état fondamental et celui obtenu après partage.

### Lacune électronique

Symbole signalant le défaut d'un doublet, liant ou non liant, par rapport à la structure électronique de l'atome de gaz noble qui suit l'élément dans le tableau périodique. La présence d'une lacune électronique est un signe de grande réactivité pour l'entité.

#### Exemple

L'atome de bore présente une lacune électronique dans la molécule de formule  $\text{BH}_3$  (il y est entouré de 3 doublets contre 4 pour l'atome de néon), mais pas dans l'ion de formule  $\text{BH}_4^-$ . Le bore porte une charge formelle négative dans le second édifice car il est entouré de 4 électrons après partage alors que l'atome de bore n'a que 3 électrons de valence à l'état isolé.

## Électronégativité ( $\mu$ )

Capacité d'un atome à attirer vers lui le doublet de liaison qui le lie à un autre atome.

## Caractère polaire d'une liaison covalente ( $\mu$ )

Une liaison est dite polarisée lorsque les atomes liés ont des électronégativités différentes. La probabilité de présence des électrons du doublet liant tend alors à être supérieure dans le voisinage de l'atome le plus électronégatif. Cette situation peut être représentée par l'intermédiaire de charges partielles, notées  $\delta^+$  et  $\delta^-$ , ou par le tracé d'un vecteur moment dipolaire.

#### Exemple

La liaison O-H dans une molécule est polarisée, l'électronégativité de l'oxygène étant supérieure à celle de l'hydrogène. Les atomes d'hydrogène d'une molécule d'eau sont porteurs d'une charge partielle positive  $\delta^+$  et l'oxygène d'une charge partielle  $2\delta^-$ .

## Polarité d'une entité polyatomique ( $\mu$ )

Une entité polyatomique est dite polaire si le barycentre des charges positives et celui des charges négatives ne sont pas confondus. Cette situation se rencontre lorsque l'édifice présente des liaisons polaires et que les moments dipolaires de ces liaisons ne s'annulent pas. La reconnaissance d'une entité polaire nécessite par conséquent la connaissance de la géométrie de l'entité.

### Exemple

Parmi les entités à deux liaisons covalentes, la molécule d'eau  $\text{H}_2\text{O}$  est une entité polaire, mais pas celle de dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ . Parmi celles à 3 liaisons covalentes, la molécule d'ammoniac  $\text{NH}_3$  est polaire, mais pas celle de borane  $\text{BH}_3$ .

## Polarisabilité d'une entité ( $\mu$ )

La polarisabilité caractérise la capacité d'un nuage électronique à être déformé sous l'action d'un champ électrique extérieur, situation qui peut être induite par la proximité d'une autre entité, chargée ou non. En règle générale, plus un édifice est volumineux, plus il est polarisable.

## Cohésion dans une espèce chimique solide ou liquide (M)

L'existence d'un volume propre pour un liquide ou un solide, à température et de pression données, est modélisée par des forces attractives entre entités, d'origine électrostatique, de courte portée et n'impliquant pas de mise en commun d'électrons : interaction entre deux ions, entre un ion et une entité polaire, entre deux entités polaires, entre deux entités polarisables.

### Exemple

La cohésion de cristaux de chlorure de sodium, observée à l'échelle macroscopique, peut s'expliquer par l'existence de forces attractives entre les cations  $\text{Na}^+$  et les anions  $\text{Cl}^-$  à l'échelle microscopique.

## Interaction par pont Hydrogène<sup>16</sup> ( $\mu$ )

Interaction d'origine électrostatique entre un atome très électronégatif, porteur de doublet non liant, et un atome d'hydrogène attaché à un autre atome très électronégatif. En pratique, cette interaction est principalement rencontrée lorsque l'atome très électronégatif est un atome de fluor, un atome d'oxygène ou un atome d'azote.

### Exemple

La cohésion de l'eau liquide est interprétée par l'existence d'interactions attractives entre molécules polaires et par ponts hydrogène.

16. L'appellation « liaison hydrogène » n'a pas été retenue dans l'écriture des programmes pour éviter la confusion avec la « liaison covalente » qui implique le partage d'un doublet d'électrons.

## Transformation physico-chimique

### Réaction<sup>17</sup> (M)

Modèle introduit pour rendre compte d'observations et de mesures effectuées lors de transformations chimiques pouvant différer par les conditions de leur réalisation (température, pression, composition du mélange initial), mais partageant les mêmes réactifs, les mêmes produits et les mêmes proportions dans lesquelles ceux-ci sont convertis. L'équation de la réaction permet de réaliser le bilan de matière d'une transformation.

