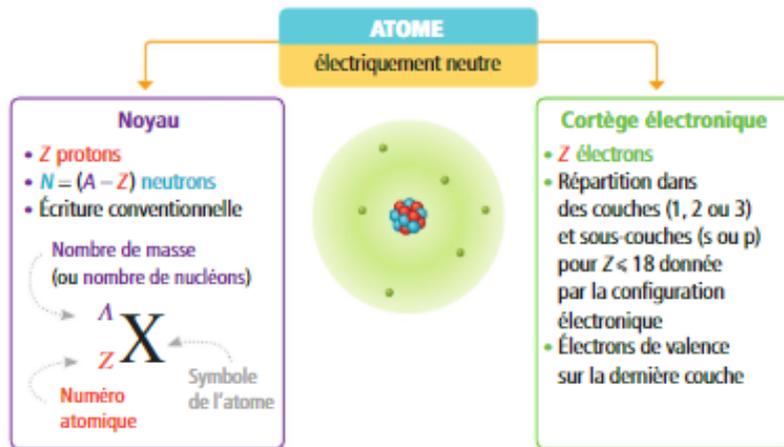


L'essentiel à retenir en Sciences Physiques en fin de Première Spécialité

Les entités chimiques

On appelle **entité chimique** un atome, un ion ou une molécule.

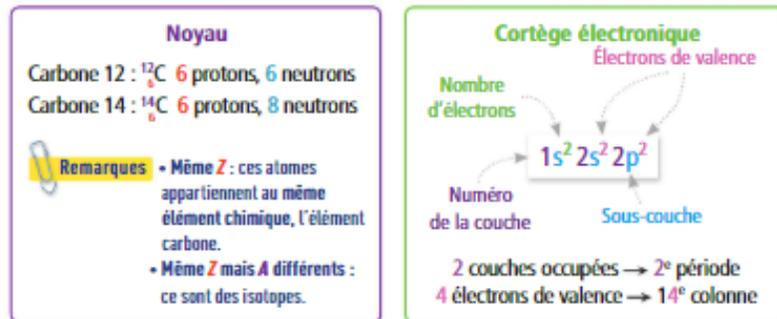
Atome : noyau et cortège électronique



La configuration électronique d'un atome permet de connaître la position de l'élément correspondant dans le tableau périodique : ↔ **Tableau périodique**

- numéro de la dernière **couche** occupée → numéro de la **période** (ligne) ;
- nombre d'**électrons de valence** → unité du numéro de la **colonne**.

Exemple : l'atome de carbone



Entités chimiques stables

- Une entité chimique est **stable** si sa **couche de valence** est saturée à 2 électrons comme l'hélium (He) ou 8 électrons comme le néon (Ne) ou l'argon (Ar).
- Les **atomes** des éléments de la famille des **gaz nobles** (18^e colonne) sont stables.

Ion monoatomique

- Un ion monoatomique est une entité **électriquement chargée** formée du même noyau que l'atome correspondant et dont la **couche de valence** est saturée par excès ou défaut d'un ou plusieurs électrons.
- On déduit sa formule de la position de l'élément dans le tableau périodique.

Numéro de la colonne	1	2	13	15	16	17
Formule de l'ion	X^+	X^{2+}	X^{3+}	X^{3-}	X^{2-}	X^-
Exemples	H^+ , Na^+ , K^+	Mg^{2+} , Ca^{2+}	Al^{3+}	N^{3-}	O^{2-}	Cl^- , F^-

{ **Cations** (charge positive) { **Anions** (charge négative)

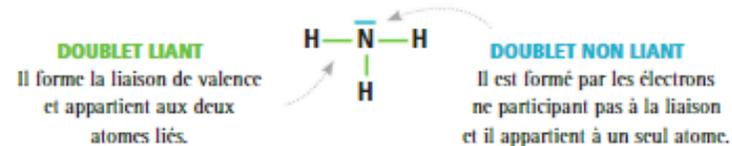
Molécule

- Une molécule est une entité stable formée d'atomes liés par des **liaisons de valence** (aussi appelées liaisons covalentes) résultant de la **mise en commun d'électrons de valence** de deux atomes.

Nombre d'électrons mis en commun	2	4	6
Type de liaison	Simple	Double	Triple
Symbole	—	=	≡

- Le **schéma de Lewis** d'une molécule fait apparaître l'**organisation des électrons de valence** sous forme de **doublets liants** ou **non liants** contenant chacun deux électrons.

Exemple : schéma de Lewis de la molécule d'ammoniac NH_3



Chaque atome est entouré de 2 ou 8 électrons de valence : la molécule est stable.

Calcul de quantité de matière (hatier-clic.fr/cpc076)

Nombre d'entités

- Le nombre d'entités chimiques se calcule à partir de la masse $m_{\text{entité}}$ de l'entité.

Entité	Atome ou ion monoatomique	Molécule ou ion polyatomique
$m_{\text{entité}}$	Nombre de masse (ou nombre de nucléons) $A \times m_n$ Masse d'un nucléon ($m_n = 1,67 \times 10^{-27}$ kg)	$\Sigma m_{\text{atomes constitutifs}}$

- Le nombre N d'entités chimiques dans une masse m d'un échantillon est déterminé par proportionnalité :

$$N = \frac{m}{m_{\text{entité}}} \quad \text{même unité}$$

Σ « sigma » est une lettre majuscule grecque.

Remarque On appelle espèce chimique un nombre très élevé d'entités chimiques identiques.

! La lettre N désigne aussi parfois le nombre de neutrons.

Quantité de matière

- Une mole d'entités chimiques contient $6,02 \times 10^{23}$ entités chimiques identiques.

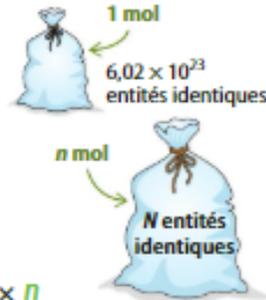
Remarque Le nombre d'entités par mole est appelé constante d'Avogadro, notée $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

- La quantité de matière n représente le nombre de moles dans un échantillon de matière. Elle s'exprime en moles (mol).
- La quantité de matière n d'un échantillon et le nombre N d'entités chimiques sont liés par la relation de proportionnalité :

$$n = \frac{N}{6,02 \times 10^{23}} \quad \text{ou} \quad N = 6,02 \times 10^{23} \times n$$

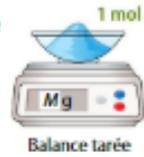
sans unité

en mol



Quantité de matière et masse

- La **masse molaire atomique** (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) est la masse d'une mole d'atomes. La masse molaire moléculaire est égale à la somme des masses molaires atomiques des atomes de la molécule.
- La **masse molaire M** est le coefficient de proportionnalité entre la **quantité de matière n** et la **masse m** :



Masse (en g) $\rightarrow m = n \times M$ ou $n = \frac{m}{M}$

Quantité de la matière (en mol) / Masse molaire (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)

Remarque La masse m (en g) d'un volume V (en L) d'une espèce de masse volumique ρ (en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) est : $m = \rho \times V$. La masse volumique ρ est liée à la densité d de l'espèce : $\rho = d \times \rho_{\text{eau}}$ d'où $m = d \times \rho_{\text{eau}} \times V$ avec $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Quantité de matière et volume

- Le **volume molaire V_m** (en $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$) d'un gaz est le **volume occupé par une mole de gaz** pour une température et une pression données.
- Le **volume molaire V_m** est le coefficient de proportionnalité entre la **quantité de matière n** et le **volume V** de gaz :



Volume (en L) $\rightarrow V = n \times V_m$ ou $n = \frac{V}{V_m}$

Quantité de la matière (en mol) / Volume molaire (en $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$)

Solutions aqueuses (hatier-clic.fr/cpc011)

Une solution aqueuse est un mélange homogène obtenu par dissolution d'un ou plusieurs solutés dans l'eau (solvant).

Concentration en masse de soluté dans une solution

La concentration en masse de soluté dans une solution est la masse de soluté dissous par litre de cette solution :

$$\text{Concentration en masse (en g}\cdot\text{L}^{-1}) \rightarrow C_m = \frac{m}{V}$$

Masse de soluté (en g)
Volume de solution (en L)

Ne pas confondre !

