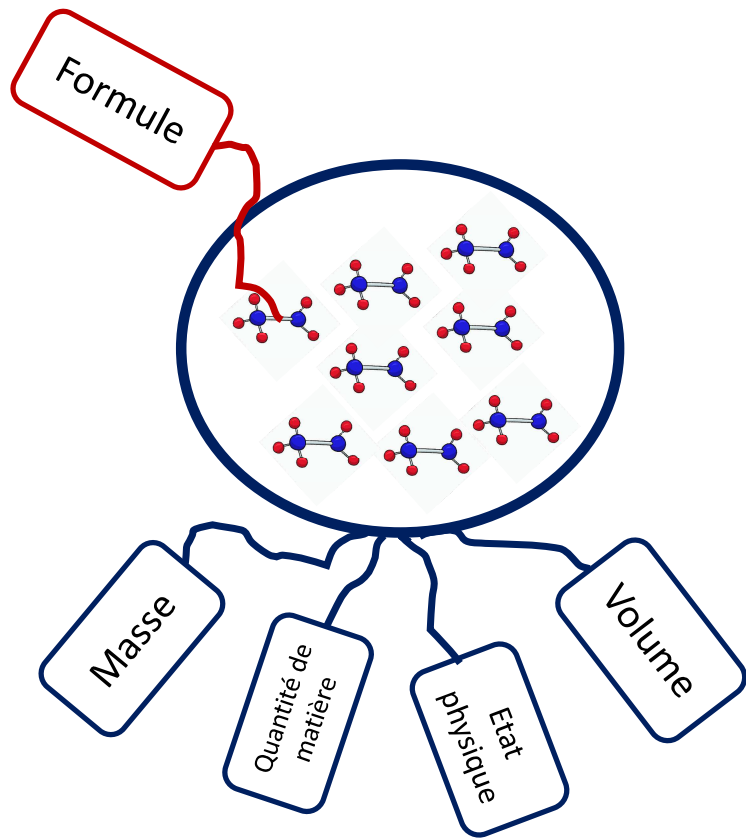


# Description d'un système physico-chimique

# Systeme et constituant physico-chimique



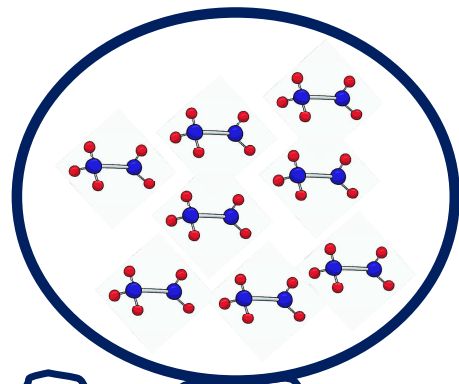
## Définition : Système et constituant physico-chimique

- Un **système physico-chimique** est défini par la donnée des constituants physico-chimiques qui le composent.
- Un **constituant physico-chimique** est une espèce caractérisée par sa formule chimique et par son état physique. *Exemple : De l'eau H<sub>2</sub>O sous forme liquide, du dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> gazeux, ...*

# Systeme et constituant physico-chimique

**Définition :** Distinction entre corps pur et un mélange

- Un système physico-chimique peut être composé d'une seule espèce chimique ; on parle alors de **corps pur** (exemples : eau pure, dioxygène pur, carbone graphite pur).
- Au contraire, s'il contient plusieurs espèces chimiques, on parlera de **mélange**.

