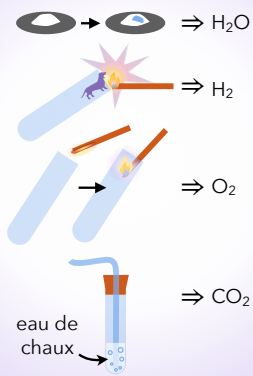


par des tests chimiques :



par des mesures physiques :

températures de
changement d'état

masse volumique

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

unité : kg/m^3

$$1 \text{ t}/\text{m}^3 = 1 \text{ kg}/\text{L} = 1 \text{ g}/\text{cm}^3$$

$$\rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$= 1 \text{ kg}/\text{L}$$

$$= 1 \text{ g}/\text{cm}^3$$

$$\rho_{\text{air}} \approx 1 \text{ g}/\text{L}$$

Échelle
macroscopique

Échelle
microscopique

espèce
chimique

entité
chimique

atomes

ou **molécules**



(assemblage
d'atomes)

ou **ions**

(entités chargées
électriquement)

corps
pur

température fixe

températures étalées

hétérogène

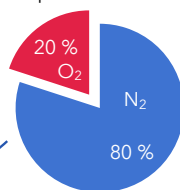
homogène

mélange

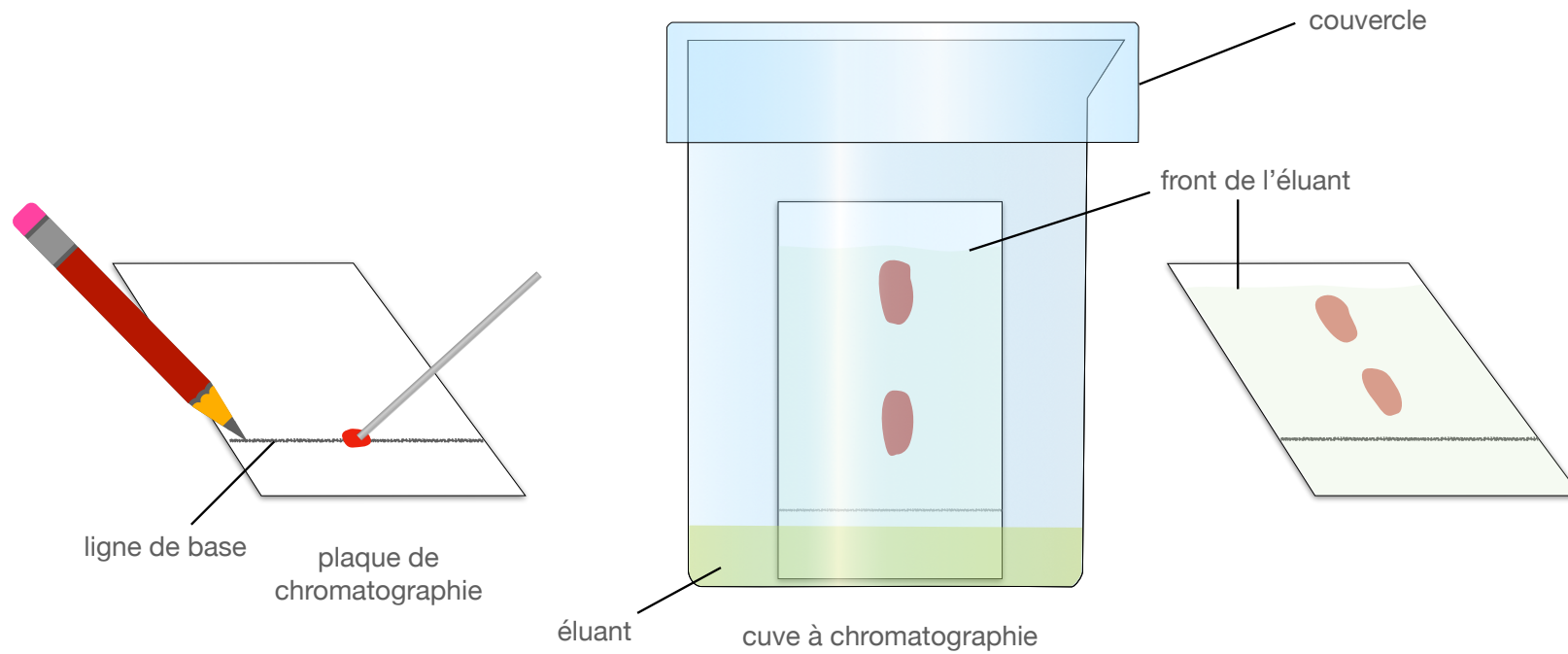
corps
pur

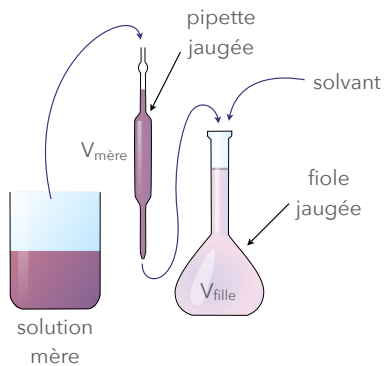
corps
pur

composition de l'air :



CHROMATOGRAPHIE SUR COUCHE MINCE





facteur de dilution :

$$F = \frac{C_{\text{mère}}}{C_{\text{fille}}} = \frac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}} = \frac{V_{\text{fiolle}}}{V_{\text{pipette}}}$$

Si le volume de la fiolle est 10 fois plus grand que le volume de la pipette, on a dilué 10 fois (F=10).

diluer =
ajouter du
solvant
⇒ $\searrow C$

dilution

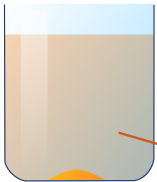
**concentration
en masse**

$$C_m = \frac{\text{masse soluté}}{\text{volume solution}}$$

unité : **g/L**

concentration
maximale d'un soluté

masse maximale d'un soluté
dissolvable dans 1 L de solution

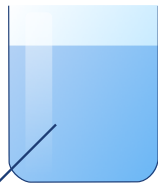


unité : **g/L**

solution
saturée

soluté (espèce **minoritaire**)
molécules ou ions
dispersés parmi les
molécules du solvant

SOLUTION



dissolution



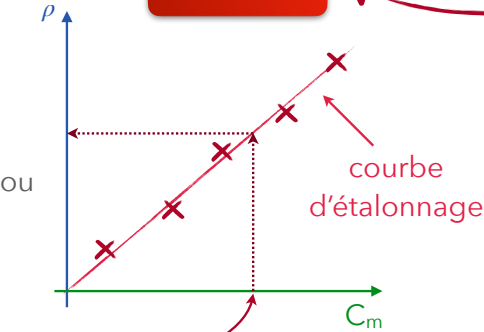
mélange
homogène

solvant
(espèce **majoritaire**)