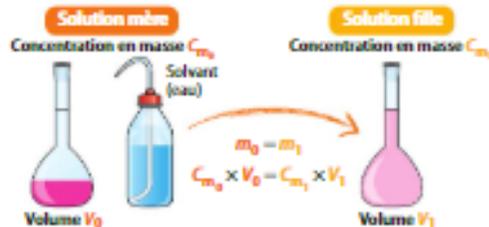
Concentration en masse et masse volumique. La masse volumique ρ d'une solution est le rapport de la masse de la solution par le volume V correspondant de solution :

$$\rho = C_m \quad \frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$$

Remarque Lorsque la solution est saturée, la concentration en masse de soluté est maximale. Elle est appelée solubilité du soluté et elle est notée s .

Dilution d'une solution

Diluer une solution mère consiste à ajouter du solvant pour préparer une solution fille moins concentrée. Lors de la dilution, la masse de soluté dissous se conserve.



Remarque Facteur de dilution : $F = \frac{C_{m_0}}{C_{m_1}} = \frac{V_1}{V_0} > 1$

Diluer F fois (par exemple 10 fois) une solution mère ou réaliser une dilution au F^e (10^e) signifie que le facteur de dilution vaut F ($F = 10$).

Concentration en quantité de matière de soluté

- La concentration en quantité de matière de soluté dans une solution est la quantité de matière de soluté dissous par litre de cette solution :

$$\text{Concentration en quantité de matière (en mol}\cdot\text{L}^{-1}) \rightarrow C = \frac{n}{V}$$

Quantité de matière de soluté (en mol)
Volume de solution (en L)

- La concentration en quantité de matière de soluté est liée à sa concentration en masse :

$$\text{Concentration en quantité de matière (en mol}\cdot\text{L}^{-1}) \rightarrow C = \frac{C_m}{M}$$

Concentration en masse (en g}\cdot\text{L}^{-1})
ou $C_m = C \times M$
Masse molaire du soluté (en g}\cdot\text{mol}^{-1})

Concentration en quantité de matière d'un ion

- La concentration en quantité de matière d'un ion $[X^{n+}]$ est égale à la concentration en quantité de matière de soluté apporté C multipliée par le nombre stœchiométrique de l'ion dans l'équation de dissolution :

$$[X^{n+}] = \text{nombre stœchiométrique} \times C$$

Exemple : $K_3PO_4(aq) \rightarrow 3 K^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$; $[K^+] = 3 \times C$ et $[PO_4^{3-}] = C$

Préparer une solution par dissolution

On veut préparer un **volume V** de solution aqueuse par dissolution d'une **masse m** de soluté solide. ➔

dissout un
O
L
I
D
E

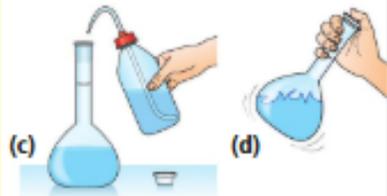
1. Placer un verre de montre sur le plateau d'une balance. Après avoir peser le soluté : mettre ce dernier dans le verre de montre jusqu'à obtenir la **masse m** souhaitée. (schéma a)



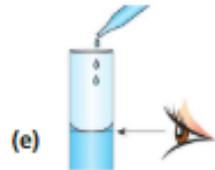
2. Introduire le solide dans la **fiolle jaugée** de **volume V** . Rincer ensuite le verre de montre et l'entonnoir avec de l'eau distillée et récupérer l'eau de rinçage dans la fiolle jaugée. (schéma b)



3. Remplir la fiolle jaugée aux trois quarts avec de l'eau distillée. (schéma c) Agiter la fiolle jaugée bouchée pour dissoudre totalement le soluté. (schéma d)



4. Ajouter de l'eau distillée à la pissette puis à la pipette simple jusqu'à ce que le bas du **ménisque** soit au niveau du **Trait de jauge**. (schéma e)



5. Agiter plusieurs fois la fiolle jaugée bouchée pour homogénéiser la solution.

Mets tes yeux au niveau du trait de jauge et assure-toi que le bas du ménisque est bien à ce niveau.

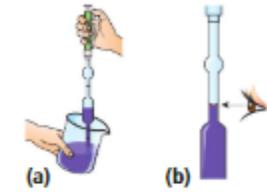


Préparer une solution par dissolution

On veut préparer un **volume V_1** de solution fille par dilution d'une solution mère de **volume V_0** . ➔ **Fiche 46**

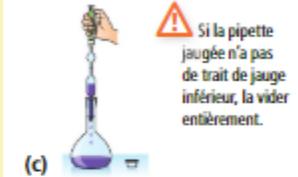
Astuce
on dilue un
Q U I D E
I U I D E

1. Dans un **bécher**, verser suffisamment de solution mère pour pouvoir en prélever le **volume V_0** . En inclinant légèrement le bécher, prélever le **volume V_0** avec une **pipette jaugée** tenue verticalement. (schéma a)



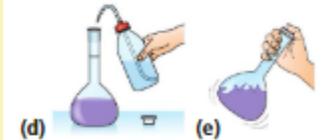
Ajuster le niveau de solution mère jusqu'à ce que le bas du **ménisque** soit au niveau du **Trait de jauge**. (schéma b)

2. Verser le volume prélevé **V_0** dans une **fiolle jaugée** de **volume V_1** , jusqu'à ce que le bas du ménisque soit au niveau du trait de jauge inférieur de la pipette. (schéma c)

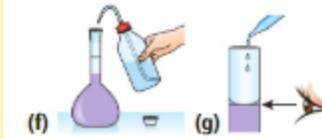


⚠ Si la pipette jaugée n'a pas de trait de jauge inférieur, la vider entièrement.

3. Remplir la fiolle jaugée aux trois quarts avec de l'eau distillée. (schéma d) Agiter la fiolle jaugée bouchée. (schéma e)



4. Ajouter de l'eau distillée à la pissette (schéma f) puis à la pipette simple jusqu'à ce que le bas du **ménisque** soit au niveau du **Trait de jauge** de la fiolle. (schéma g)



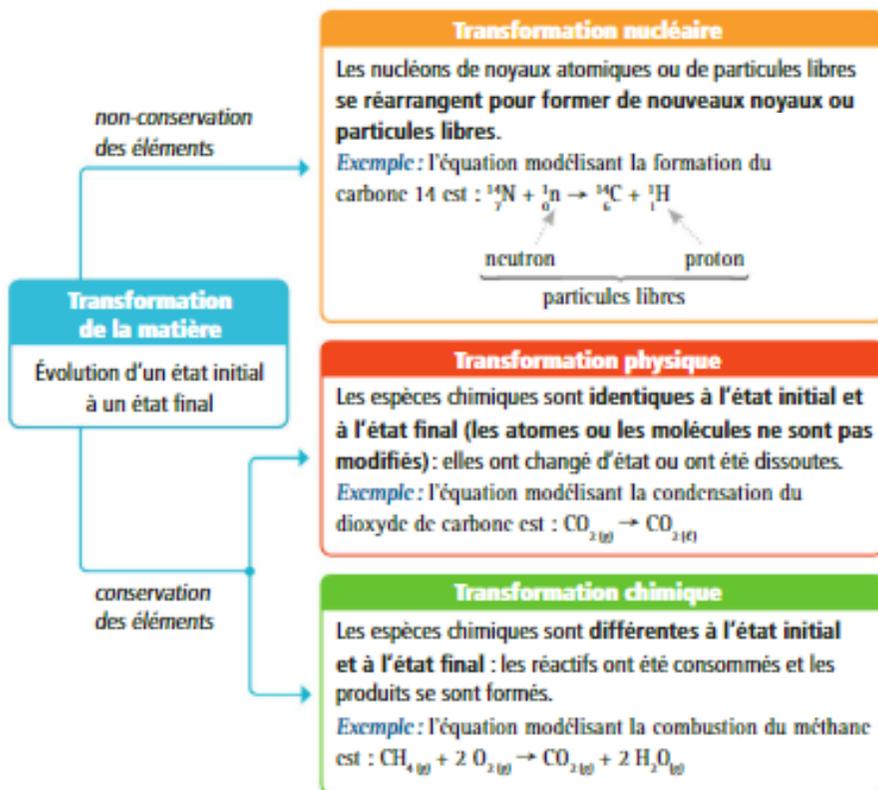
5. Agiter plusieurs fois la fiolle jaugée bouchée pour homogénéiser la solution. (schéma h)



Transformation de la matière

Transformation chimique (hatier-clic.fr/cpc013)

Différentes transformations



Ne pas confondre !

Fusion et dissolution, deux transformations physiques. La fusion est le passage de l'état solide à l'état liquide tandis que la dissolution est la mise en solution d'une espèce chimique.

Aspect énergétique

Transformation endothermique
Absorption d'énergie

Transformation exothermique
Libération d'énergie

Exemples

- Fusion, vaporisation, sublimation (changements d'état)

- Fusion et fission nucléaires

- Solidification, liquéfaction, condensation (changements d'état)

Remarque Une transformation chimique peut être endothermique ou exothermique.