#### Exemple

L'action d'acide chlorhydrique sur du magnésium solide peut être modélisée par une réaction dont l'équation est :  $Mg(s) + 2 H^+(aq) = Mg^{2+}(aq) + H_2(g)$

### Avancement<sup>18</sup>

Grandeur extensive décrivant la progression d'une transformation chimique modélisée par une réaction. Sur le plan mathématique, la variation de l'avancement est définie par la relation :

$$dx = \frac{dn_i}{\nu_i}$$

dans laquelle « i » désigne une espèce réactive ou produite,  $dn_i$  la variation infinitésimale de sa quantité de matière et  $\nu_i$  le nombre stœchiométrique algébrique associé à cette espèce dans l'équation de réaction ( $\nu_i > 0$  pour un produit,  $\nu_i < 0$  pour un réactif).

### Avancement Maximal (M)

Avancement associé à la disparition totale du réactif limitant.

### Taux d'avancement (M)

Rapport de la valeur finale de l'avancement sur celle de l'avancement maximal :

$$\tau = \frac{x_{final}}{x_{max}}$$

### Transformation totale ou non totale<sup>19</sup> (M)

Une transformation est dite totale si le taux d'avancement final est égal à 1. S'il est inférieur à 1 ( $x_{final} < x_{max}$ ), la transformation est dite non-totale. A l'état final d'une transformation totale, au moins une des espèces chimiques présentes à l'état initial a disparu<sup>20</sup>.

17. Pour plus de détails, consulter le document « Modéliser une transformation chimique ».

18. Cette définition est celle proposée par IUPAC et n'a pas vocation à être donnée en tant que telle aux élèves. Un accompagnement didactique sur cette notion est proposé dans le document « Réaliser le bilan de matière d'une transformation chimique à l'aide de l'avancement ».

19. Deux raisons peuvent rendre une transformation non totale : interruption de son évolution avant que l'état final ne soit atteint ou atteinte d'un équilibre chimique dans l'état final. Ce second cas est abordé en classe de terminale, dans le cadre de l'enseignement de spécialité physique-chimie.

20. Un soluté ou un gaz ne disparaissent jamais totalement d'un milieu. Ainsi, toute transformation consommant exclusivement des solutés et/ou gaz ne peut être totale. Dans certains cas, le taux d'avancement final est si proche de 1 que la transformation peut être qualifiée de quasi-totale. Une transformation chimique n'est rigoureusement totale que si une phase condensée pure (liquide pur ou solide pur) a disparu.

Retrouvez éduscol sur :



## Quotient de réaction (M)

Grandeur adimensionnée définie par la relation ci-dessous dans laquelle interviennent les activités des espèces chimiques réactives et produites apparaissant dans l'équation de la réaction et les nombres stœchiométriques qui leur sont associés, considérés ici positifs :

$$Q_r = \frac{\prod_i (a_{\text{produits } i})^{v_i}}{\prod_j (a_{\text{réactifs } j})^{v_j}}$$

Dans le cadre des programmes de l'enseignement de spécialité de la classe de terminale, l'activité d'un solvant est prise égale à 1, celle d'une espèce soluté est le rapport  $C_i/C^\circ$  de sa concentration  $C_i$  en quantité de matière sur la concentration standard, celle d'un solide est prise égale à 1.

## Équilibre chimique<sup>21</sup> (M)

Un système est dans un état d'équilibre physique si les grandeurs intensives y sont uniformes et indépendantes du temps, ce qui nécessite, entre autres, un équilibre thermique au niveau de toute paroi diathermane et un équilibre mécanique au niveau de toute paroi mobile.

Un système est à l'équilibre physico-chimique s'il vérifie, à l'état final, les conditions suivantes :

- le système est dans un état d'équilibre physique ;
- l'ensemble des réactifs et produits de la réaction coexistent et leurs quantités de matière n'évoluent plus dans le temps ;
- le quotient de réaction  $Q_r$  prend une valeur notée  $K(T)$ , indépendante de la composition initiale, appelée constante d'équilibre.

Pour une réaction donnée, la valeur de  $K(T)$  ne dépend que de la température. Elle est par conséquent indépendante de la pression et des quantités de matière mises en œuvre.

## Sens d'évolution d'un système chimique<sup>22, 23</sup> (M)

Dans le cadre des programmes du lycée, en l'absence de générateur, le sens d'évolution spontanée est celui qui modifie la valeur du quotient de réaction  $Q_r$  pour le rapprocher de la constante d'équilibre  $K(T)$ . L'état d'équilibre final du système résulte de l'une des deux situations suivantes :

- l'état final est un état d'équilibre chimique caractérisé par la relation  $Q_{r,eq} = K(T)$ , la transformation n'est pas totale ;
- la disparition d'un réactif (solide ou liquide pur) intervient avant que la valeur du quotient de réaction  $Q_r$  n'atteigne  $K(T)$ , la transformation est totale.