solvant = eau

**solution
aqueuse**

**dosage par
étalonnage**

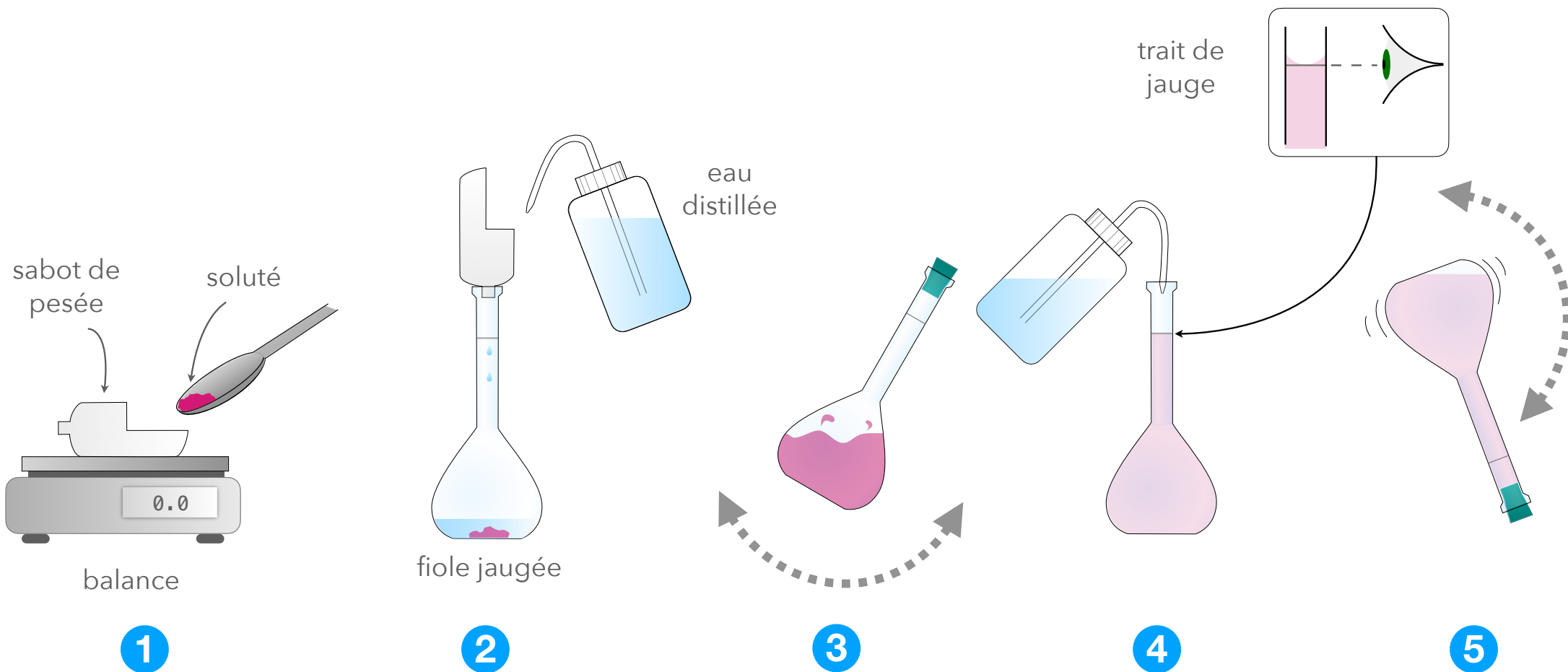


⚠

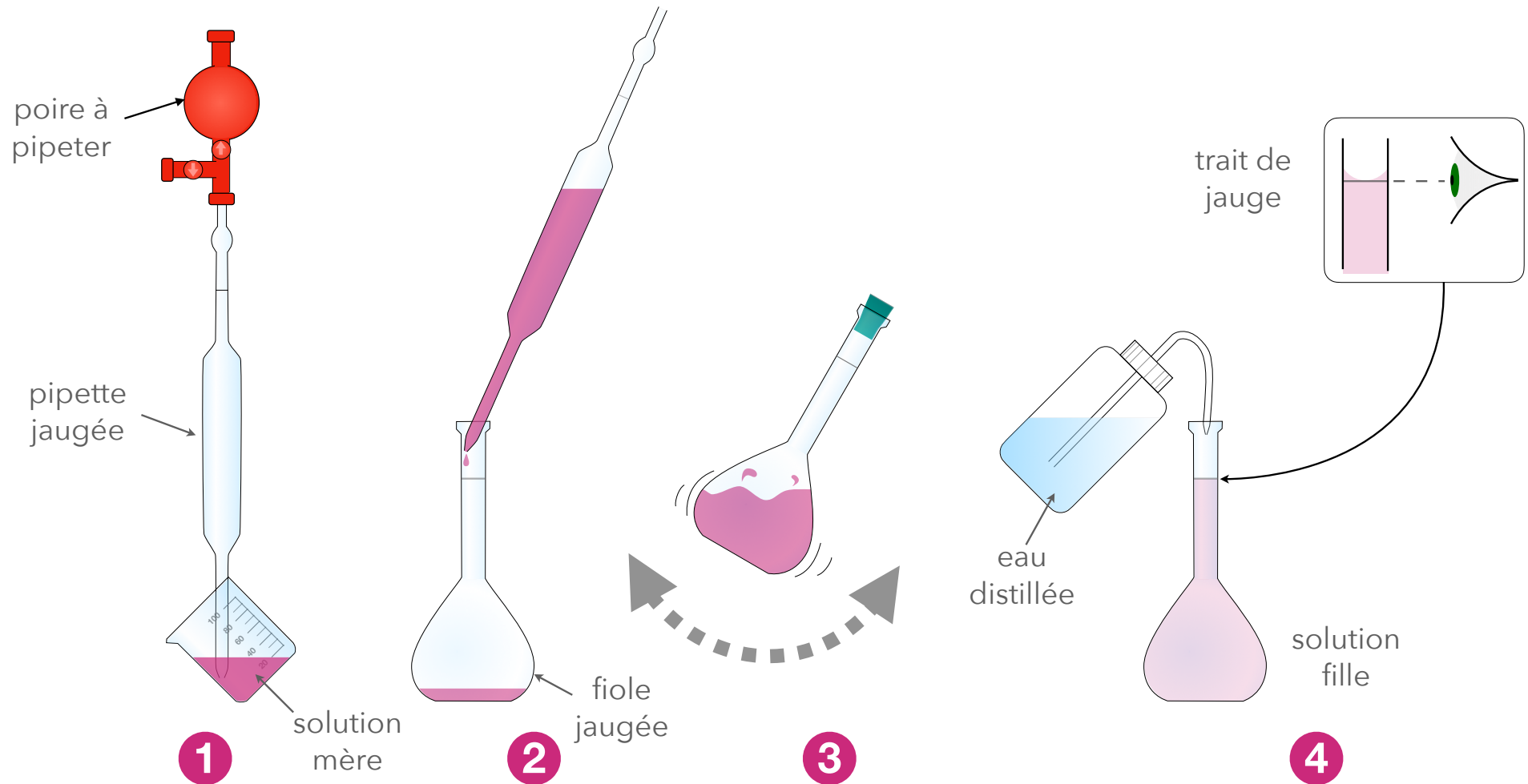
$$\rho \neq C_m$$

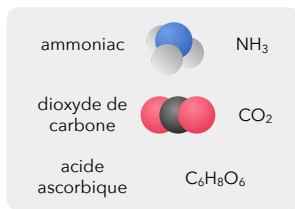
$$\frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}} \neq \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$$

PROTOCOLE DISSOLUTION



PROTOCOLE DILUTION





assemblage d'atomes

molécules

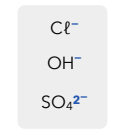
entités chimiques

ions

atome ou molécule portant une **charge électrique**

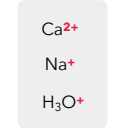
anions

charge **négative**



charge **positive**

cations



électroneutralité de la matière

La matière est toujours globalement **électriquement neutre** → toujours autant de **charges +** que de **charges -**