– Une réaction chimique est la modélisation d'une transformation chimique limitée aux réactifs et aux produits.

– L'équation de la réaction est l'écriture symbolique de la réaction. Elle doit être ajustée.

1. Loi de conservation des éléments chimiques

- Ajuster les éléments.

! (Un nombre stœchiométrique « multiplie » le nombre d'éléments et le nombre de charges d'une entité.

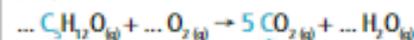
2. Loi de conservation de la charge électrique globale

– Le réactif limitant d'une transformation chimique est le premier réactif à être totalement consommé. C'est le réactif dont le rapport de la quantité de matière initiale sur le nombre stœchiométrique est le plus petit.

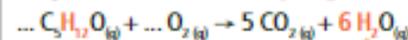
Exemple



☑ Ajustement de l'élément **carbone**



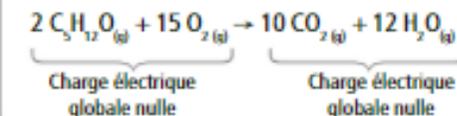
☑ Ajustement de l'élément **hydrogène**



☑ Ajustement de l'élément **oxygène**



☑ Nombres stœchiométriques entiers



$$\text{Si } \frac{n_1(\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O})}{2} < \frac{n_1(\text{O}_2)}{15}$$

alors $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ est le réactif limitant.

Remarque Si $\frac{n_1(\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O})}{2} = \frac{n_1(\text{O}_2)}{15}$

alors les deux réactifs sont limitants, ils sont dans les proportions des nombres stœchiométriques. Le mélange est dit stœchiométrique.

Tableau d'avancement et bilan de matière

Tableau d'avancement

Un tableau d'avancement décrit l'évolution des quantités de matière des réactifs et des produits lors d'une transformation à l'aide de l'avancement x exprimé en moles.

Quantités de matière initiales des réactifs

Équation de la réaction		$aA + bB \rightarrow cC + dD$			
État du système	Avancement (en mol)	Quantité de matière (en mol)			
État initial	$x = 0$	$n_1(A)$	$n_1(B)$	0	0
État intermédiaire	x	$n_1(A) - ax$	$n_1(B) - bx$	$0 + cx$	$0 + dx$
État final	$x = x_f$	$n_1(A) - ax_f$	$n_1(B) - bx_f$	$0 + cx_f$	$0 + dx_f$

Les quantités de matière des réactifs diminuent (signe -)

Celles des produits augmentent (signe +)

Remarque Pour une espèce en large excès, on indique « excès » dans la colonne correspondante.

Composition à l'état final pour une transformation totale

Pour une transformation totale, au moins un des réactifs est entièrement consommé : c'est le réactif limitant.

Dans ce cas, l'avancement final x_f est égal à l'avancement maximal x_{\max} .

Méthode

1. Supposer que chaque réactif est limitant et résoudre les équations.

⇒ Fiche 35

2. Comparer les valeurs obtenues : x_{\max} est la plus petite valeur, elle correspond au réactif limitant.

Exemple

Hypothèse : A est le réactif limitant d'où

$$n_1(A) - ax_{\max} = 0 \text{ soit } x_{\max} = \frac{n_1(A)}{a}$$

Hypothèse : B est le réactif limitant d'où

$$n_1(B) - bx_{\max} = 0 \text{ soit } x_{\max} = \frac{n_1(B)}{b}$$

$$\text{Si } \frac{n_1(A)}{a} < \frac{n_1(B)}{b} \text{ alors A est le réactif limitant.}$$

$$\text{Si } \frac{n_1(B)}{b} < \frac{n_1(A)}{a} \text{ alors B est le réactif limitant.}$$

- Pour déterminer la composition à l'état final, il faut calculer les quantités de matière des réactifs et des produits à partir de x_{\max} .
- Dans le cas d'un mélange stœchiométrique, les quantités de matière initiales des réactifs sont dans les proportions de leurs nombres stœchiométriques :

$$\frac{n_1(A)}{a} = \frac{n_1(B)}{b}$$

À l'état final, tous les réactifs sont entièrement consommés (x_{\max} a la même valeur) et seuls les produits et les éventuelles espèces spectatrices sont présents.

Géométrie et polarité d'une molécule

Géométrie d'une entité

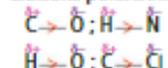
La géométrie d'une entité se détermine à partir de son schéma de Lewis. Les doublets d'électrons de valence, **liants** et **non liants**, s'écartent au maximum pour **minimiser les répulsions**.

<p>Linéaire*</p>	* Les molécules diatomiques sont linéaires.	
<p>Triangulaire</p>	<p>Coudée</p>	
<p>Tétraédrique</p>	<p>Pyramidale à base triangulaire</p>	<p>Coudée</p>

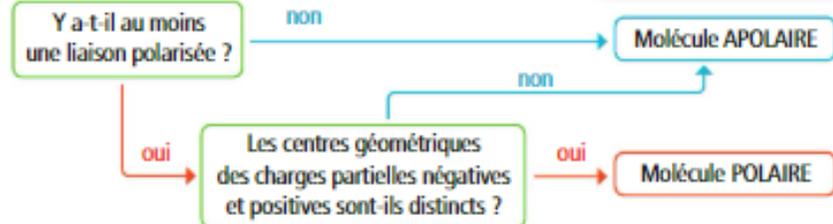
Polarité d'une entité

• Une liaison entre deux atomes différents est polarisée si la différence d'électronégativité entre les deux atomes est supérieure à 0,4. L'atome le plus électronégatif porte une charge partielle négative δ^- .

Liaisons polarisées



Liaison non polarisée



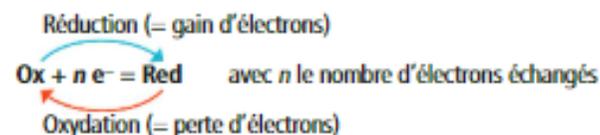
Réaction d'oxydoréduction

Couple oxydant/réducteur Ox/Red

- Dans un couple noté Ox/Red, le réducteur perd un ou plusieurs électrons tandis que l'oxydant en gagne.
- La demi-équation modélise la réduction d'un oxydant en son réducteur conjugué et réciproquement l'oxydation d'un réducteur en son oxydant conjugué :

Astuce

oxydAnt : gAgne
réductEur : pErd



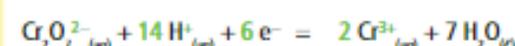
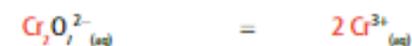
Méthode

Pour établir une demi-équation, conserver :

1. le ou les éléments communs au couple;
2. l'élément oxygène par ajout de molécules $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$;
3. l'élément hydrogène par ajout d'ions $\text{H}^+_{(aq)}$;
4. la charge électrique par ajout d'électrons e^- .

Exemple

Couple $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$



Équation d'oxydo-réduction

Une réaction d'oxydo-réduction met en jeu un **transfert d'électrons entre le réducteur d'un couple et l'oxydant d'un autre couple**. Les électrons n'apparaissent pas dans l'équation établie en combinant les demi-équations des deux couples.

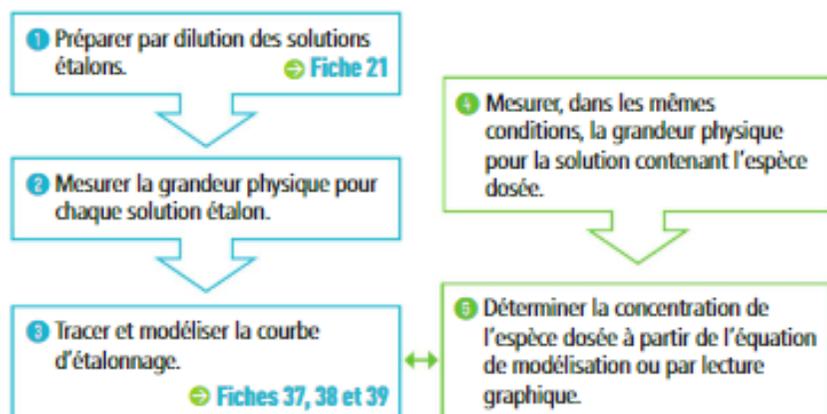
- Demi-équation du couple Ox_1/Red_1 : $\text{Red}_1 = \text{Ox}_1 + n_1 e^- \quad \times n_2$
- Demi-équation du couple Ox_2/Red_2 : $\text{Ox}_2 + n_2 e^- = \text{Red}_2 \quad \times n_1$
- Équation d'oxydo-réduction : $n_2 \text{Red}_1 + n_1 \text{Ox}_2 \rightarrow n_2 \text{Ox}_1 + n_1 \text{Red}_2$