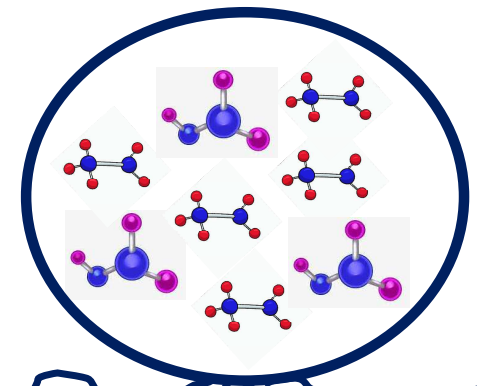


Masse

Quantité de  
matière

Etat  
physique

Volume



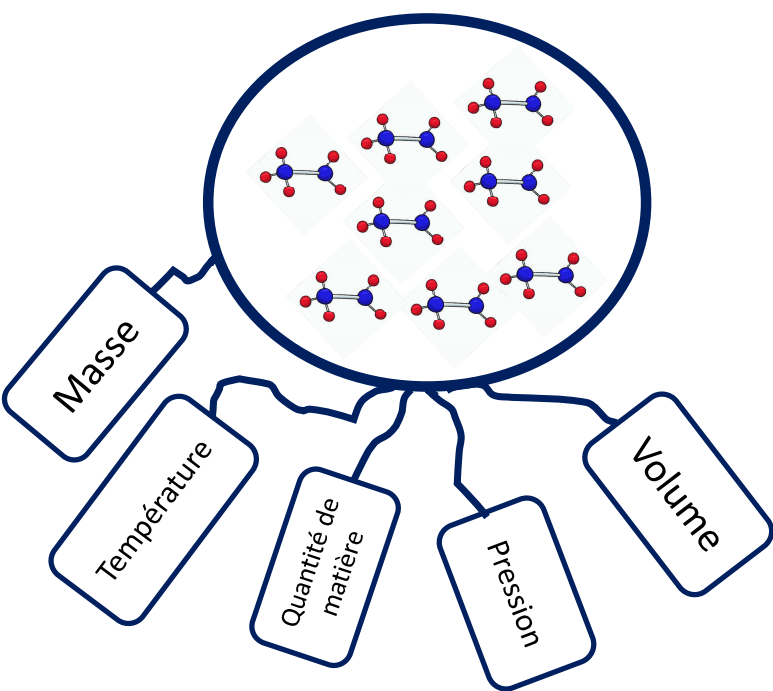
Masse

Quantité de  
matière

Etat  
physique

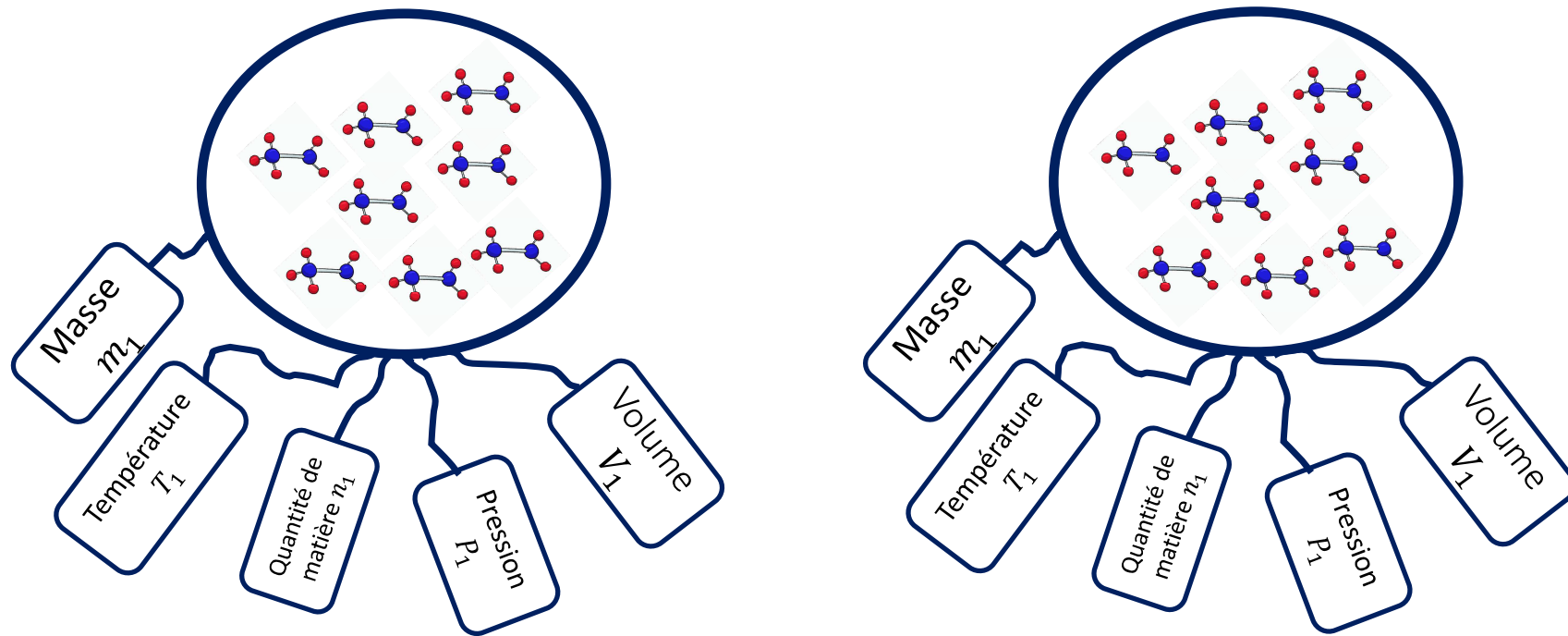
Volume

# Systeme et constituant physico-chimique

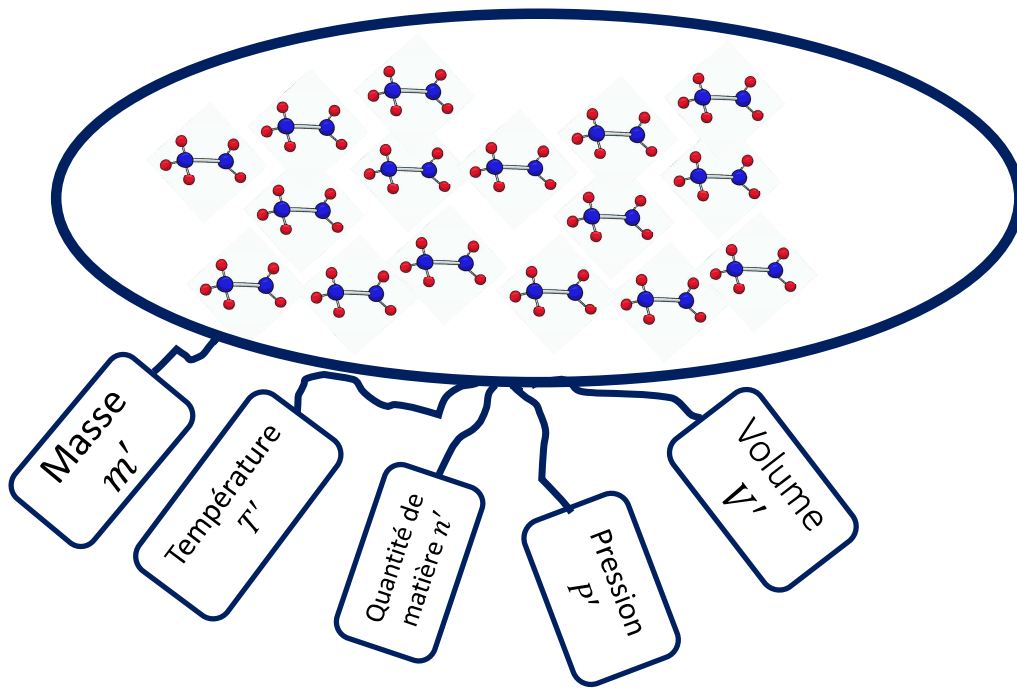


Paramètre	Symbole	Unité S.I	autre unité	On mesure comment ?
pression	$P$	pascal (Pa)	bar (avec 1 bar = $10^5$ Pa)	Un manomètre
température	$T$	kelvin (K)	degré Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) $T(K) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15$	Un thermomètre
volume	$V$	mètre cube ( $\text{m}^3$ )	litre (L) (avec 1 L = $10^{-3}$ $\text{m}^3$ )	Mesure de distances puis calcul
quantité de matière	$n$	mole (mol)		On compte !
masse	$m$	kilogramme (kg)	gramme (g) (avec 1 g = $10^{-3}$ kg)	Une balance