Dans un échantillon de matière contenant des ions chlorures Cl^- et des ions cuivre Cu^{2+} , il y aura 2 fois plus d'ions chlorures que d'ions cuivre !



ion = atome ou molécule ayant **gagné** ou **perdu** un ou plusieurs **électrons**

un **atome** étant **neutre**, il contient **autant de protons que d'électrons**

Un **élément chimique** est la classe des atomes dont le noyau compte un même nombre de protons (**même Z**).

les éléments chimiques sont tous répertoriés là

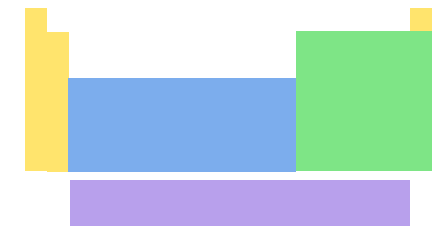
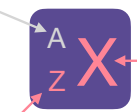


tableau périodique des éléments

écriture conventionnelle d'un noyau

nombre de masse = nombre de nucléons



symbole chimique = Majuscule parfois suivie d'une minuscule

numéro atomique = nombre de protons

à **chaque Z** correspond un **symbole unique**

nucléons

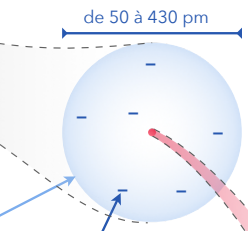
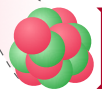
- proton**  charge : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ masse : $1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- neutron**  charge : 0 C masse : $1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

noyau

il concentre la majorité de la masse de l'atome

de 2 à 20 fm

près de 100 000 fois plus petit que l'atome



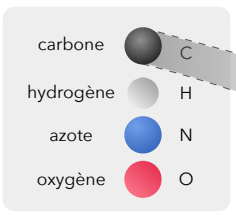
électron

charge : $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
masse : $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

2000 fois moins lourd qu'un nucléon

nuage électronique

responsable de la taille de l'atome



Les électrons de la couche extérieure, en cours de remplissage sont les **électrons de valence**.

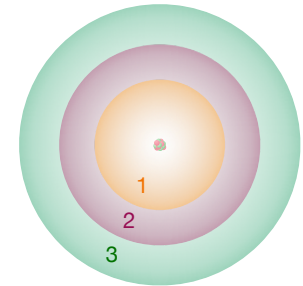
Ceux des couches intérieures sont appelés **électrons de cœur**.

bloc s sous-couches **bloc p**

1 H 1s ¹							2 He 1s ²
3 Li 1s ² 2s ¹	4 Be 1s ² 2s ²	5 B 1s ² 2s ² 2p ¹	6 C 1s ² 2s ² 2p ²	7 N 1s ² 2s ² 2p ³	8 O 1s ² 2s ² 2p ⁴	9 F 1s ² 2s ² 2p ⁵	10 Ne 1s ² 2s ² 2p ⁶
11 Na 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹	12 Mg 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ²	13 Al 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹	14 Si 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ²	15 P 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ³	16 S 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁴	17 Cl 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵	18 Ar 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶

La ligne **n** débute par le remplissage de la sous-couche **ns** (2s pour la 2^e ligne, 3s pour la 3^e, etc.)

1 H 1s ¹							2 He 1s ²
3 Li 1s ² 2s ¹	4 Be 1s ² 2s ²	5 B 1s ² 2s ² 2p ¹	6 C 1s ² 2s ² 2p ²	7 N 1s ² 2s ² 2p ³	8 O 1s ² 2s ² 2p ⁴	9 F 1s ² 2s ² 2p ⁵	10 Ne 1s ² 2s ² 2p ⁶
11 Na 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹	12 Mg 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ²	13 Al 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹	14 Si 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ²	15 P 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ³	16 S 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁴	17 Cl 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵	18 Ar 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶



ligne = **période**

configuration électronique de l'aluminium

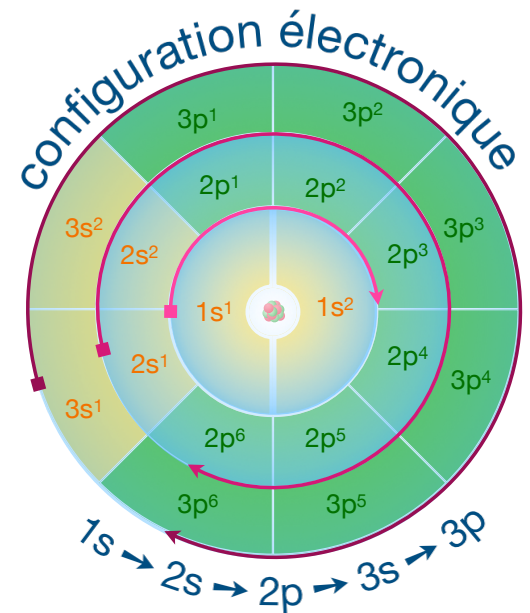
1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p¹

configuration électronique du néon configuration électronique de valence

[Ne] 3s² 3p¹

1 H 1s ¹							2 He 1s ²
3 Li [He] 2s ¹	4 Be [He] 2s ²	5 B [He] 2s ² 2p ¹	6 C [He] 2s ² 2p ²	7 N [He] 2s ² 2p ³	8 O [He] 2s ² 2p ⁴	9 F [He] 2s ² 2p ⁵	10 Ne [He] 2s ² 2p ⁶
11 Na [Ne] 3s ¹	12 Mg [Ne] 3s ² 3p ²	13 Al [Ne] 3s ² 3p ¹	14 Si [Ne] 3s ² 3p ²	15 P [Ne] 3s ² 3p ³	16 S [Ne] 3s ² 3p ⁴	17 Cl [Ne] 3s ² 3p ⁵	18 Ar [Ne] 3s ² 3p ⁶

les configurations les plus **stables** sont celles des **gaz nobles** (dernière colonne)



1 H 1s ¹							2 He 1s ²
3 Li [He] 2s ¹	4 Be [He] 2s ²	5 B [He] 2s ² 2p ¹	6 C [He] 2s ² 2p ²	7 N [He] 2s ² 2p ³	8 O [He] 2s ² 2p ⁴	9 F [He] 2s ² 2p ⁵	10 Ne [He] 2s ² 2p ⁶
11 Na [Ne] 3s ¹	12 Mg [Ne] 3s ² 3p ²	13 Al [Ne] 3s ² 3p ¹	14 Si [Ne] 3s ² 3p ²	15 P [Ne] 3s ² 3p ³	16 S [Ne] 3s ² 3p ⁴	17 Cl [Ne] 3s ² 3p ⁵	18 Ar [Ne] 3s ² 3p ⁶

colonne = **famille**

même configuration électronique de valence ⇒ **mêmes propriétés chimiques**

Pour obtenir une configuration électronique similaire, les éléments peuvent former des **ions monoatomiques** en gagnant ou perdant des électrons

en gagnant ou perdant des électrons						
H ⁺						He
Li ⁺	Be ²⁺	B	C	N	O ²⁻	F ⁻
Na ⁺	Mg ²⁺	Al	Si	P	S ²⁻	Cl ⁻
						Ar