En présence d'un générateur (système siège d'une électrolyse), le sens d'évolution du système peut être contrôlé par l'expérimentateur : le générateur impose le sens de circulation des électrons dans le circuit extérieur, et par conséquent, le sens des transferts électroniques aux électrodes.

21. L'équilibre chimique, notion associée à l'échelle macroscopique, est modélisé, toujours à l'échelle macroscopique, par deux réactions opposées dont les effets se compensent une fois l'équilibre chimique atteint.
22. La valeur de la constante d'équilibre  $K(T)$  n'indique pas le sens d'évolution d'un système chimique. Elle indique le sens le plus favorable d'une réaction : si  $K(T) > 1$ , le sens direct est favorisé, si  $K(T) < 1$ , c'est le sens inverse.
23. La valeur de  $K(T)$  n'indique pas non plus le caractère total d'une transformation, car sa valeur ne prend pas en compte la composition du système. Selon les conditions expérimentales de sa réalisation (pression, composition), une transformation peut être totale alors que la constante d'équilibre de la réaction est faible.

Retrouvez éducol sur :



## Cinétique d'une transformation chimique

### Vitesse volumique de formation d'une espèce<sup>24, 25</sup> (M)

Dans un réacteur de volume constant, la vitesse volumique de formation d'une espèce à une date  $t$  est égale à la valeur de la dérivée temporelle de sa concentration en quantité de matière à cette date. Si l'espèce est produite au cours de la transformation, sa concentration augmente et la vitesse de formation de cette espèce est positive. Si l'espèce est consommée, sa vitesse de formation est négative.

#### Exemple

La vitesse de formation du diiode s'écrit :  $v_{f,I_2}(t) = \frac{d[I_2(t)]}{dt}$

### Vitesse volumique de disparition d'une espèce<sup>26</sup> (M)

Dans un réacteur de volume constant, la vitesse volumique de disparition d'une espèce à une date  $t$  est égale à l'opposé de la dérivée temporelle de sa concentration en quantité de matière à cette date. Si l'espèce est produite au cours de la transformation, sa vitesse de disparition est négative. Si l'espèce est consommée, sa vitesse de formation est positive.

#### Exemple

La vitesse de disparition du peroxyde d'hydrogène s'écrit :  $v_{d,H_2O_2}(t) = -\frac{d[H_2O_2(t)]}{dt}$

### Transformation lente ou rapide (M)

Ces qualificatifs sont liés à la possibilité de mettre en œuvre un suivi cinétique de la transformation. Si le temps de réponse du capteur (œil, appareils de mesure) est trop grand ou si les manipulations à réaliser avant le début des mesures empêchent la mise en œuvre d'un suivi cinétique, la transformation est dite rapide. Sinon, elle est dite lente<sup>27</sup>.

24. Cette vitesse et la suivante présentent l'avantage de pouvoir être utilisées même lorsque la transformation n'est pas aisément modélisable par une unique réaction. Il ne s'agit pas d'une vitesse de réaction, non introduite dans les programmes de lycée.

25. Les vitesses volumiques présentent l'avantage de ne pas dépendre du volume du système.

26. Le choix d'utiliser la vitesse de formation ou de disparition d'une espèce peut être guidé par le souhait de ne pas faire manipuler de vitesses négatives aux élèves.

27. Si la transformation est trop lente, le suivi cinétique devient également difficile.

Retrouvez éduscol sur :



## Loi de vitesse / Facteurs cinétiques<sup>28</sup> (M)

Expression attribuée, à partir de mesures expérimentales, à la vitesse volumique de formation ou de disparition d'une espèce pour rendre en compte des grandeurs qui modifient sa valeur. Les grandeurs qui apparaissent dans cette loi (température, concentrations, etc.) sont appelées facteurs cinétiques.

### Exemple

La loi de vitesse de disparition de l'éthanoate d'éthyle par hydrolyse basique est de la forme  $v = k(T)[\text{ester}][\text{HO}^-]$ , où  $k(T)$ , appelée constante de vitesse, rend compte de l'influence de la température sur cette réaction.

## Loi de vitesse d'ordre 1 (M)

Une réaction est dite d'ordre 1 si sa loi de vitesse de formation ou de disparition d'une espèce se met sous la forme  $v = k(T)[A]$  où A représente la concentration d'un réactif.

## Temps de demi-réaction (M)

Durée au bout de laquelle l'avancement a atteint la moitié de sa valeur finale.