Dosage par étalonnage

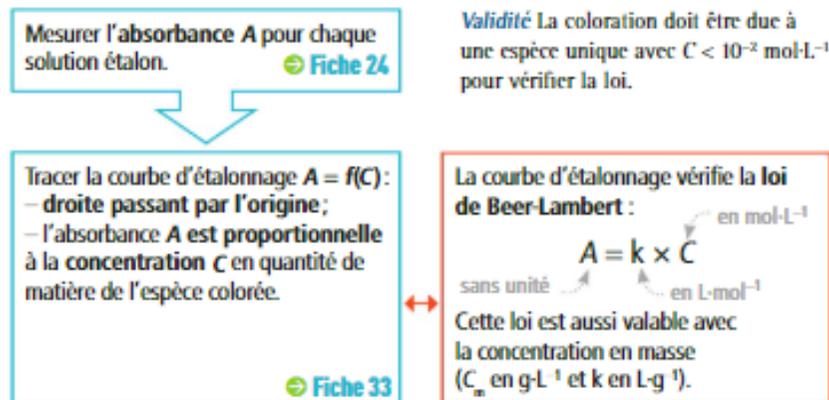
Lors d'un dosage, on détermine la **concentration en quantité de matière** ou la **concentration en masse** d'une espèce dans une solution.

Principe d'un dosage par étalonnage

- Il s'agit de mesurer une **grandeur physique donnée** :
 - pour des solutions étalons contenant la même espèce que celle dosée à des concentrations connues différentes ;
 - pour la solution contenant l'espèce dosée.
- Différentes étapes d'un dosage par étalonnage :



Dosage colorimétrique d'une espèce colorée



Titrages (hatier-clic.fr/cpc086)

Principe d'un titrage

- C'est une technique de dosage qui s'appuie sur la réaction entre un **réactif titré** dont on cherche la **quantité de matière** (pour, si nécessaire, en déduire sa concentration) et un **réactif titrant** dont on connaît la concentration.
- La réaction support du titrage doit être **rapide, totale et unique** (l'espèce titrée ne réagit qu'avec l'espèce titrante).

Remarque Il peut s'agir d'une réaction d'oxydo-réduction ou d'une réaction acide-base.

Définition de l'équivalence

À l'équivalence du titrage du réactif titré A par le réactif titrant B dont l'équation de la réaction du titrage est :

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

$$V_{\text{titrant}} = V_{\text{t}}$$

V_{titrant} : volume versé de réactif titrant
 V_{t} : volume équivalent

Les réactifs **titrant** et **titré** sont introduits dans les proportions des **nombre stœchiométriques** : ils sont entièrement consommés.

Remarque Pour $V_{\text{titrant}} < V_{\text{t}}$, le réactif limitant est l'espèce titrante, pour $V_{\text{titrant}} > V_{\text{t}}$, c'est l'espèce titrée.

$$\frac{n_{\text{t}}(A)}{a} = \frac{n_{\text{t}}(B)}{b} \text{ soit } \frac{C_{\text{A}} \times V_{\text{A}}}{a} = \frac{C_{\text{B}} \times V_{\text{B}}}{b}$$

Titrage avec suivi colorimétrique

L'équivalence est repérée par un **changement de couleur**.

Réactif coloré	La coloration
titré	disparaît
titrant	apparaît

Remarque Si les réactifs sont incolores, on ajoute un indicateur coloré. Pour un indicateur acido-basique, le pH à l'équivalence doit être dans sa zone de virage.

Molécules organiques

Une molécule organique comporte des atomes de carbone et d'hydrogène.

Formule semi-développée et structure

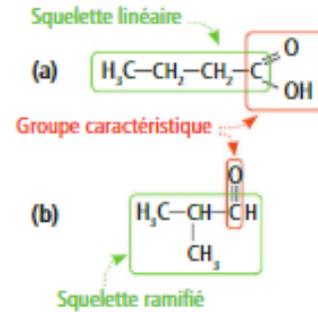
• La **formule semi-développée** indique les liaisons entre les atomes de la molécule **excepté celles impliquant les atomes d'hydrogène**.

• L'**enchaînement des atomes de carbone** forme une chaîne appelée **squelette carboné**.

Remarque Un squelette carboné est saturé si les liaisons carbone-carbone sont simples. Sinon, il est insaturé. Il peut être linéaire, ramifié ou cyclique.

• Un **groupe caractéristique** indique l'appartenance à une famille.

Exemples :

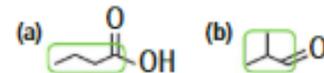


Groupe	Formule	Famille	Groupe	Formule	Famille
Hydroxyle	-OH	Alcool	Ester	<chem>COOC</chem>	Ester
Carbonyle	<chem>C=O</chem>	Aldéhyde (groupe lié à un hydrogène)	Amine	<chem>CN</chem>	Amine
		Cétone (groupe lié à deux carbones)	Amide	<chem>CON</chem>	Amide
Carboxyle	<chem>COOH</chem>	Acide carboxylique	Halogéno-alcane	-X avec X: F, Cl, Br ou I	Halogéno-alcane

Formule topologique

Le **squelette carboné** est représenté par une **ligne brisée** avec les éventuelles ramifications. Les atomes des liaisons C-C et C-H ne sont pas représentés.

Exemples : pour les molécules précédentes



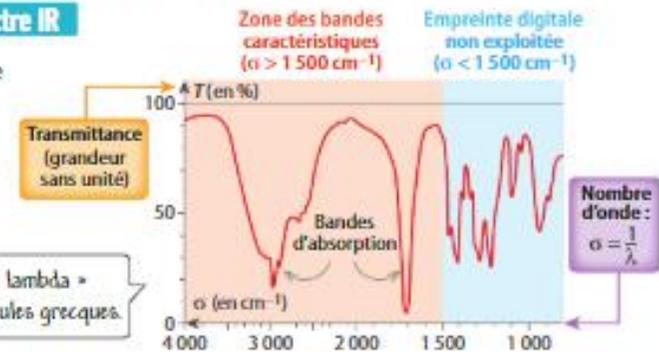
Spectroscopie infrarouge

Certaines liaisons absorbent les radiations infrarouges auxquelles elles sont soumises, provoquant l'apparition de bandes d'absorption sur un spectre infrarouge.

Allure d'un spectre IR

T = 100 % : absence d'absorption.

T diminue s'il y a absorption (bandes vers le bas).



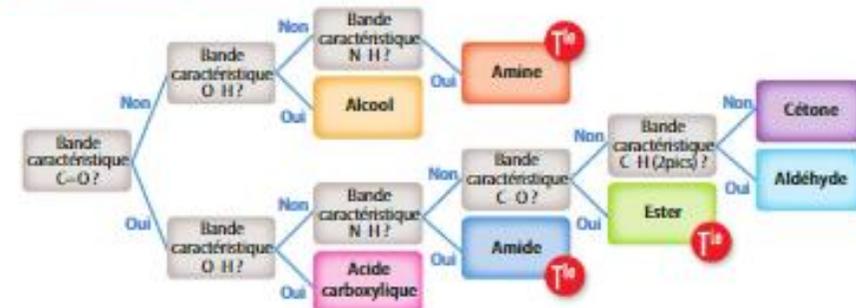
σ = sigma = et λ = lambda = sont des lettres minuscules grecques.

• Bandes d'absorption caractéristiques :



Remarques • Une liaison O-H liée est impliquée dans un pont hydrogène.
• Bande caractéristique C-O à 1200 cm^{-1} (dans l'empreinte digitale).

Identification de liaisons et familles



1. Identifier le **groupe caractéristique**. Indiquer la composition du nom associé à la famille correspondante.

Famille	Nom	Famille	Nom
Alcool	...ol	Ester	...oate d'(alkyle)
Aldéhyde	...al	Amine	...amine
Cétone	...one	Amide	...amide
Acide carboxylique	acide ...oïque	Halogéno-alcane	fluoro...e chloro...e bromo...e iodo...e

2. Numérotter la **chaîne carbonée la plus longue** contenant le **groupe caractéristique** afin qu'il ait le **plus petit numéro**. Indiquer son nom, lié au nombre d'atomes de carbone.

Nombre d'atomes	1	2	3	4
Nom	méthan...	éthan...	propan...	butan...