# Systeme et constituant physico-chimique

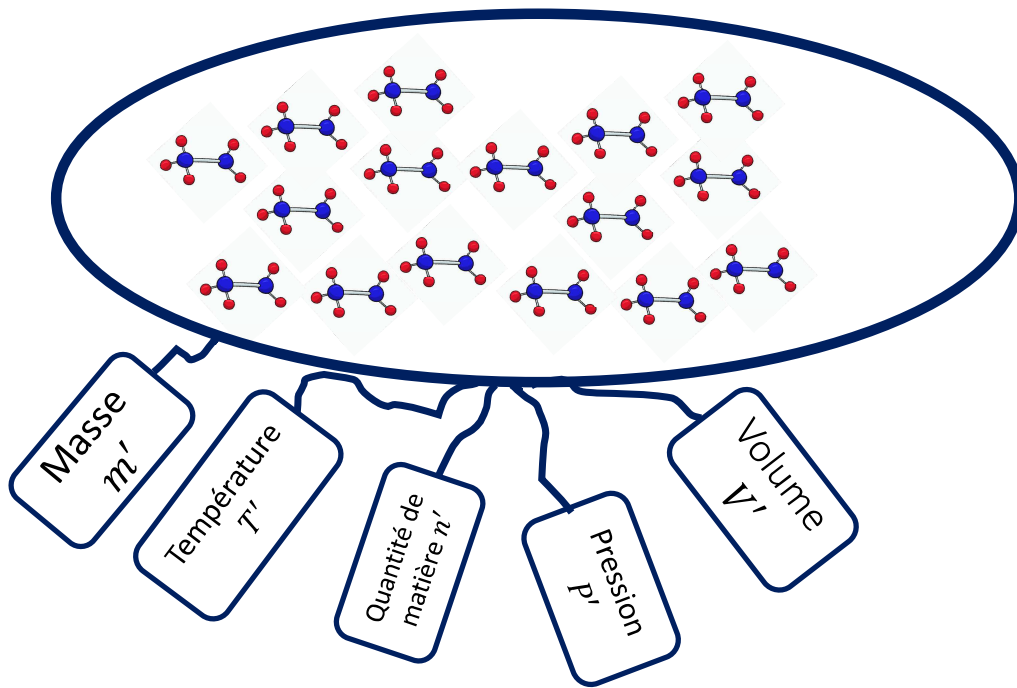


# Systeme et constituant physico-chimique



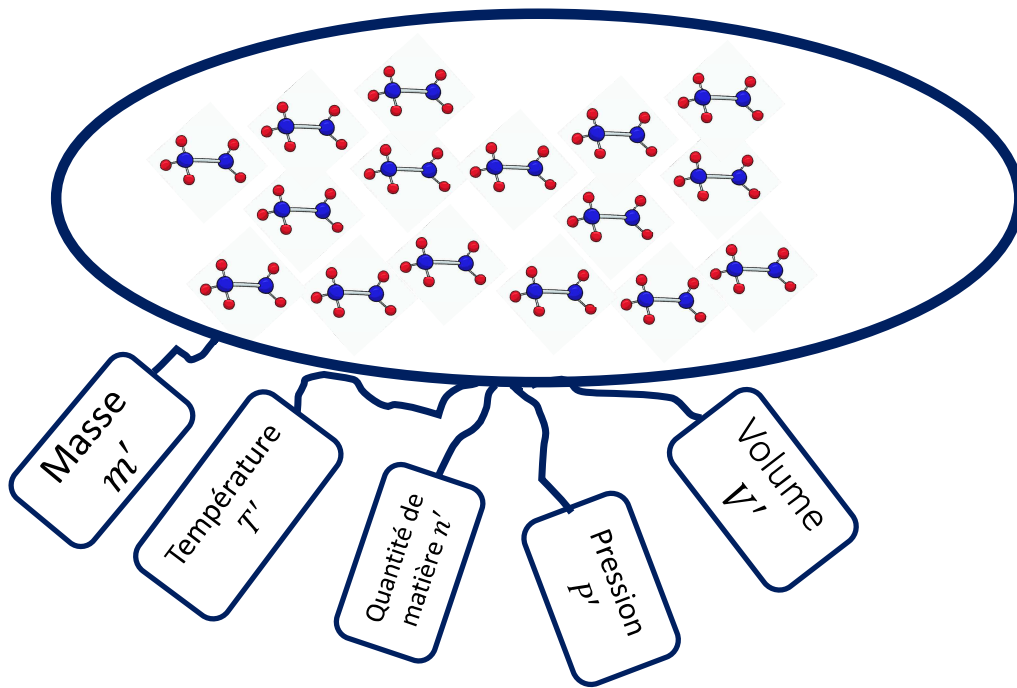
Paramètre	Nouvelle valeur	Intensif ou extensif
pression		
température		
volume		
quantité de matière		
masse		

# Systeme et constituant physico-chimique



Paramètre	Nouvelle valeur	Intensif ou extensif
pression	$P' = P_1$	
température		
volume		
quantité de matière		
masse		

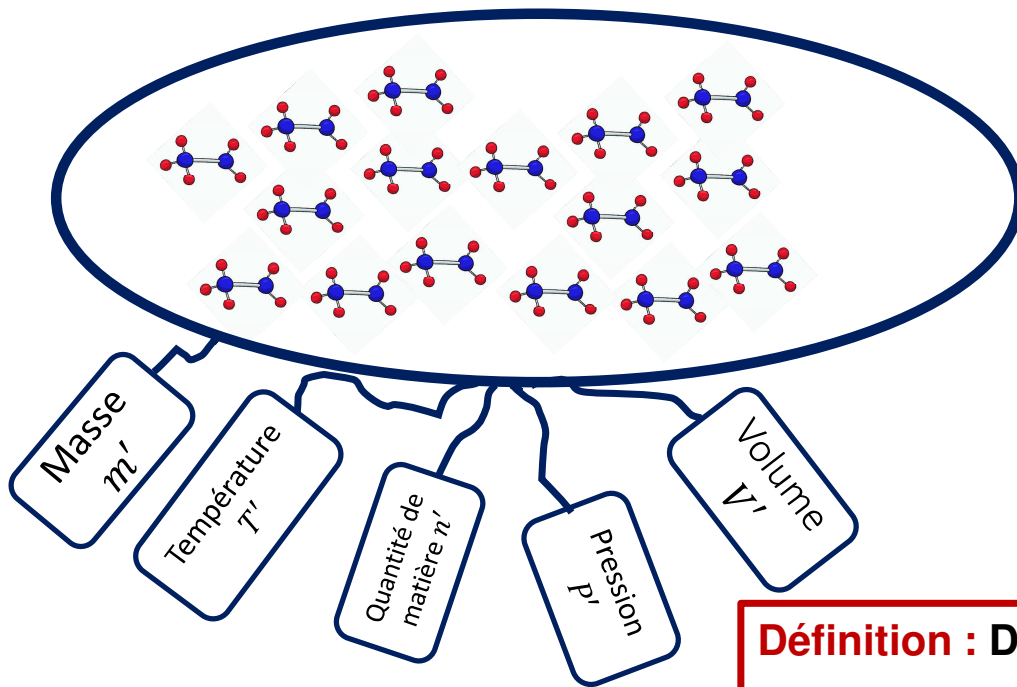
# Systeme et constituant physico-chimique