## Catalyseur (M)

Espèce qui augmente la vitesse d'une réaction sans en modifier le bilan ou les caractéristiques thermodynamiques. Le catalyseur modifie le mécanisme réactionnel. Étant à la fois réactif et produit, il n'apparaît pas dans l'équation de la réaction qui modélise la transformation, mais il apparaît dans l'écriture du mécanisme réactionnel. Selon les états physiques du catalyseur et du milieu réactionnel, la catalyse est qualifiée d'homogène ou d'hétérogène.

### Exemple

Le platine catalyse la dismutation du peroxyde d'hydrogène (catalyse hétérogène). Les enzymes sont des catalyseurs biologiques particulièrement efficaces (catalyse homogène).

## Intermédiaire réactionnel ( $\mu$ )

Entité intervenant dans un mécanisme réactionnel, formée directement ou indirectement à partir des réactifs, et convertie directement ou indirectement en produits de la réaction.

## Acte ou étape élémentaire ( $\mu$ )

L'acte élémentaire correspond à un modèle, au niveau moléculaire, de conversion d'entités se déroulant en une seule étape.

28. Des modèles microscopiques permettent d'interpréter l'influence des facteurs cinétiques sur la vitesse d'une réaction. Le modèle des chocs est utilisé pour rendre compte de l'influence des concentrations et de la température sur la vitesse d'un acte élémentaire faisant intervenir au moins deux réactifs. L'augmentation de la température du système tend à augmenter la proportion d'entités animées de vitesses élevées, ce qui augmente la fréquence et l'énergie mise en jeu lors de tels chocs. Des conditions sur l'orientation des entités notamment font qu'une partie seulement des chocs est dite efficace.

Retrouvez éduscol sur :



## Mécanisme réactionnel ( $\mu$ )

Modélisation d'une transformation chimique à l'échelle microscopique, le mécanisme réactionnel propose un ensemble d'actes élémentaires a priori réalisés lors de la conversion des entités des réactifs en entités des produits, passant éventuellement par une ou plusieurs entités d'intermédiaires réactionnels. Par nature inaccessible aux sens<sup>29</sup>, le mécanisme doit être cohérent avec la stœchiométrie de la réaction, la loi de vitesse et toute autre donnée expérimentale obtenue à l'échelle macroscopique.

## Formalisme de la flèche courbe ( $\mu$ )

Modèle représentant les modifications des structures électroniques des entités au cours d'un acte élémentaire. Une flèche courbe symbolise le mouvement d'un doublet d'électrons d'un site donneur vers un site accepteur.

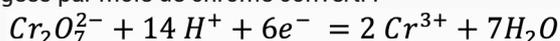
### *Transformations chimiques en solution aqueuse*

## Demi-équation électronique (M)

Une demi-équation électronique met en évidence, de manière formelle, l'existence d'un transfert d'électron(s) au cours d'une transformation convertissant l'oxydant d'un couple en son réducteur conjugué<sup>30</sup> (ou l'inverse). La demi-équation ne modélise pas le déroulement microscopique de cet échange, mais illustre, à l'échelle macroscopique, les proportions dans lesquelles il s'opère.

#### Exemple

La demi-équation électronique associée au couple  $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ , montre que 3 moles d'électrons sont échangées par mole de chrome converti :



29. Des techniques modernes de spectroscopie, présentant des temps de résolution extrêmement courts, permettent aujourd'hui de détecter certains intermédiaires réactionnels, et d'ainsi reconstituer le mécanisme réactionnel. Le développement d'outils performants en chimie quantique permet également l'émergence de modèles plus précis pour rendre compte du déroulement microscopique des réactions.

30. Dans un couple d'oxydoréduction, seul un élément chimique voit son état d'oxydation modifié. Dans le couple  $AgCl(s)/Ag(s)$ , seul l'état d'oxydation de l'argent est modifié :  $AgCl(s) + e^- = Ag(s) + Cl^-(aq)$ .

Retrouvez éduscol sur :

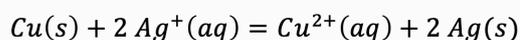
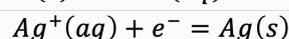
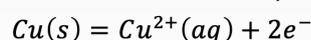


## Réaction électrochimique (M)

Modélisation, à l'échelle macroscopique, d'une transformation mettant en jeu un transfert d'électrons.