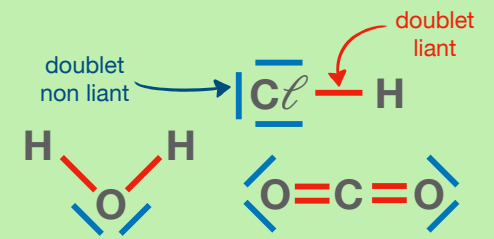
Pour gagner des électrons, les atomes peuvent aussi former des **liaisons covalentes** et s'associer ainsi en **molécules**

liaisons covalentes et s'associer ainsi en molécules								He
H—								
Li	Be	B					Ne	
Na	Mg	Al					Ar	

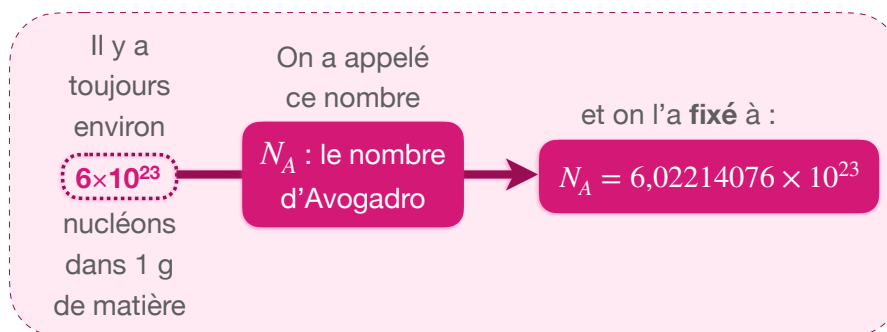
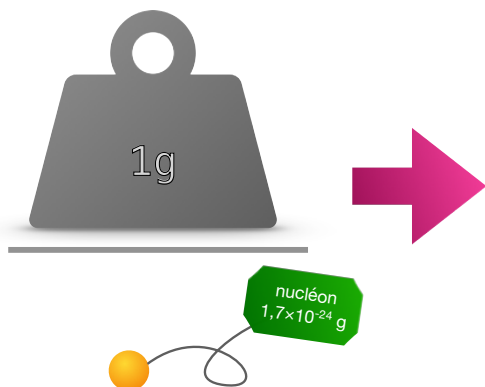
chaque liaison apporte un électron

L'oxygène possède 6 électrons de valence alors que le néon auquel il veut ressembler en possède 8.
⇒ l'oxygène va vouloir former **2 liaisons**

Schémas de Lewis



L'oxygène est maintenant entouré de **2×2+2×2 = 8 électrons**, comme le néon !



Combien de molécules d'eau dans un verre d'eau de 20 cL ?

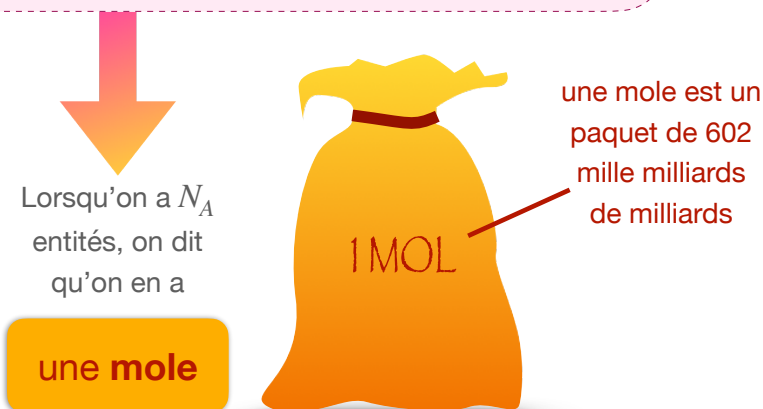
200 g

$\approx 6,5 \times 10^{24}$ molécules d'eau

Combien de paquets de N_A molécules peut-on faire avec ça ?

$\frac{6,5 \times 10^{24}}{N_A} \approx 11 \text{ mol}$

il y a environ **11 mol** d'eau dans un verre d'eau



quantité de matière

la quantité de matière d'une entité chimique est le nombre de moles (mol) de cette entité.

se note

n

unité : mol

Pour obtenir le nombre N d'entités contenu dans un échantillon d'une espèce chimique :

$$N = \frac{m_{\text{échantillon}}}{m_{\text{entité}}}$$

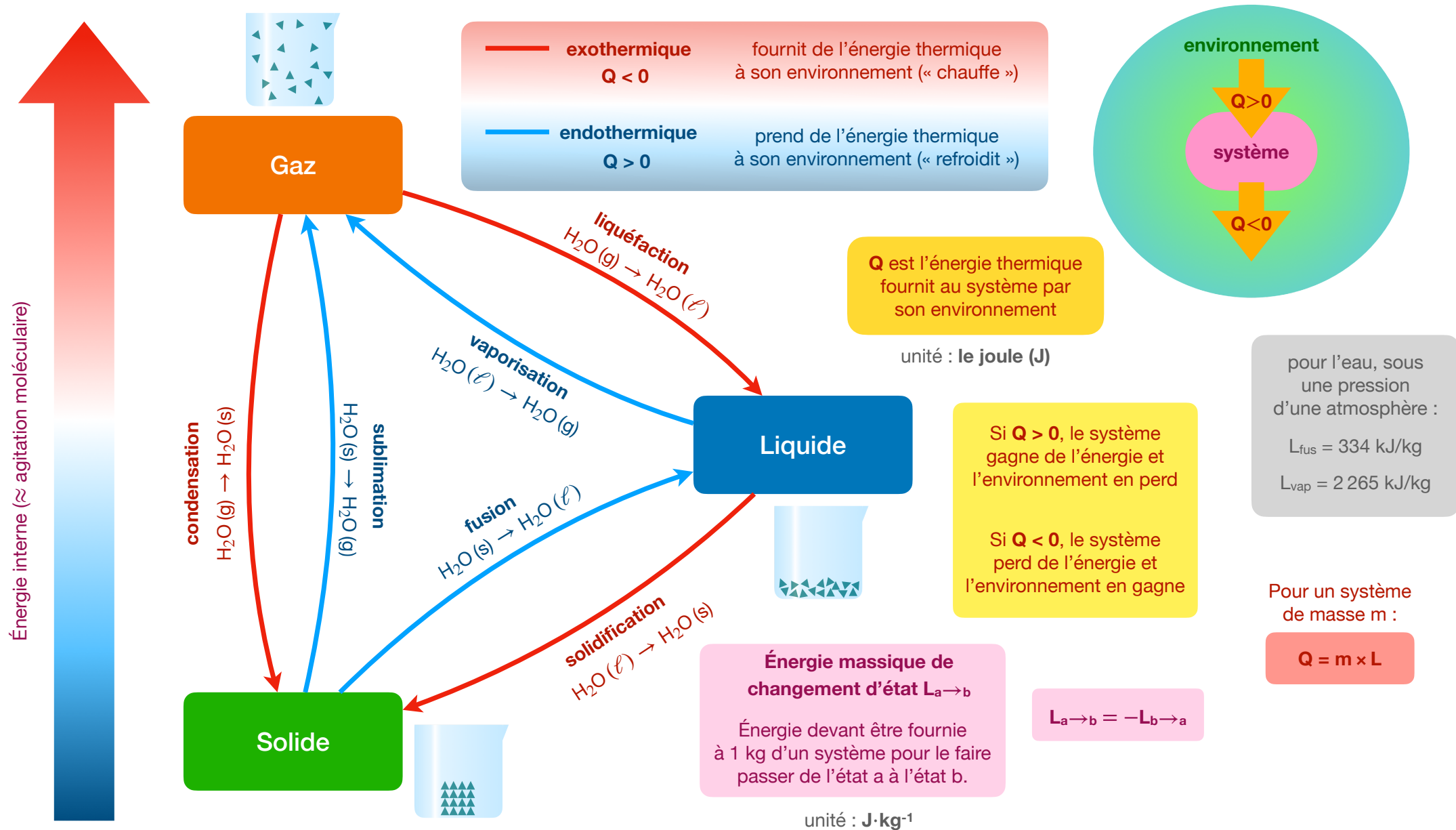
Pour obtenir la quantité de matière de cette entité :