Paramètre	Nouvelle valeur	Intensif ou extensif
pression	$P' = P_1$	<b>Intensif</b>
température		
volume		
quantité de matière		
masse		



# Systeme et constituant physico-chimique



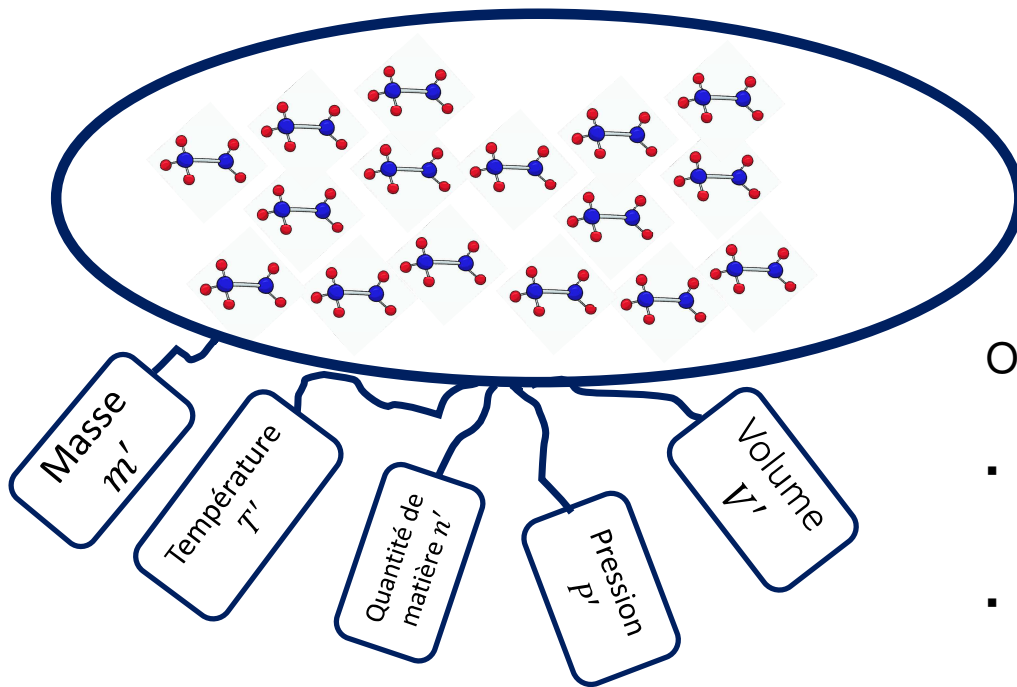
Paramètre	Nouvelle valeur	Intensif ou extensif
pression	$P' = P_1$	<b>Intensif</b>
température	$T' = T_1$	<b>Intensif</b>
volume	$V' = 2 \cdot V_1$	<b>Extensif</b>
quantité de matière	$n' = 2 \cdot n_1$	<b>Extensif</b>
masse	$m' = 2 \cdot m_1$	<b>Extensif</b>

## Définition : Distinction entre paramètre extensif et paramètre intensif

Ces paramètres peuvent être répartis en 2 catégories :

- paramètres **extensifs** s'ils dépendent de la taille du système ;
- paramètres **intensifs** s'ils sont indépendants de la taille du système.

# Systeme et constituant physico-chimique



## Propriété : Fabriquer un paramètre intensif

On peut obtenir des paramètres intensifs en faisant le rapport de deux paramètres extensifs.