### Exemple

L'introduction d'un fil de cuivre dans une solution de nitrate d'argent, entraîne l'apparition d'une teinte bleue, associée à la formation d'ions  $\text{Cu}^{2+}$ , et l'apparition d'un dépôt, à la surface du fil, identifié comme de l'argent. Le bilan des espèces formées et créées permet de mettre en évidence l'existence d'un transfert d'électrons par l'écriture de demi-équations électroniques. L'équation de la réaction modélisant la transformation peut être obtenue par combinaison des demi-équations électroniques puisqu'il n'y a pas d'électrons en solution aqueuse<sup>31</sup> :



## Pile (M)

Système de conversion d'énergie chimique en énergie électrique, obtenu par association de deux demi-piles reliées par une jonction électrolytique interne (pont salin, membrane, etc.) et permettant le transfert d'électrons d'un compartiment à l'autre par l'intermédiaire d'un circuit électrique extérieur. Chaque demi-pile doit contenir :

- un électrolyte (milieu conducteur par déplacement d'ions) ;
- une électrode (interface solide conductrice entre l'électrolyte et le circuit électrique extérieur) ;
- les deux partenaires, oxydant et réducteur, d'un couple.

## Tension à vide d'une pile<sup>32</sup> (M)

Différence de potentiel mesurée entre les électrodes d'une pile en circuit ouvert, c'est-à-dire quand aucun courant électrique ne la traverse<sup>33</sup>.

## Capacité d'une pile (M)

Charge électrique maximale qu'une pile est susceptible de faire circuler dans un circuit extérieur. Cette grandeur est notamment liée aux quantités de matière des réactifs utilisés pour élaborer la pile. Elle s'exprime dans le système international en coulombs, mais plus couramment en mAh dans les données commerciales.

31. Dans les cas des piles et des systèmes sièges d'une électrolyse, les demi-équations prennent le statut de réaction électrochimique puisque le transfert d'électrons s'effectue effectivement à la surface de l'électrode. Il n'y a alors pas de problème à faire apparaître des électrons pour modéliser l'échange d'électrons aux électrodes.

32. Autrefois appelée « force électro-motrice ».

33. En pratique, la résistance d'entrée d'un voltmètre est tellement grande (de l'ordre de plusieurs MΩ) que le courant qui le traverse peut être considéré quasi nul.

Retrouvez eduscol sur :



## Acide fort (ou base forte) au sens de Brönsted dans l'eau (M)

Un acide ou une base est dit fort(e) si le taux d'avancement de la réaction modélisant son échange d'ion hydrogène<sup>34</sup> avec l'eau est proche de 1. La notion d'acide fort ou de base forte constitue un modèle introduit pour simplifier la détermination de la composition finale du système.

### Exemple

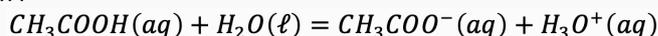
Le chlorure d'hydrogène  $HCl(g)$  est un acide fort dans l'eau. Sa dissolution dans l'eau permet d'obtenir de l'acide chlorhydrique, solution modélisée par un mélange d'ions oxonium  $H_3O^+(aq)$  et d'ions chlorure  $Cl^-(aq)$ .

## Constante d'acidité $K_A$ (M)

Constante d'équilibre<sup>35</sup> de la réaction entre un acide et l'eau, écrite avec un nombre stœchiométrique 1 pour l'espèce  $H_3O^+$ . Cette grandeur est caractéristique d'un couple acide-base à une température donnée.

### Exemple

La constante d'acidité du couple acide éthanoïque/ion éthanoate est la constante d'équilibre de la réaction d'équation :



## Dosages et titrages

### Dosage par étalonnage (M)

Méthode de détermination d'une concentration, généralement non destructive, utilisant une courbe de référence liant la valeur d'une grandeur physique (absorbance, conductivité, masse volumique, etc.) à la concentration (en masse ou en quantité de matière) d'un soluté. La courbe de référence, appelée courbe d'étalonnage, doit être monotone sur l'intervalle de concentration encadrant la concentration inconnue. La courbe n'est pas nécessairement une droite, mais cette situation permet d'obtenir une précision constante quelle que soit la valeur de la concentration recherchée.

### Exemple

Dosage du chlorure de sodium dans du sérum physiologique par mesure de la conductance, dosage du sucre dans une boisson sucrée par mesure de masse volumique, dosage des ions permanganate par mesure d'absorbance.

34. Le terme « ion hydrogène » a été privilégié par rapport à proton pour éviter la confusion des élèves avec la particule élémentaire proton, parfois associée à la notation  $p$  plutôt qu'à  $H^+$

35. La relation  $K_A = Q_{r,eq}$ , numériquement vraie à l'équilibre du système, ne peut pas servir à définir la constante d'acidité. La valeur de la constante d'équilibre d'une réaction donnée ne dépend que de la température, et pas des concentrations. Ce point constitue un enjeu de formation en vue d'une préparation à l'enseignement supérieur.