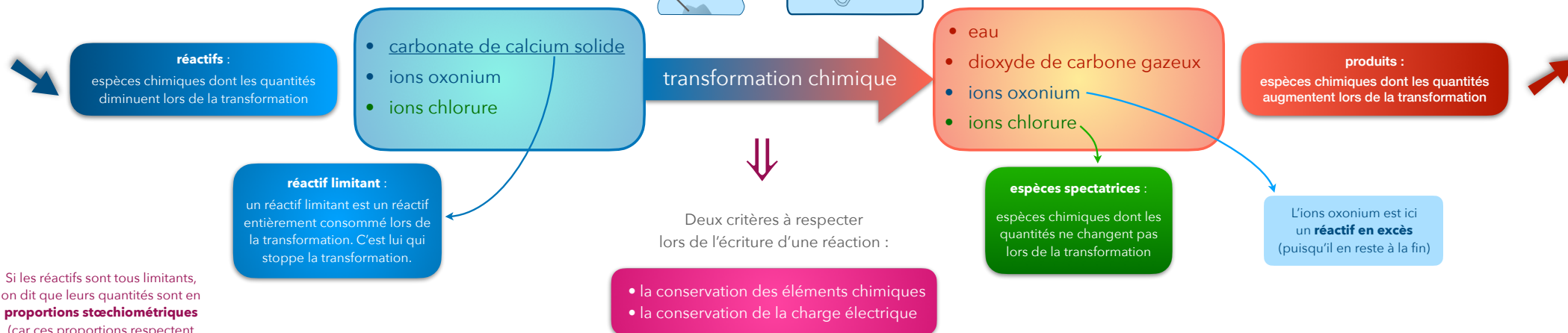
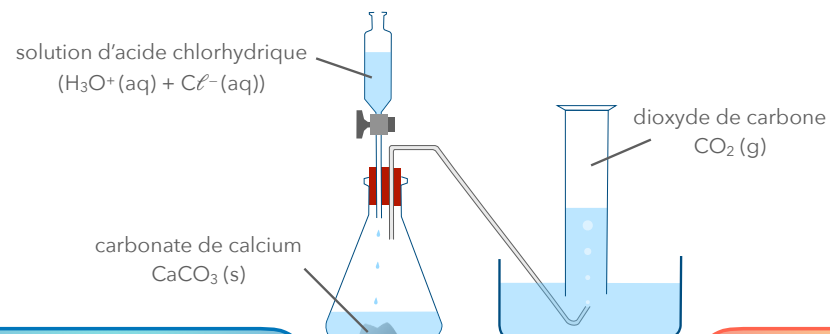
$$n = \frac{N}{N_A}$$

La mole est donc une unité de comptage au même titre que la douzaine :



il y a autant d'œufs dans une douzaine d'œufs que d'huitres dans une douzaine d'huitres comme il y a autant de molécules d'éthanol dans une mole d'éthanol que d'atomes de carbone dans une mole de carbone.





Si les réactifs sont tous limitants, on dit que leurs quantités sont en **proportions stœchiométriques** (car ces proportions respectent la stœchiométrie de la réaction).

quand le coefficient vaut 1, on ne met rien



La **stœchiométrie** mesure les proportions quantitatives dans lesquels les éléments chimiques sont impliqués

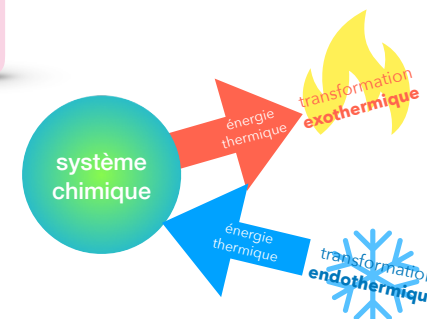
Relations de **proportionnalité** impliquées par les coefficients stœchiométriques :

$$n_{\text{CaCO}_3} \text{ transformé} = n_{\text{CO}_2} \text{ produit}$$

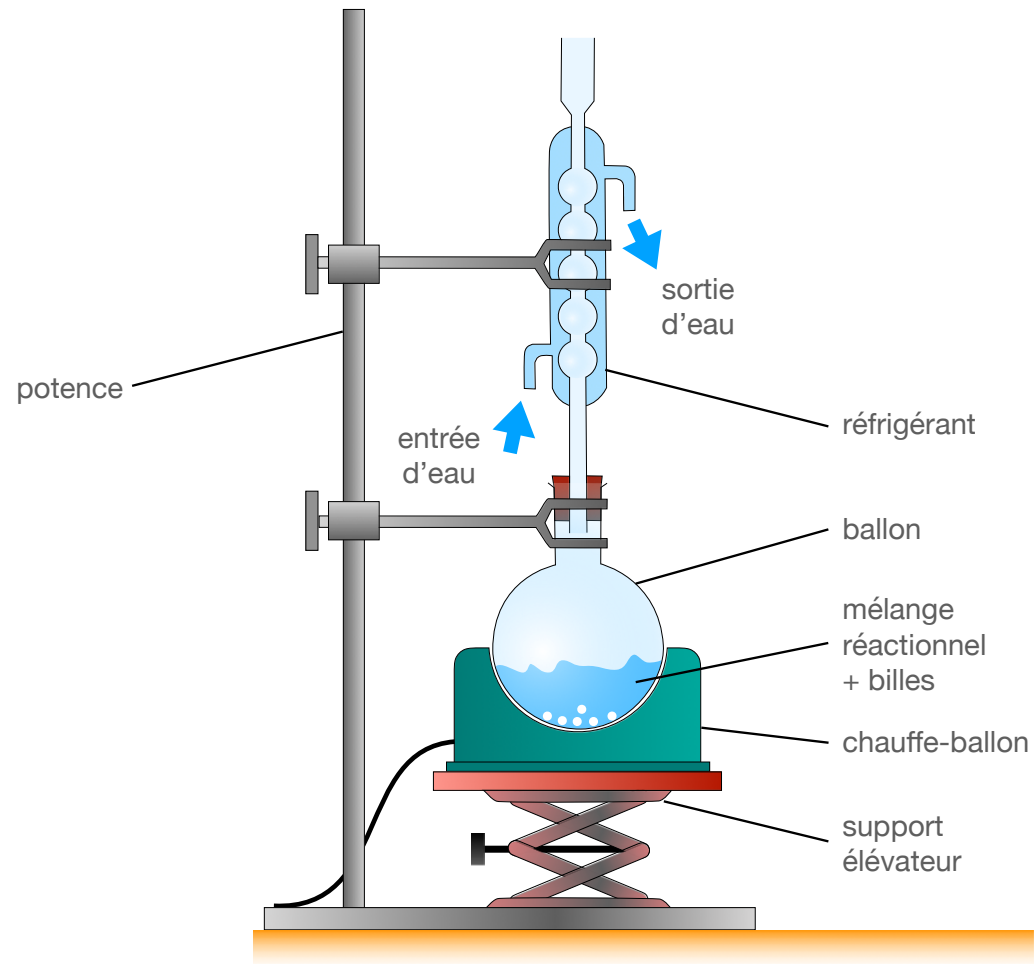
$$n_{\text{H}_3\text{O}^+} \text{ transformé} = 2 n_{\text{CO}_2} \text{ produit}$$

L'équation de réaction permet de faire un **bilan de matière** des réactifs et des produits.