Nombre d'atomes	5	6	7	8
Nom	pentan...	hexan...	heptan...	octan...

3. Nommer les **groupes alkyles** : leur nom est donné par le nombre d'atomes de carbone en remplaçant -an par -yl.

4. Nommer la molécule en indiquant dans l'ordre :

- les positions et noms des groupes alkyles par ordre alphabétique (sans tenir compte du préfixe éventuel) ;
- le nom de la chaîne la plus longue ;
- la position du groupe et le nom de la famille.

Le nom d'une amine ou d'un amide substitué par un groupe alkyle est précédé de N-alkyl.

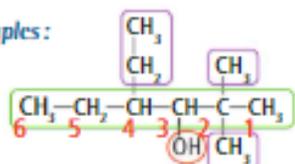
Numérotter le groupe alkyle d'un ester à partir de l'atome de carbone lié à l'oxygène.

Utiliser un préfixe (di, tri, etc.) si un groupe est présent plusieurs fois.

Remarque

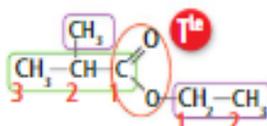
Ne pas indiquer la position 1 d'un groupe caractéristique en extrémité de chaîne.

Exemples :



4-éthyl-2,2-diméthylhexan-3-ol

Deux chiffres sont séparés par une virgule, un chiffre et une lettre par un tiret.



2-méthylpropanoate d'éthyle

Mouvement d'un objet

Description du mouvement

Le mouvement d'un objet est décrit par rapport à un objet de référence, appelé référentiel.

La passagère est immobile dans le référentiel du train et en mouvement dans le référentiel des rails.



Pour décrire le mouvement d'un objet dans un référentiel choisi, il faut connaître...

sa TRAJECTOIRE

C'est l'ensemble des positions de l'objet au cours du mouvement.

l'évolution de sa VITESSE

Elle peut augmenter, rester constante ou diminuer.

Exemples de mouvements :

La vitesse	augmente	reste constante	diminue
La trajectoire est			
une droite	Mouvement rectiligne accéléré	Mouvement rectiligne uniforme	Mouvement rectiligne ralenti
un cercle	Mouvement circulaire accéléré	Mouvement circulaire uniforme	Mouvement circulaire ralenti

Vitesse

La vitesse d'un objet...

est définie par

- sa **direction** (horizontale, verticale, etc.) ;
- son **sens** (vers le bas, vers le haut, etc.) ;
- sa **valeur v**.

est représentée par un segment fléché

- qui indique la **direction** (la droite (AB)) ;
- qui indique le **sens** (de A vers B) ;
- dont la longueur est proportionnelle à la **valeur v**.



Remarque

La notation Δt (que l'on prononce « delta t ») indique une durée. C'est la différence entre l'instant final et l'instant initial : $\Delta t = t_f - t_i$

Vitesse moyenne

Vitesse moyenne (en m/s ou en km/h) $v = \frac{d}{\Delta t}$

Distance parcourue (en m ou en km)

Durée du parcours (en s ou en h)

- L'unité légale de la vitesse est le **mètre par seconde (m/s ou m·s⁻¹)**.
- La vitesse est souvent exprimée dans son unité usuelle, le **kilomètre par heure (km/h ou km·h⁻¹)**.

Conversions



Exemples

- La Station spatiale internationale tourne autour de la Terre à une vitesse d'environ 7 700 m/s : $7\,700 \text{ m/s} = 7\,700 \times 3,6 = 27\,720 \text{ km/h}$
- Un véhicule roule à une vitesse moyenne de 90 km/h : $90 \text{ km/h} = 90 \div 3,6 = 25 \text{ m/s}$

Utiliser la vitesse

Pour calculer une **distance** :

$$d = v \times \Delta t$$

Pour calculer une **durée** :

$$\Delta t = \frac{d}{v}$$

Vecteur vitesse

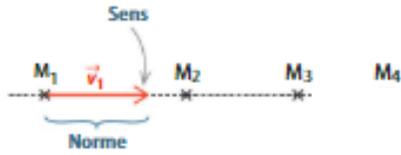
Vecteur vitesse du point M à la position i

$$\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{MM_{i+1}}}{\Delta t}$$

Vecteur déplacement entre deux positions successives du point M
Durée $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ entre les deux positions

Caractéristiques du vecteur vitesse :

- direction : celle du segment $[M, M_{i+1}]$;
- sens : celui du mouvement ;
- norme : proportionnelle à la valeur de la vitesse selon l'échelle.



Valeur de la vitesse (en $m \cdot s^{-1}$)

$$v_i = \frac{MM_{i+1}}{\Delta t}$$

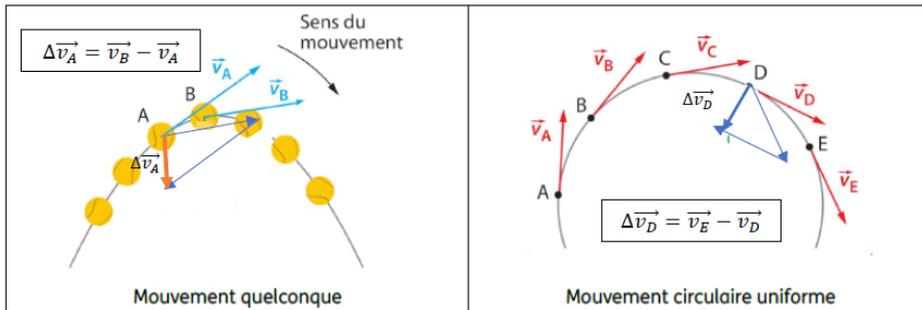
Distance entre deux positions successives (en m)
Durée entre ces deux positions (en s)

Vecteur vitesse et mouvement

Mouvement rectiligne UNIFORME	Mouvement rectiligne NON UNIFORME
\vec{v} ne varie pas	\vec{v} varie
 $\vec{v}_1 = \vec{v}_2 = \vec{v}_3 = \vec{v}_4$	 $\vec{v}_1 \neq \vec{v}_3$ Accélééré si $v_3 > v_1$ Décélééré si $v_3 < v_1$

Vecteur variation de vitesse

$$\Delta \vec{v}_i = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_i$$



Poids, force de pesanteur

Le poids \vec{P} d'un objet est la force d'attraction exercée par la Terre sur l'objet.



Une fois lancée, la balle n'interagit qu'avec la Terre.
On représente cette interaction par un diagramme objet-interaction.

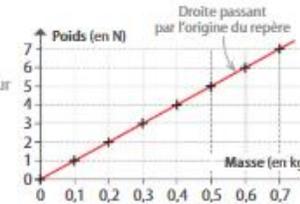


Relation entre poids et masse

Le poids et la masse sont deux grandeurs proportionnelles.

$$P = m \times g$$

Masse (en kg) → Intensité de la pesanteur (en N/kg)
Poids (en N)



Remarque L'intensité de la pesanteur g dépend de l'altitude du lieu sur la Terre.
En moyenne, sur Terre, $g = 9,8 \text{ N/kg}$.

Ne pas confondre !

Poids	force	mesuré avec un dynamomètre	exprimé en newtons (N)	dépend de l'altitude du lieu
Masse	liée à la quantité de matière de l'objet	mesurée avec une balance	exprimée en kilogrammes (kg)	invariable

Représentation du poids \vec{P}

Exemple : une balle de masse $m = 56 \text{ g}$

Caractéristiques	Représentation
<ul style="list-style-type: none"> • Direction (---) : verticale • Sens (>) : vers le bas • Valeur : $P = m \times g$ $P = 0,056 \times 9,8 = 0,55 \text{ N}$ 	Avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,5 \text{ N}$, le segment fléché représentant \vec{P} mesure 1,1 cm.