## Dosage par titrage (M)

Méthode destructive de détermination d'une quantité de matière utilisant une transformation chimique totale, en pratique, quasi-totale. La mise en œuvre de la technique nécessite l'introduction d'incrément de quantité de matière d'un réactif titrant à une solution contenant l'espèce à titrer<sup>36</sup>. Le titrage est qualifié d'« acido-basique », « par oxydoréduction » ou « par précipitation » selon la nature de la réaction support<sup>37</sup>.

## Équivalence (M)

Moment du titrage, appelée « End point » par les Anglo-saxons, associé à la disparition quasi-totale de l'espèce à titrer. Cette situation correspond au moment où la quantité introduite de l'espèce titrante et celle de l'espèce titrée initiale sont dans les proportions stœchiométriques de la réaction support du titrage. La détection de l'équivalence nécessite une technique adaptée, comme la colorimétrie, la pH-métrie ou encore la conductimétrie.

### Exemple

La quantité d'acide éthanóique contenu dans un échantillon de vinaigre peut être déterminée par un titrage acido-basique avec repérage conductimétrique de l'équivalence.

## Titration directe (M)

Cas d'un titrage au cours duquel l'espèce titrante introduite par incréments réagit directement avec l'espèce à titrer.

### Exemple

Titration par la soude des ions ammonium contenus dans une solution aqueuse.

## Titration indirecte (M)

Terme utilisé lorsque l'espèce introduite par incréments ne réagit pas directement avec l'espèce à titrer. La mise en œuvre d'un titrage indirect peut notamment être motivée par une vitesse de réaction trop faible ou une détection difficile de l'équivalence dans le cas d'un titrage direct. Parmi les protocoles de titrages indirects, deux situations sont possibles :

### Titrages en retour

L'espèce à titrer A réagit d'abord avec une quantité connue et en excès d'une espèce B. La quantité de matière excédentaire de l'espèce B est déterminée par titrage au moyen d'une espèce C.

### Exemple

Titration du glucose par iodométrie : le glucose est transformé par un excès de diiode (transformation trop lente). Le diiode restant est titré par une solution de thiosulfate de sodium.

36. Dans certains cas, l'espèce à titrer peut être placée dans la burette, par exemple pour le dosage d'une solution de concentration inconnue en ions permanganate.

37. Il faut distinguer le type de titrage, lié à la nature de la réaction chimique support du titrage, et la technique de détection de l'équivalence. Ainsi, on parle de « titrage acido-basique suivi par pH-métrie », et non de « titrage pH-métrique ».

### Titration avec déplacement

L'espèce à titrer A réagit d'abord avec une espèce B en excès pour former une espèce C. La quantité de matière de l'espèce C formée est déterminée par titrage au moyen d'une espèce D.

#### Exemple

Lors du titrage des ions nitrate, ceux-ci sont d'abord transformés en ammoniac gazeux par un métal réducteur comme l'aluminium. L'ammoniac libéré est recueilli puis titré.

### Caractère « IN » ou « EX » d'une pièce de verrerie (M)

Une pièce de verrerie est qualifiée de « IN » si elle est destinée à contenir le volume indiqué et de « EX » si elle est destinée à le délivrer.

#### Exemple

Les fioles jaugées sont des pièces de verrerie « IN ». Les pipettes (graduées ou jaugées) sont des pièces de verrerie « EX ».

## *Transferts thermiques lors des transformations physico-chimiques*

### Transformation exothermique/endothémique (M)

Une transformation est dite exothermique<sup>38</sup> si le système siège de cette transformation cède de l'énergie sous forme transfert thermique au milieu extérieur, exothermique s'il en reçoit de la part du milieu extérieur.

#### Exemple

Le neutralisation d'acide chlorhydrique par la soude est exothermique, la dissolution du nitrate d'ammonium dans l'eau est endothermique.

### Énergie massique de changement d'état (M)

Transfert d'énergie (sous forme transfert thermique) entre le système et le milieu extérieur lors du changement d'état, à température et pression constante, d'une unité de masse de l'espèce chimique.

#### Exemple

L'enthalpie massique de fusion de l'eau, à 0 °C sous 1 bar, est égale à 333 kJ.kg<sup>-1</sup>. Dans ces conditions, faire fondre 100 g de glace à 0 °C nécessite d'apporter un transfert thermique de 33,3 kJ à la glace ; la solidification de 2 kg d'eau liquide libère 666 kJ.

38. Il ne faut pas lier les termes exothermique et endothermique à une augmentation ou à une diminution de la température du système. La température d'un système siège d'une transformation exothermique peut ne pas varier si celui-ci est immergé dans un bain thermostaté qui évacue l'énergie libérée lors de la transformation.