On définit ainsi pour un constituant X :

- **Masse molaire** :  $M(X) = \frac{m(X)}{n(X)}$
- **Masse volumique** :  $\rho(X) = \frac{m(X)}{V(X)}$  (et, par suite, la densité :  $d = \frac{\rho(X)}{\rho(\text{eau})}$ )
- **Volume molaire** :  $V_m(X) = \frac{V(X)}{n(X)}$  (utiliser principalement pour les gaz)

# Savoir-faire 1 - Décrire la composition d'un système à l'aide des grandeurs physiques pertinentes

## Quantité de matière et masse molaire

Le saccharose  $C_{12}H_{22}O_{11}$  est un sucre.

Données : masse molaire atomique :  $M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(H) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

Exprimer puis calculer la quantité de matière de saccharose contenue dans un morceau de sucre de masse  $m_{\text{sucre}} = 5,00 \text{ g}$ .

## Masse volumique

L'acétone est un composant du dissolvant à vernis. Une masse  $m = 39,5 \text{ g}$  d'acétone occupe un volume  $V = 50,0 \text{ mL}$ .

Exprimer puis calculer sa masse volumique  $\rho$ .

Calculer le volume occupé par une masse  $m' = 100 \text{ g}$  d'acétone.

# Loi des gaz parfaits

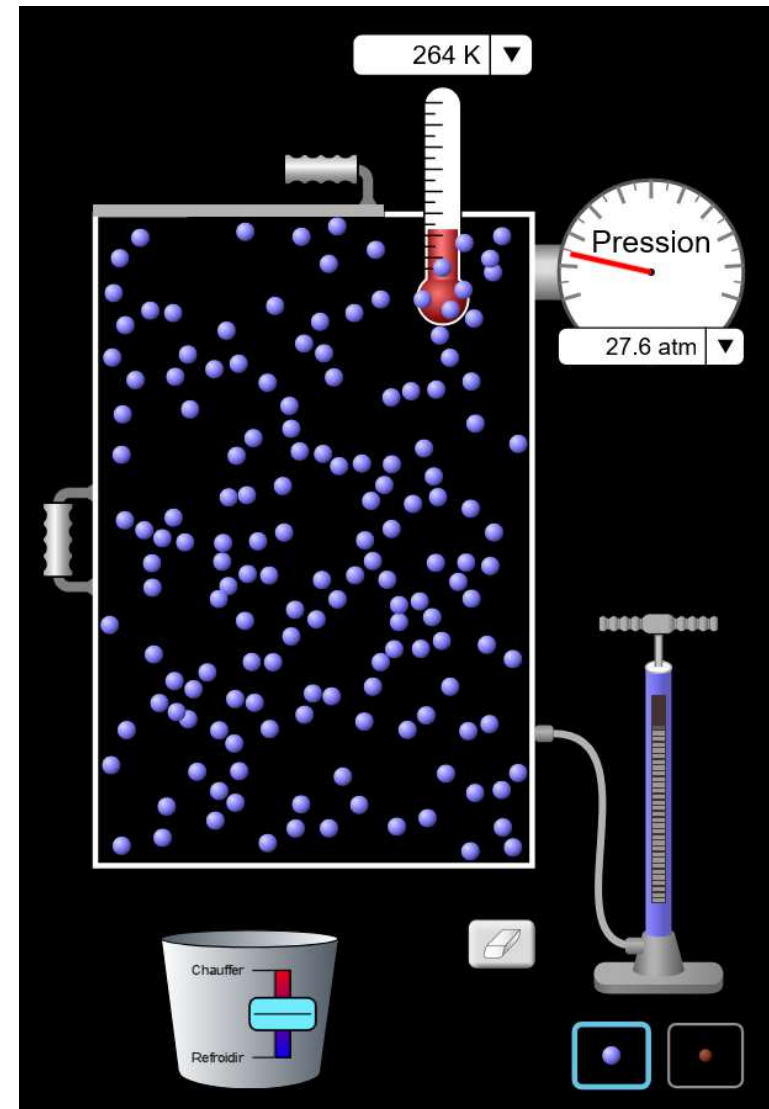
## Loi : Loi des gaz parfaits

L'*équation d'état des gaz parfaits* est une relation entre la pression  $P$ , le volume  $V$  et la température  $T$  d'une quantité de matière  $n$  d'un gaz parfait, ou supposé parfait :

$$P.V = n.R.T$$

Un gaz parfait est un modèle idéalisé qui repose sur 2 hypothèses importantes :

- molécules très petites devant la distance séparant les molécules.
- pas d'interactions à distance entre elles.



<https://phet.colorado.edu/fr/simulations/gases-intro>

# Savoir-faire 1 - Décrire la composition d'un système à l'aide des grandeurs physiques pertinentes

## **Pression d'un gaz et volume molaire**

1. Calculer la pression exercée par 1,25 g de diazote  $N_2$  contenu dans un flacon de volume  $V_0 = 250 \text{ mL}$  à la température  $\theta = 20^\circ\text{C}$ .