Modélisation d'une interaction



Dans un référentiel donné, le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ d'un système de masse m pendant la durée très courte Δt et la somme de forces $\sum \vec{F}_{ext}$ appliquées au système sont reliées de façon approchée par :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \times \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \rightarrow \sum \vec{F}_{ext} \text{ et } \Delta\vec{v} \text{ sont colinéaires et de même sens}$$

Principe d'inertie (1^{re} loi de Newton)

<p>Système immobile ou en mouvement rectiligne uniforme</p> <p>$\vec{v}_G = \vec{0}$ ou \vec{v}_G ne varie pas (même direction, même sens et même norme)</p> <p><i>Exemple</i> : un palet de hockey sur la glace en mouvement rectiligne uniforme</p> <p>Situation : </p> <p>Modélisation par un point : </p>	<p>Les forces extérieures se compensent</p> <p>Somme vectorielle des forces extérieures nulles : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$</p> <p>Bilan des forces :</p> <ul style="list-style-type: none"> • poids \vec{P} • force \vec{F} exercée par la glace sur le palet <p>Principe d'inertie : $\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$</p>
--	---

Contraposée du principe d'inertie

<p>Les forces extérieures ne se compensent pas</p> <p>Somme vectorielle des forces extérieures non nulle : $\sum \vec{F}_{ext} \neq \vec{0}$</p> <p><i>Exemple</i> : un système en chute libre (ici, sans vitesse initiale)</p> <p>Bilan des forces :</p> <ul style="list-style-type: none"> • poids \vec{P} 	<p>Système ni immobile ni en mouvement rectiligne uniforme</p> <p>\vec{v}_G varie</p> <ul style="list-style-type: none"> • $G_1 \times$ • $G_2 \times \vec{v}_2$ • $G_3 \times \vec{v}_3$ • $G_4 \times$ <p>$\vec{v}_2 \neq \vec{v}_3$ \vec{v}_G varie</p>
--	--

Principe des actions réciproques (3^e loi de Newton)

Si un système A exerce une force sur un système B, alors le système B exerce simultanément une force réciproque sur le système A. Les forces \vec{F}_{AB} et \vec{F}_{BA} ont la même direction, la même valeur mais des sens opposés : $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$.

Exemple : les forces d'interaction gravitationnelle

Champ de gravitation et électrostatique

Loi d'interaction gravitationnelle et loi de Coulomb

<p>Loi d'interaction gravitationnelle</p> <p>⇒ Fiches 6 et 7</p>	<p>Forces attractives</p>	<p>$\vec{F}_{AB} = -G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \vec{u}$</p> <p><i>Remarque</i> \vec{u} est un vecteur unitaire dirigé de A vers B de norme égale à 1.</p>
<p>Loi de Coulomb (entre deux systèmes A et B immobiles de charges respectives q_A et q_B, séparés d'une distance d)</p>	<p>q_A et q_B de même signe : forces répulsives</p> <p>q_A et q_B de signes opposés : forces attractives</p>	<p>$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} = +k \times \frac{q_A \times q_B}{d^2} \vec{u}$</p> <p>en N en C</p> <p>$F_{AB} = F_{BA} = k \times \frac{ q_A \times q_B }{d^2}$</p> <p>$k$: constante de Coulomb $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$</p> <p>en m</p>

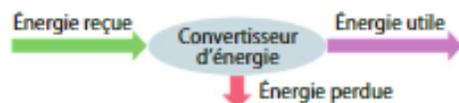
Champ de gravitation et champ électrostatique

<p>Champ gravitationnel créé par une masse m_A en un point B</p>	<p>$\vec{g} = \frac{\vec{F}_{AB}}{m_B} = -G \times \frac{m_A}{d^2} \vec{u}$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Même direction que \vec{F}_{AB} • Même sens que \vec{F}_{AB} • Valeur en $\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$ <p><i>Remarque</i> À la surface de la Terre, \vec{g} s'identifie au champ de pesanteur \vec{g}.</p>
<p>Champ électrostatique créé par une charge q_A en un point B</p>	<p>$\vec{E} = \frac{\vec{F}_{AB}}{q_B} = +k \times \frac{q_A}{d^2} \vec{u}$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Même direction que \vec{F}_{AB} • Sens vers q_A si $q_A < 0$, sinon sens contraire • Valeur en $\text{N}\cdot\text{C}^{-1}$ ou $\text{V}\cdot\text{m}^{-1}$

Energie et bilan énergétique

Il existe **différentes formes d'énergie** : lumineuse, nucléaire, thermique, chimique, électrique et mécanique. L'énergie peut être **convertie** d'une forme en une autre.

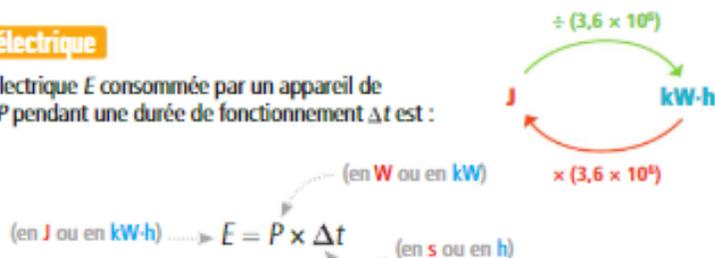
Le **bilan énergétique** représente les conversions d'énergie :



Il traduit la conservation de l'énergie : $E_{reçue} = E_{utile} + E_{perdue}$

Energie électrique

L'énergie électrique E consommée par un appareil de puissance P pendant une durée de fonctionnement Δt est :



$$E = P \times \Delta t$$

(en J ou en kW-h) (en W ou en kW) (en s ou en h)

Remarque La puissance P (en W) d'un appareil soumis à une tension U (en V) et parcouru par un courant d'intensité I (en A) est : $P = U \times I$.

Energies du mouvement

- L'énergie cinétique E_c d'un système de masse m en mouvement avec une vitesse de valeur v est :

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

(en J) (en m·s⁻¹) (en kg)

- L'énergie mécanique E_m dépend de la vitesse et de la position d'un système. C'est la somme de son énergie cinétique E_c et de son énergie potentielle de position E_{pp} (aussi appelée énergie potentielle de pesanteur) :

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

(en J) (en J) (en J)

Energie du mouvement

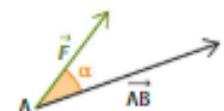
Energie et travail d'une force constante

- Le **travail** $W_{AB}(\vec{F})$ d'une force constante \vec{F} s'exerçant sur un système se déplaçant de A vers B est un mode de transfert d'énergie :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos(\alpha)$$

en J en N en m

Une force constante conserve la même direction, le même sens et la même valeur.



Si $W_{AB}(\vec{F})$ est **indépendant** (resp. **dépendant**) du chemin suivi, alors \vec{F} est une force **conservative** (resp. **non conservative**).

- Théorème de l'énergie cinétique**

$$\Delta E_c = E_c(B) - E_c(A) = \sum W_{AB}(\vec{F})$$

Variation de l'énergie cinétique Somme des travaux des forces (en J)

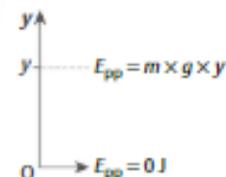
Δ « delta » et Σ « sigma » sont des lettres majuscules grecques.

Energies et forces conservatives ou non conservatives

- L'énergie potentielle de pesanteur est associée au poids (force conservative) :

$$E_{pp} = m \times g \times y$$

en J en kg en N·kg⁻¹ en m



- L'énergie mécanique E_m d'un système soumis à des forces conservatives et/ou non conservatives $\vec{F}_{non\ cons.}$:

- se conserve si $W_{AB}(\vec{F}_{non\ cons.}) = 0$

$$\Delta E_m = E_m(B) - E_m(A) = 0$$

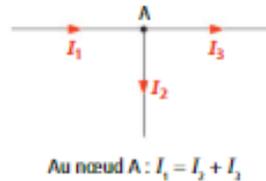
- ne se conserve pas si $W_{AB}(\vec{F}_{non\ cons.}) \neq 0$

$$\Delta E_m = E_m(B) - E_m(A) = \sum W_{AB}(\vec{F}_{non\ cons.})$$

Loi des nœuds

Loi des nœuds

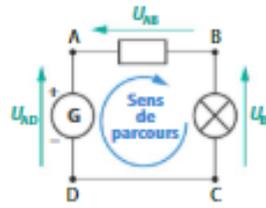
Dans un circuit, la somme des intensités des courants arrivant sur un nœud (point de connexion entre au moins trois dipôles) est égale à la somme des intensités des courants qui en partent.



Loi des mailles

Dans une maille orientée (c'est-à-dire une boucle fermée dont le sens de parcours est arbitrairement fixé), une tension U est affectée d'un signe.

Sens de parcours et flèche de la tension U	De même sens	De sens contraire
Signe affecté à la tension U	+	-



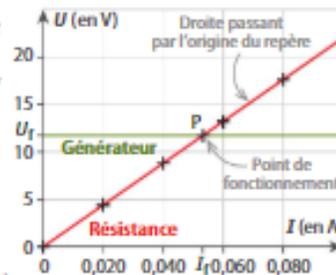
Dans la maille ABCDA :
 $U_{AD} - U_{AB} - U_{BC} = 0$.

Loi des mailles

Dans une maille orientée, la somme des tensions affectées de leur signe est nulle.