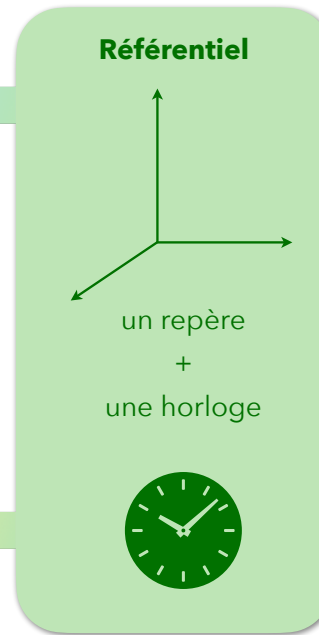
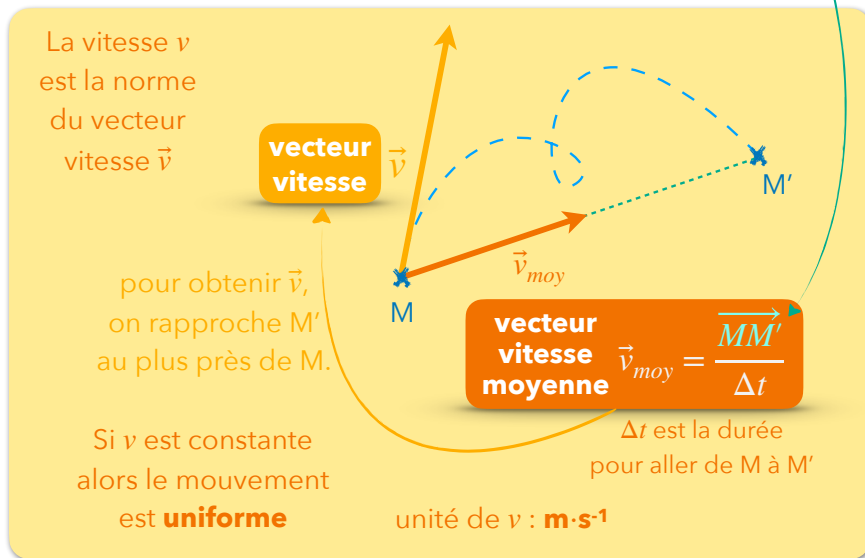
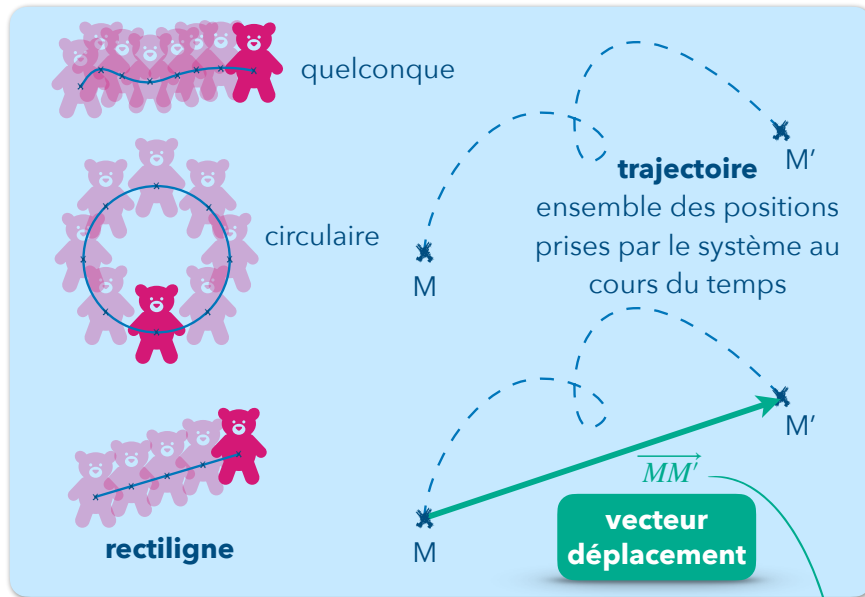
Pour une mole de calcaire et deux moles d'acide consommées, la transformation produit une mole de dioxyde de carbone



MONTAGE DE CHAUFFAGE À REFLUX

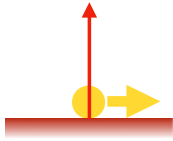


Description d'un mouvement



réaction du support

(force du sol sur le système)

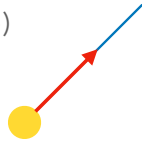


direction : perpendiculaire au support
sens : du support vers le système

(opposée au poids
si le mouvement est horizontal)

force de tension d'un fil
(force du fil sur le système)

direction : celle du fil
sens : système vers fil



poids
(force de la Terre sur le système)

$$P = m \times g$$

- m en kg
- g en m.s^{-2} ou N.kg^{-1} est la pesanteur. Sur Terre, $g = 9,81 \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$

direction : verticale
sens : vers le bas

force d'attraction gravitationnelle



$$\vec{F}_{A \rightarrow B} = -G \frac{m_A \times m_B}{AB^2} \vec{u}_{AB}$$

direction : (AB)
sens : de B vers A

- m_A et m_B en kg
- AB en m
- $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ USI}$ (constante de gravitation universelle)

frottements

(force du fluide ou du support sur le système)

direction : celle du mouvement
sens : opposé au mouvement

Principe d'inertie

1^{re} loi de Newton

pas d'action ou des actions qui se compensent



$$\vec{v} = \text{cste}$$

mouvement rectiligne uniforme

Sa contraposée permet de définir une action :
une action non compensée exercée sur un système permet de modifier son mouvement ($\vec{v} \neq \text{cste}$)