## Énergie de liaison (M)

Énergie minimale à fournir pour dissocier de manière homolytique, et à l'état gazeux, une mole de liaisons A-B.

### Exemple

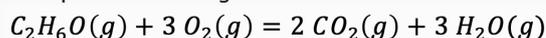
L'énergie de la liaison H-H est de 435 kJ.mol<sup>-1</sup>. Dissocier 1 mole de dihydrogène gazeux nécessite d'apporter 435 kJ ; former 2 moles de dihydrogène gazeux à partir de 4 moles d'atomes d'hydrogène gazeux libère 870 kJ.

## Énergie molaire de réaction (M)

Transfert thermique échangé entre le système et le milieu extérieur par mole d'avancement.

### Exemple

L'énergie molaire de combustion de l'éthanol gazeux, associée à l'équation de réaction ci-dessous, peut être évaluée à partir des énergies des liaisons créées et rompues.



#### Liaisons rompues

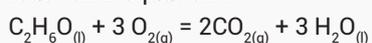
Liaison	Quantité	Énergie de liaison	Énergie nécessaire
C-C	1 mol	346 kJ.mol <sup>-1</sup>	346 kJ
C-H	5 mol	412 kJ.mol <sup>-1</sup>	2060 kJ
C-O	1 mol	351 kJ.mol <sup>-1</sup>	351 kJ
O-H	1 mol	464 kJ.mol <sup>-1</sup>	464 kJ
O=O	3 mol	502 kJ.mol <sup>-1</sup>	1506 kJ
Énergie totale nécessaire			4727 kJ

#### Liaisons créées

Liaison	Quantité	Énergie de liaison	Énergie libérée
C=O	4 mol	795 kJ.mol <sup>-1</sup>	3180 kJ
O-H	6 mol	464 kJ.mol <sup>-1</sup>	2784 kJ
Énergie totale libérée			5964 kJ

La comparaison de ces valeurs montre un dégagement d'énergie lors de la combustion d'éthanol gazeux car les liaisons créées libèrent plus d'énergie que celle nécessaire pour rompre les liaisons : la transformation est exothermique. Ce bilan énergétique conduit à une énergie dégagée égale à 5964 - 4727 = 1237 kJ.mol<sup>-1</sup>. La valeur de l'énergie molaire de réaction est d'environ 1237 kJ.mol<sup>-1</sup> : brûler une mole d'éthanol (soit 46 g) libère 1237 kJ. Le pouvoir calorifique de l'éthanol gazeux est 27 MJ.kg<sup>-1</sup>.

Notons que pour l'éthanol liquide, l'énergie molaire de combustion à 25°C est associée à la réaction d'équation :



Cette énergie molaire de combustion est différente de celle où tous les constituants sont gazeux et vaut 1 366,8 kJ mol<sup>-1</sup>. Du fait des phases condensées (liquide), elle ne peut être évaluée à partir des valeurs des énergies de liaison rompues et créées.

Retrouvez éducol sur :



## Synthèse organique

### Étapes d'un protocole de synthèse organique (M)

La majorité des protocoles de synthèse organique est organisée en 3 grandes étapes :

#### La transformation

La **transformation** à proprement parler, au cours de laquelle les espèces réactives sont transformées en produits : étape souvent effectuée dans un dispositif à reflux ;

#### L'isolement

L'**isolement** du produit d'intérêt des autres espèces présentes (solvant, catalyseur, réactif non transformé, produits non désirés) : cette étape peut nécessiter de mettre en œuvre une extraction liquide-liquide, une filtration ou encore l'évaporation du solvant.

#### L'analyse

L'**analyse** du produit isolé, suivie éventuellement d'une **purification** : pour cela, des tests chimiques peuvent être réalisés, une température de changement d'état peut être mesurée (point de fusion, température d'ébullition), une chromatographie sur couche mince peut être mise en œuvre. Si le produit isolé n'a pas la pureté souhaitée, celui-ci peut être purifié par recristallisation s'il est solide ou distillation fractionnée s'il est liquide.

### Rendement (M)

Le rendement d'une synthèse permet d'apprécier l'efficacité de l'ensemble de la synthèse, de la transformation chimique aux étapes d'isolement et de purification. Il est défini comme le rapport de la quantité de matière de produit isolé sur la quantité de matière maximale<sup>39</sup> synthétisable.

$$\rho = \frac{n_{\text{expérimental}}}{n_{\text{maximal}}}$$

### Substrat (M)

Espèce organique réactive d'intérêt dont on caractérise les modifications au cours de la transformation.