Caractéristique tension-courant

- La caractéristique tension-courant d'un dipôle est la représentation graphique $U = f(I)$ de la tension U à ses bornes en fonction de l'intensité I du courant qui le traverse.
- Pour un conducteur ohmique de résistance R , la caractéristique $U = f(I)$ est la droite passant par l'origine modélisée par la relation donnée par la loi d'Ohm :



Tension (en V) $\rightarrow U = R \times I$ \leftarrow Intensité (en A)
 Résistance (en Ω)

Remarque Le point de fonctionnement P d'un circuit est le point d'intersection des caractéristiques du générateur et du dipôle récepteur branché en série.

Comportement d'un fluide

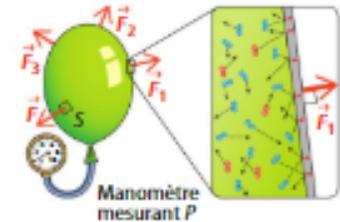
Un fluide est un gaz ou un liquide constitué d'entités en mouvement incessant et désordonné. La pression, la température (liée à l'agitation des entités) et la masse volumique sont les grandeurs macroscopiques décrivant le comportement d'un fluide.

Force pressante et pression

Les chocs des entités d'un fluide sur une paroi sont à l'origine d'une force pressante \vec{F} :

- direction : **perpendiculaire à la paroi** ;
- sens : **du fluide vers la paroi** ;
- valeur :

Valeur de la force pressante (en N) $F = P \times S$ Aire de la paroi (en m^2)
 Pression (en Pa)



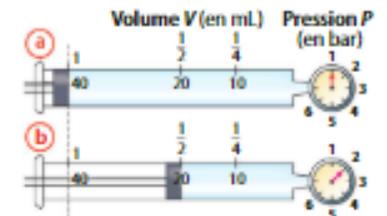
Remarque Un manomètre mesure la pression en bars :
 $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.

Loi de Mariotte

À une température fixée et pour une quantité de matière de gaz donnée :

$$P \times V = \text{constante}$$

Remarque Cette loi est valable quelles que soient les unités de la pression et du volume du gaz.



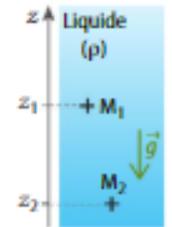
Loi fondamentale de la statique des fluides

La différence de pression ($P_1 - P_2$) entre les points M_1 et M_2 d'un liquide est proportionnelle à la différence d'altitude ($z_2 - z_1$) :

$$P_1 - P_2 = \rho \times g \times (z_2 - z_1)$$

en Pa en $kg \cdot m^{-3}$ en m
 en $N \cdot kg^{-1}$

ρ « rho » est une lettre minuscule grecque.



Lentille convergente (hatier-clic.fr/cpc106)

Une lentille est un milieu transparent limité par deux surfaces dont au moins une n'est pas plane. Elle est :

- mince si l'épaisseur au centre est faible par rapport aux rayons de courbure des faces ;
- convergente si les bords sont plus minces que le centre.

Construction de l'image d'un objet

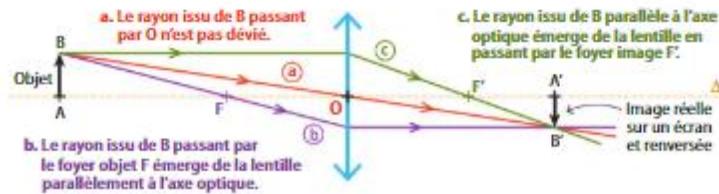
Une lentille mince convergente est caractérisée par :

- son centre optique O ;
- son foyer image F' ;
- son foyer objet F, symétrique du foyer image par rapport à O.

La distance OF' est la distance focale, notée f'.



Les rayons du Soleil parallèles entre eux convergent au foyer image F'



Remarque : L'image d'un objet très éloigné se situe au foyer image.

Position et taille d'un objet et de son image

Fiche

- OA, AB, OA' et A'B' sont des grandeurs algébriques. Leur longueur est affectée d'un signe qui dépend des conventions d'orientation :

- origine des axes au centre optique O ;
- axes horizontal et vertical orientés positivement respectivement vers la droite et vers le haut.

- Relation de conjugaison :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

- Relation de grandissement :

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

γ = gamma = est une lettre minuscule grecque.

Exemple : schéma à l'échelle 1



$$\begin{aligned} OA &= -1,2 \text{ cm} ; AB = +0,6 \text{ cm} \\ OA' &= +3,3 \text{ cm} ; A'B' = -1,6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Remarques : OA, OA' et f' sont exprimés dans la même unité.

- Caractéristiques de l'image : OA' > 0 : réelle ; OA' < 0 : virtuelle.

$\gamma > 0$	$\gamma < 0$	$ \gamma > 1$	$ \gamma < 1$
Droite	Renversée	Plus grande que l'objet	Plus petite que l'objet

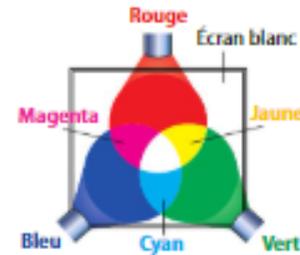
Synthèse additive et soustractive

Synthèses additive et soustractive

Synthèse additive

Superposition de lumières colorées à partir de trois couleurs primaires rouge, vert et bleu.

Exemples : couleurs d'un écran, vision des couleurs par l'œil

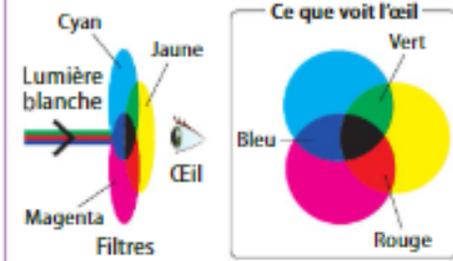


Deux couleurs sont complémentaires si elles donnent du blanc.

Synthèse soustractive

Absorption de lumières colorées d'une lumière incidente.

Exemples : impression d'encres, peintures



Deux couleurs sont complémentaires si elles donnent du noir.

Couleur d'un objet

La couleur perçue d'un objet dépend :

- de la couleur de la lumière incidente qui l'éclaire ;
- des couleurs des lumières qu'il absorbe, diffuse (cas d'un objet opaque) et transmet (cas d'un objet transparent).

Exemple :

Éclairé en lumière magenta, un filtre jaune absorbe la lumière bleue et transmet la lumière rouge : la couleur perçue est le rouge.



Dispersion de la lumière blanche

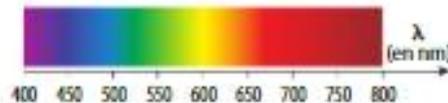
La lumière blanche peut être dispersée par un réseau ou un prisme : elle est séparée en ses différents rayonnements monochromatiques.



Prisme : milieu dispersif dont l'indice de réfraction dépend de la longueur d'onde λ .

Différents rayonnements monochromatiques caractérisés par une longueur d'onde λ dans le vide ou dans l'air

Le spectre de la lumière blanche est continu, il comporte tous les rayonnements visibles par l'œil humain.



Remarque La longueur d'onde λ s'exprime souvent en nanomètres (nm) ou en micromètres (μm).

➔ Multiples et sous-multiples

λ = lambda = est une lettre minuscule grecque.

Spectre d'émission

Montage expérimental		
Source lumineuse	Corps porté à haute température	Gaz excité à basse pression
Spectre	<p>Spectre continu</p>	<p>Spectre de raies d'émission Les raies sont caractéristiques du ou des éléments chimiques de la source lumineuse.</p>

Modèle particulaire et ondulatoire de la lumière

Deux modèles de la lumière

Modèle ondulatoire

- La lumière est une **onde électromagnétique**.
Pour le domaine visible du spectre : $400 \text{ nm} < \lambda < 800 \text{ nm}$.

Le diagramme ci-dessus illustre le spectre électromagnétique. L'axe vertical représente la fréquence ν (en Hz) sur une échelle logarithmique de 10^6 à 10^{22} . L'axe horizontal représente la longueur d'onde λ (en m) sur une échelle logarithmique de 10^{-14} à 10^2 . Les régions sont étiquetées : Rayons γ , Rayons X, UV, IR, Micro-ondes, et Ondes radio. Une zone étroite dans la région UV est marquée 'Visible'.

- Milieu de propagation : le **vide** ou tout milieu matériel transparent.
- Célérité (ou vitesse de propagation) : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dans le vide et dans l'air.
- Relation entre longueur d'onde λ et fréquence ν :

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

en m \rightarrow λ \leftarrow en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
 ν \leftarrow en Hz

⚠ La notation ν de la fréquence est différente de celle utilisée dans le cas d'une onde mécanique.