action

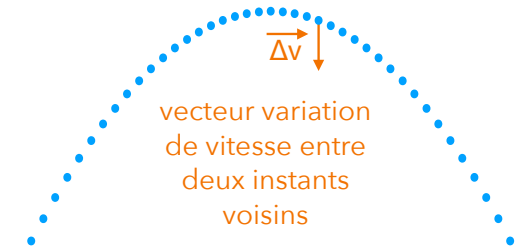
modélisée par

force

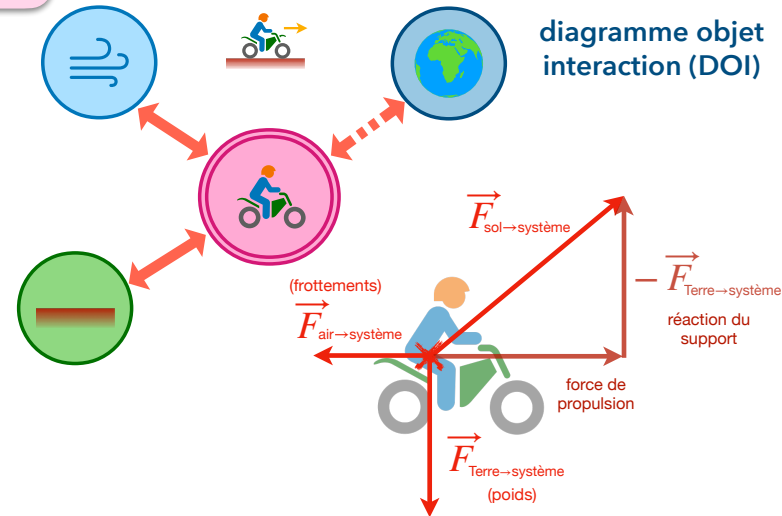
unité : le **newton (N)**

représentée par

vecteur force



Si ce vecteur est non nul, la somme des forces agissant sur le système est elle aussi non nulle et a pour direction et sens ceux de la variation de vitesse.



Loi des actions réciproques (ou 3^e loi de Newton)

La force d'un système A sur un système B s'oppose toujours parfaitement à la force du système B sur le système A :

$$\vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A}$$

milieu	air	eau	béton	acier
célérité (m.s ⁻¹) à 20°C	340	1500	3100	5500

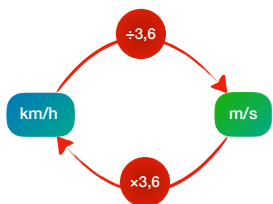
dépend
du milieu

vitesse de propagation

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

vitesse (en m/s)

durée du
parcours (en s)



se propage
dans un milieu
matériel

produit par
une vibration

SIGNAL SONORE

intensité

traduit la
perception de
l'intensité du son
par l'oreille

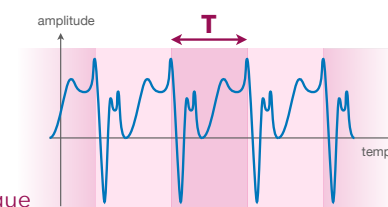
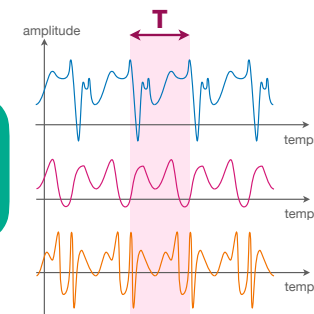
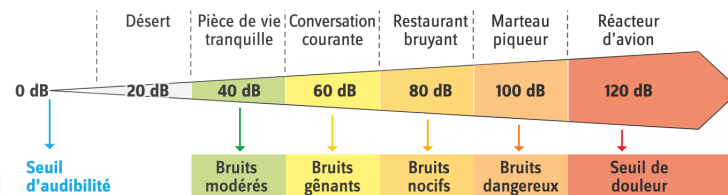
niveau sonore

le niveau sonore n'est pas proportionnelle à l'amplitude du signal sonore ↗

L'intensité d'un signal sonore est proportionnelle à son amplitude

timbre

C'est ce qui distingue
une même note (même
hauteur) jouée sur deux
instruments différents



périodique =
qui se répète à l'identique
au bout d'un intervalle de
temps régulier (la période)

La **période T** est la durée d'une répétition

La **fréquence f** est le nombre de répétitions par seconde du signal

unité : le **hertz** (Hz)

$$f = \frac{1}{T}$$

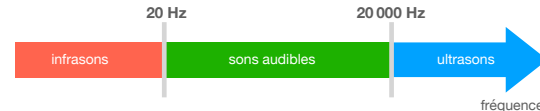
la fréquence est
l'inverse de la période

la **hauteur** est liée
à la **fréquence** du
signal sonore

hauteur

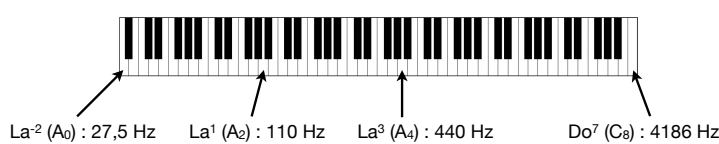
signal sonore
périodique

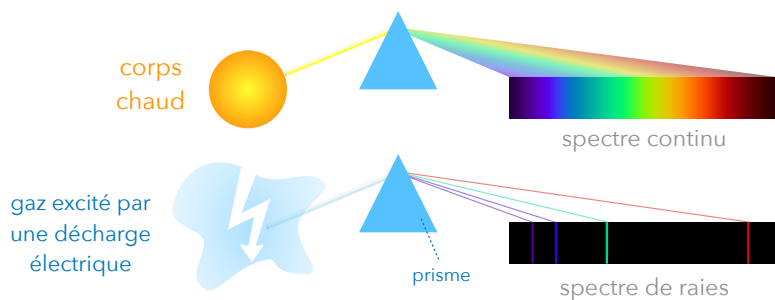
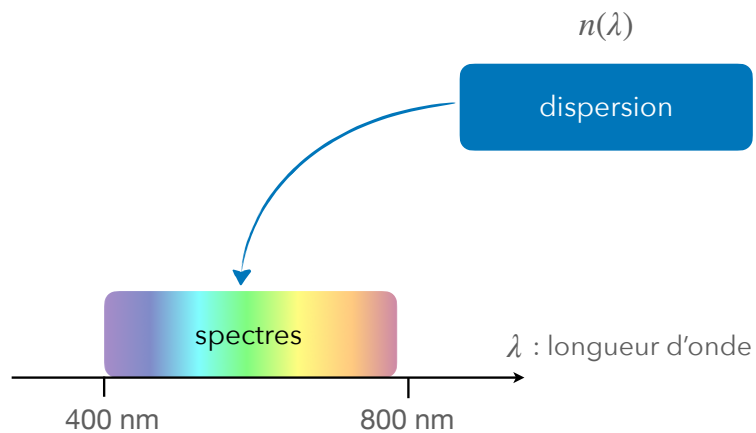
la hauteur est la grandeur
différentiant deux notes
sur un même instrument



plus la hauteur est
petite, plus f est petite,
plus le son est **grave**

plus la hauteur est grande, plus f est grande, plus le son est **aigu**





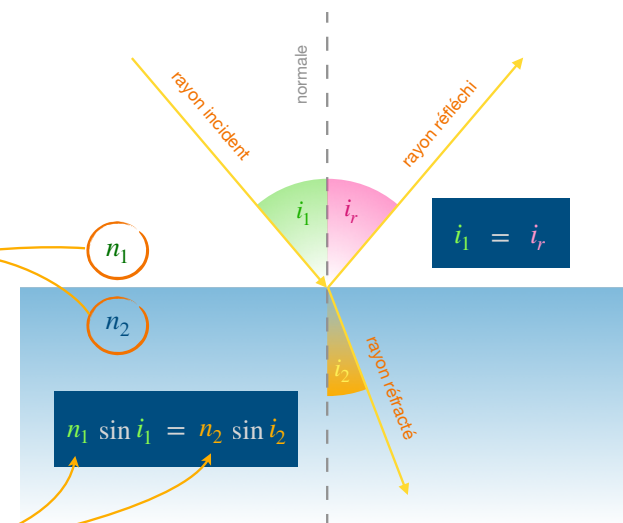
indice optique d'un milieu transparent

la réfraction en dépend

$$n = \frac{\text{vitesse de la lumière dans le vide}}{\text{vitesse de la lumière dans le milieu}}$$

$$n \geq 1$$

Lois de Snell-Descartes

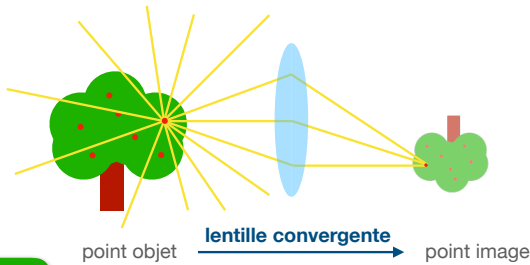


milieu	vitesse de la lumière	indice
vide	$3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$	1
air	$3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$	≈ 1
eau	$2,26 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$	1,33
verre	$2,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$	1,5