39. L'usage de l'expression « quantité de matière théorique » au lieu de « quantité de matière maximale » est source de confusion du fait de la polysémie du mot « théorique » ; il s'agit de la quantité de matière qui pourrait théoriquement être obtenue si la transformation était totale.

Retrouvez éduscol sur :



## Classification des transformations en chimie organique<sup>40</sup> (M)

La chimie organique abordée dans les classes de lycée met en jeu des transformations impliquant des modifications de l'environnement électronique d'atome(s) de carbone. L'analyse de ces modifications, par comparaison des structures du substrat et du produit, permet de classer les transformations en trois catégories (l'atome, ou les atomes, dont l'environnement a été modifié est arbitrairement nommé « site actif » ici) :

- *addition* si le site actif établit dans le produit plus de liaisons simples que dans le substrat ;
- *élimination* si le site actif dans le produit moins de liaisons simples que dans le substrat ;
- *substitution* si le site actif a subi le remplacement d'un atome ou groupe d'atomes par rapport au substrat, le nombre total de liaisons simples l'entourant restant constant.

## Polymère (M)

Ensemble d'un nombre élevé de macromolécules, de tailles non uniformes, construites par répétition d'une ou plusieurs unités structurales appelées « unité de répétition » (motif).

### Exemple

Le PVC, ou polychlorure de vinyle, est constitué de macromolécules dont le motif de répétition est  $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl})-$  ; l'ADN et la cellulose sont des polymères naturels.

## Transformations nucléaires

### Radioactivité

On appelle radioactivité, le phénomène correspondant à la transformation de noyaux instables jusqu'à devenir stables par une suite de désintégrations radioactives (alpha, bêta ou gamma)<sup>41</sup>.

### Isotopes (M)

Ensemble d'atomes comportant des noyaux présentant le même nombre de protons, mais d'un nombre différent de neutrons.

### Exemple

Le « carbone 12 » de formule  $^{12}_6\text{C}$  et le « carbone 13 » de formule  $^{13}_6\text{C}$  sont deux des isotopes de l'élément carbone.

40. Certaines transformations mises en œuvre en chimie organique peuvent impliquer un échange d'électrons ou d'ions hydrogène. Dans le cas d'un échange d'électrons, la classification présentée reste valable. Par exemple, la réduction d'une cétone en alcool secondaire par un composé donneur d'hydrure consiste en une réaction d'addition.

41. Cette définition conduit à intégrer la fission spontanée d'un noyau dans les phénomènes radioactifs.

## Désintégration radioactive ( $\mu$ )

Transformation spontanée au cours de laquelle des noyaux subissent une modification de leur nombre de charge (numéro atomique) ou de leur nombre de masse accompagnée d'une émission de particules et de rayonnement. On distingue plusieurs types de désintégration selon la nature de la particule émise :

- radioactivité  $\alpha$  si elle s'accompagne d'une émission de noyaux d'hélium  ${}^4_2\text{He}$  ;
- radioactivité  $\beta^-$  si elle s'accompagne d'une émission d'électrons ;
- radioactivité  $\beta^+$  si elle s'accompagne d'une émission de positrons.

Les désintégrations  $\alpha$ ,  $\beta^-$  et  $\beta^+$  s'accompagnent le plus souvent d'une émission de rayonnements  $\gamma$  (émission de photons de haute énergie).

### Remarque

Dans de nombreux articles ou ouvrages, il est fait état de « rayonnements  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  » ; il convient d'attirer l'attention des élèves sur le fait que les « rayonnements », pour les radioactivités de type  $\alpha$  et  $\beta$ , correspondent à des émissions de noyaux ou de particules.

## Activité radioactive d'un échantillon de matière (M)

Nombre de désintégrations d'un échantillon de matière par unité de temps. L'activité  $A(t)$  d'un échantillon s'exprime en becquerel. En notant  $N(t)$  la population des noyaux radioactifs à la date  $t$  :

$$A = -\frac{dN(t)}{dt}$$

## Constante radioactive (M)

Constante de proportionnalité, homogène à l'inverse d'un temps, reliant l'activité radioactive d'un échantillon de matière et la population des noyaux radioactifs.

$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda \cdot N(t)$$

## Temps de demi-vie (M)

Dans le cas d'une population de noyaux radioactifs impliquée dans un unique type de désintégration, le temps de demi-vie  $t_{1/2}$  est la durée au bout de laquelle la population de noyaux radioactifs a été divisée par 2. Le temps de demi-vie est relié à la constante radioactive par l'expression :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

## Rayonnements ionisants (M)

Émission constituée directement ou indirectement de particules et/ou de photons de haute énergie susceptibles d'engendrer la formation d'espèces chargées (ions) par interaction avec la matière.

Retrouvez éduscol sur :