On donne la masse molaire du diazote :  $M = 28,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

2. Calculer le volume molaire de l'air dans les conditions usuelles de température et de pression. Même question pour les conditions normales de température ( $0^\circ\text{C}$ ) et de pression (pression atmosphérique).

# Décrire un mélange

## **Définition : Caractériser un mélange**

On distingue deux types de **mélanges** :

- Le mélange est dit **homogène** si toutes les grandeurs qui le caractérisent sont uniformes (identiques en tout point de l'espace).
- Dans le cas contraire le mélange est dit **hétérogène**. Dans ce cas il est parfois possible de distinguer plusieurs **phases** c'est-à-dire des parties du système où les grandeurs intensives sont continues (par exemple mélange eau/huile au repos contient deux phases).



# Décrire un mélange

## Définition : Fraction molaire

La **fraction molaire**  $x_i$  (ou le titre molaire) d'une espèce chimique  $X_i$  est le rapport de sa quantité de matière  $n_i$  sur la quantité de matière totale  $n_{tot}$  de système :

$$x_i(X_i) = \frac{n_i(X_i)}{n_{tot}}$$

Ce nombre est sans dimension et peut s'exprimer en %.

## Définition : Fraction massique

La **fraction massique**  $w_i$  (ou le titre massique) d'une espèce chimique  $X_i$  est le rapport de sa masse  $m_i$  sur la masse totale  $m_{tot}$  de système :

$$w_i(X_i) = \frac{m_i(X_i)}{m_{tot}}$$

Ce nombre est sans dimension et peut s'exprimer en %.



# Savoir-faire 1 - Décrire la composition d'un système à l'aide des grandeurs physiques pertinentes

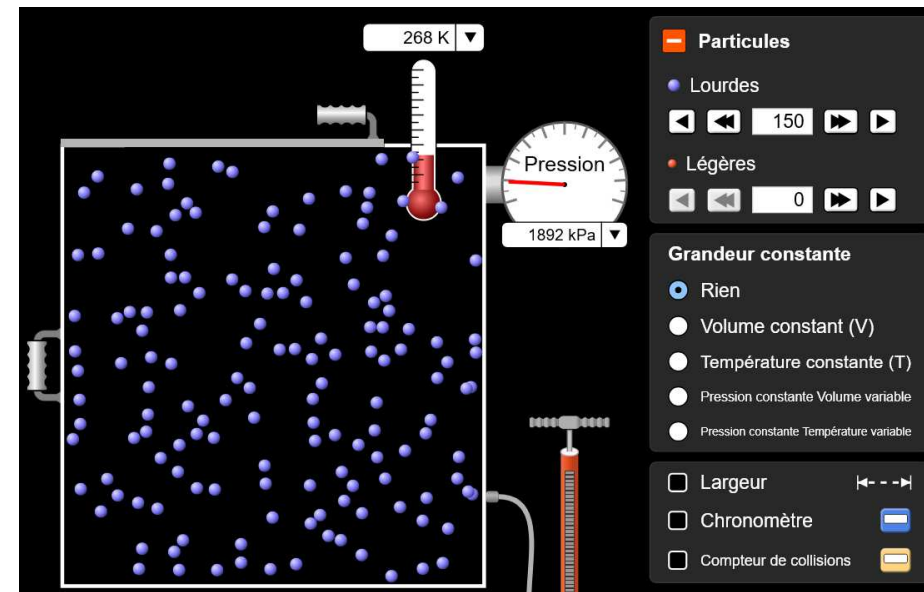
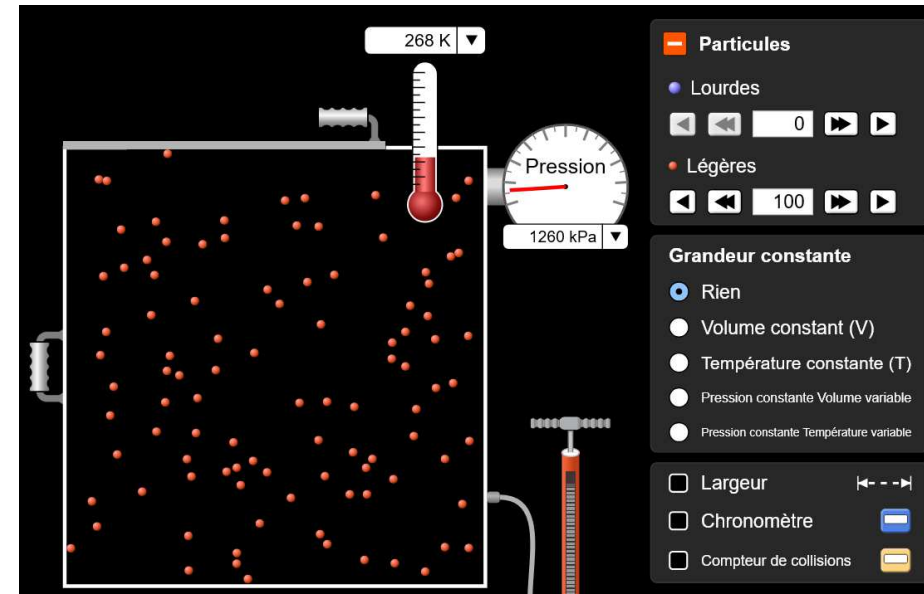
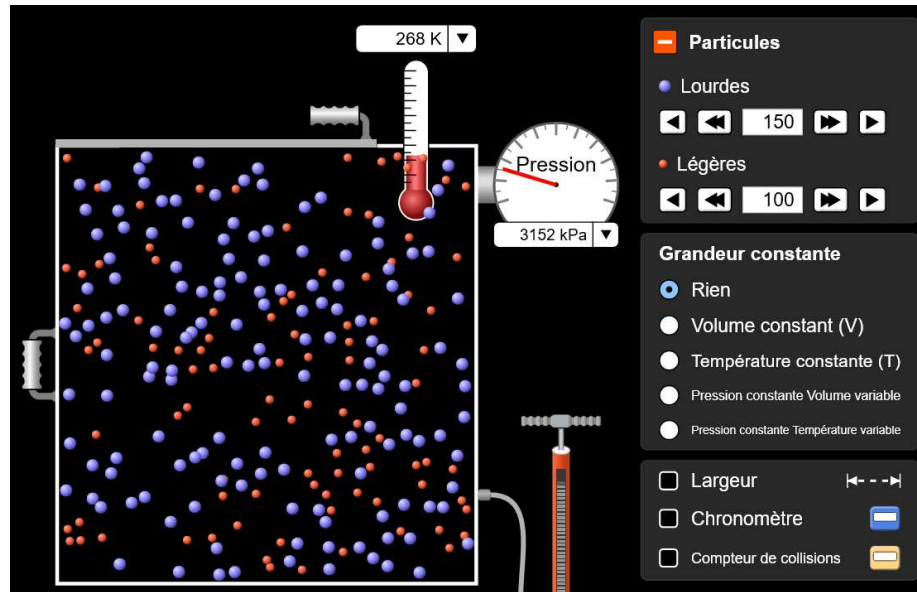
## **Fraction massique**