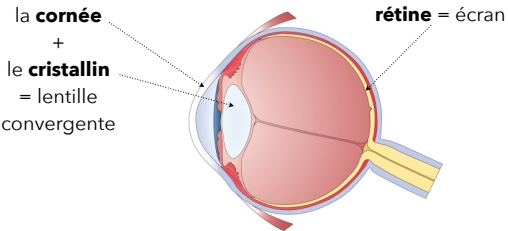
La lumière va environ **un million** de fois plus vite que le son dans l'air !

Faire l'image d'un objet diffusant, c'est associé à chaque point de l'objet, un point image.

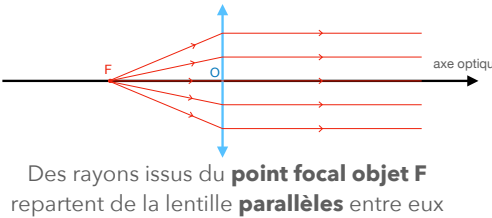
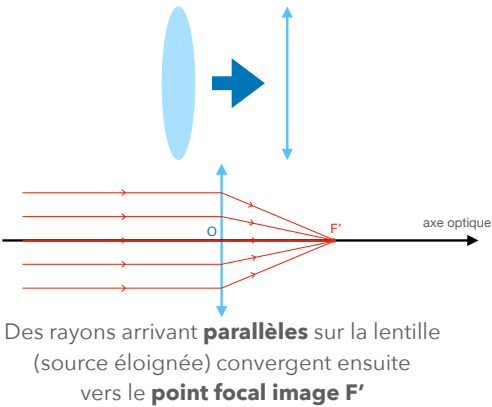
Formation d'une image



Œil



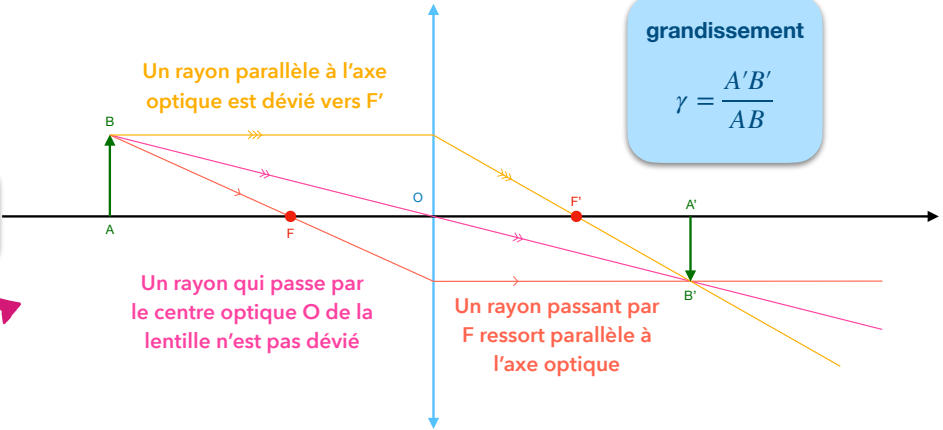
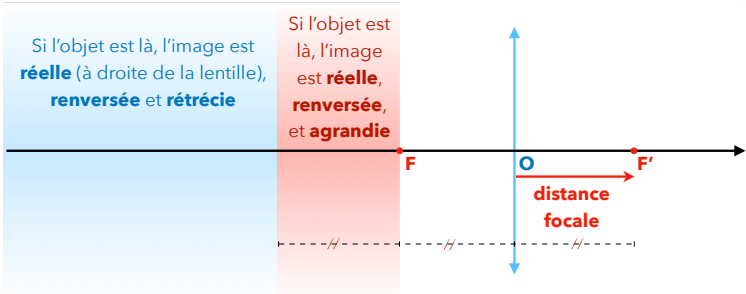
Modèle de la lentille mince



Lentille convergente



Les 3 rayons particuliers



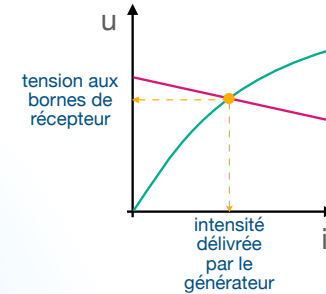
circuits électriques

caractéristique d'un dipôle

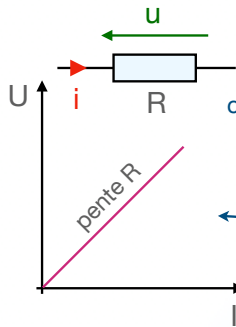
relation entre la tension aux bornes du dipôle et l'intensité le traversant

point de fonctionnement

intersection entre la caractéristique du générateur et celle du récepteur



caractéristique d'un dipôle ohmique



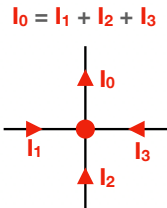
loi d'Ohm
 $U = R \times I$

R est la résistance en ohm (Ω)

intensité I

loi des noeuds

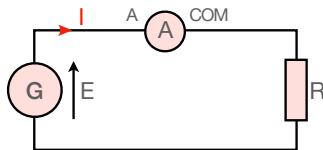
l'intensité entrante = l'intensité sortante



mesure le débit de charges électrique en un point du circuit.

mesurée par un ampèremètre branché **en série**

unité : **ampère (A)**

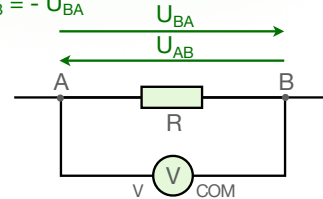


tension U

unité : **volt (V)**

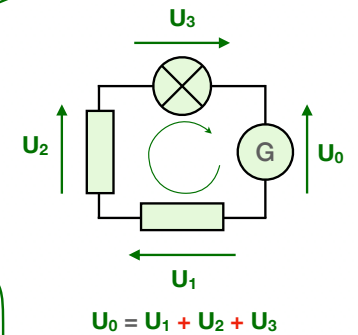
mesurée par un voltmètre branché **en dérivation**

$$U_{AB} = -U_{BA}$$



loi des mailles

la tension aux bornes d'une branche est égale à la somme des tensions aux bornes des dipôles dans la branche



Elle représente l'énergie nécessaire pour déplacer une charge électrique unitaire entre deux points