λ « lambda » et ν « nu » sont des lettres minuscules grecques.

Modèle particulaire

- La lumière est constituée de **photons**.
- Un photon porte un **quantum d'énergie E** :

Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

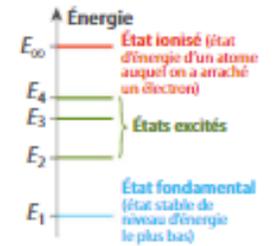
$$E = h \times \nu = \frac{h \times c}{\lambda}$$

en J \rightarrow E \leftarrow en Hz \rightarrow ν \leftarrow en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
 λ \leftarrow en m

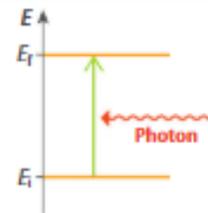
À cette échelle, l'électron-volt (eV) est une unité de l'énergie plus adaptée : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Interaction lumière-matière

- L'énergie d'un atome est **quantifiée** : elle ne peut prendre que certaines valeurs, représentées sur un diagramme de niveaux d'énergie.
- Deux phénomènes d'interaction lumière-matière peuvent se produire :



Absorption d'un photon



L'atome passe à un niveau d'énergie supérieur.
La longueur d'onde du photon absorbé est celle d'une raie noire du spectre d'absorption de l'atome.

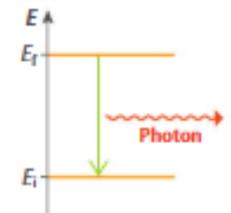
L'énergie E du photon absorbé ou émis est égale à la différence d'énergie ΔE entre les deux niveaux d'énergie :

$$\Delta E = |E_f - E_i|$$

$$\Delta E = h \times \nu = \frac{h \times c}{\lambda}$$

Δ « delta » est une lettre majuscule grecque.

Émission d'un photon



L'atome passe à un niveau d'énergie inférieur.
La longueur d'onde du photon émis est celle d'une raie colorée du spectre de raies d'émission de l'atome.

Remarque Les raies d'absorption et d'émission d'un atome ont les mêmes longueurs d'onde.

Onde progressive

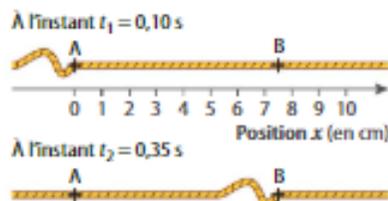
- C'est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel sans transport de matière et avec transfert d'énergie.
- Le retard τ est la durée séparant le passage de l'onde entre deux points alignés avec la source : $\tau = t_2 - t_1$ avec $t_2 > t_1$.
- La célérité v est la valeur de la vitesse de propagation de l'onde ; elle dépend du milieu de propagation :

Célérité (en $m \cdot s^{-1}$) $\rightarrow v = \frac{d}{\tau}$

Distance parcourue (en m) $\leftarrow d$

Retard (en s) $\leftarrow \tau$

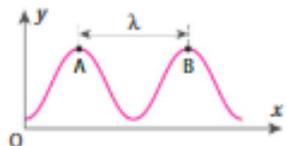
τ « tau » est une lettre minuscule grecque.



Onde progressive périodique (cas d'une onde progressive sinusoïdale)

- C'est une onde dont la perturbation en chaque point du milieu est périodique.

Longueur d'onde λ
= plus petite distance séparant deux points du milieu en phase (dans le même état vibratoire)



en m en s

$\lambda = v \times T$

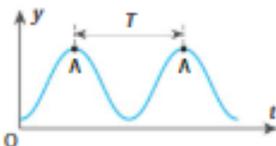
en $m \cdot s^{-1}$

ou

en $m \cdot s^{-1}$ en Hz

$\lambda = \frac{v}{f}$ avec $f = \frac{1}{T}$

Période T
= plus petite durée séparant deux perturbations identiques d'un même point du milieu

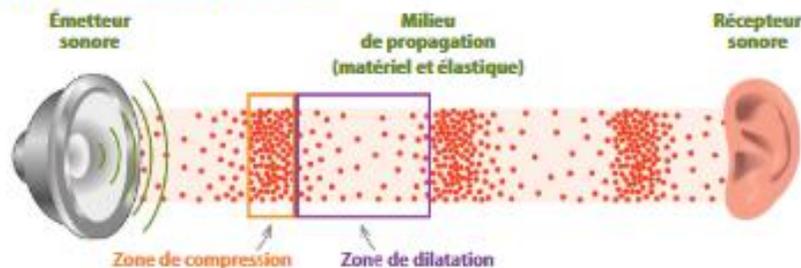


Un signal sonore est émis quand un émetteur sonore vibre.

Les vibrations de la membrane d'un haut-parleur permettent d'émettre un signal sonore.



Propagation d'un signal sonore



Remarque Un signal sonore ne se propage pas dans le vide car il n'y a pas de particules interagissant pour propager la vibration comme dans un milieu élastique.

- La valeur de la vitesse de propagation dépend de la nature du milieu de propagation et de sa température.

Milieu de propagation	Air*	Eau*
Valeur de la vitesse de propagation (en $m \cdot s^{-1}$)	340	1500

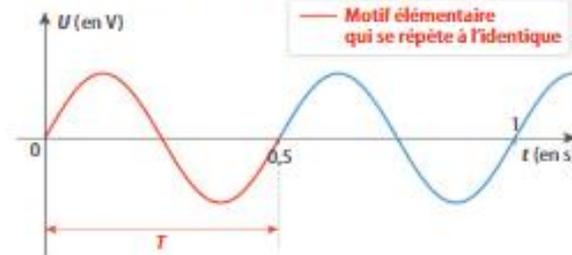
* Pour une température de 20 °C.

Période et fréquence

- Un signal sonore périodique comporte un motif élémentaire qui se répète à l'identique.
- Un microphone transforme un son en signal électrique de même période.

Période (en s) : durée d'un motif élémentaire

Fréquence f (en Hz) : nombre de motifs élémentaires par seconde



en Hz $\rightarrow f = \frac{1}{T}$ \leftarrow en s

Remarque Un signal sonore dont la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20 kHz est audible par l'être humain. Plus la fréquence est élevée, plus le son est aigu.

Formulaire

Quantité de matière

$$n = \frac{N}{6,02 \times 10^{23}}$$

sans unité → N
mol → n → mol⁻¹

$$n = \frac{m}{M}$$

g → m → g·mol⁻¹
mol → n → mol

$$n = \frac{V}{V_m}$$

L → V → L·mol⁻¹
mol → n → mol

Concentration en masse

$$C_m = \frac{m}{V}$$

g → m → g·L⁻¹
L → V → L

$$C_m = C \times M$$

g·mol⁻¹ → M → g·L⁻¹
mol·L⁻¹ → C → mol·L⁻¹

Concentration en quantité de matière

$$C = \frac{n}{V}$$

mol → n → mol·L⁻¹
L → V → L

Masse volumique

$$\rho = \frac{m}{V}$$

g → m → g·L⁻¹ ou g·mL⁻¹
L ou mL → V → L ou mL

$$\rho = d \times \rho_{\text{eau}}$$

g·L⁻¹ ou g·mL⁻¹ → ρ → sans unité
sans unité → d → g·L⁻¹ ou g·mL⁻¹

Force de gravitation

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

kg → m_A → kg
kg → m_B → kg
m → d → m
N → F_{A/B} → N

Force électrostatique

$$F_{A/B} = F_{B/A} = k \times \frac{|q_A| \times |q_B|}{d^2}$$

C → k → C
m → d → m
N → F_{A/B} → N

Énergie cinétique

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

J → E_c → J
kg → m → kg
m·s⁻¹ → v → m·s⁻¹

Énergie potentielle de pesanteur

$$E_{pp} = m \times g \times y$$

J → E_{pp} → J
kg → m → kg
N·kg⁻¹ → g → N·kg⁻¹
m → y → m

Énergie électrique

$$E = P \times \Delta t$$

J ou kW·h → E → J ou kW·h
W ou kW → P → W ou kW
s ou h → Δt → s ou h

Longueur d'onde

$$\lambda = v \times T$$

m → λ → m
m·s⁻¹ → v → m·s⁻¹
s → T → s

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

m → λ → m
m·s⁻¹ → c → m·s⁻¹
Hz → ν → Hz

Énergie d'un photon

$$E = h \times \nu$$

J → E → J
J·s → h → J·s
Hz → ν → Hz