Une bouteille de volume  $V = 2,0$  L de lait entier de brebis contient entre autres une masse  $m_1 = 100$  g de lactose,  $m_2 = 22$  g de sels minéraux et  $m_3 = 150$  g de matière grasse. La masse volumique de ce lait est  $\rho = 1030$  g.L<sup>-1</sup>.

1. Déterminer la fraction massique de ces trois composants dans le lait.



# Mélange de gaz



## Définition : Pression partielle

La **pression partielle**  $p_i$  d'une espèce chimique  $X_i$  est la pression qu'aurait le gaz constitué de  $X_i$  seule s'il occupait tout le volume  $V$  du système, sous la même température :

$$p_i = \frac{n_i RT}{V}$$

# Mélange de gaz

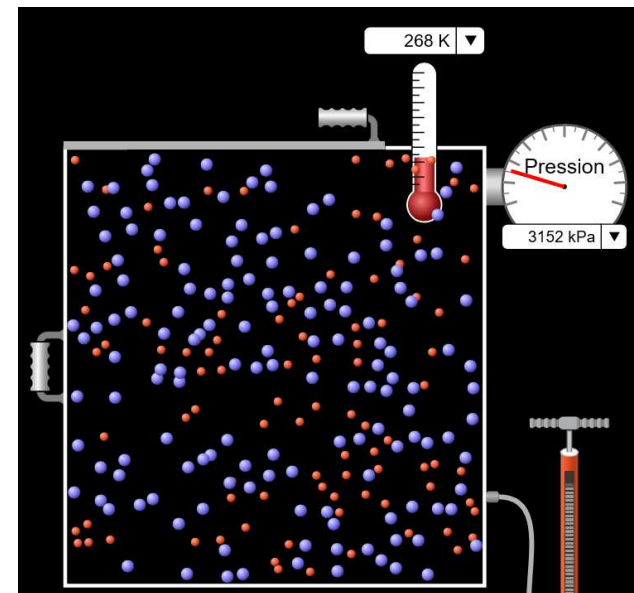
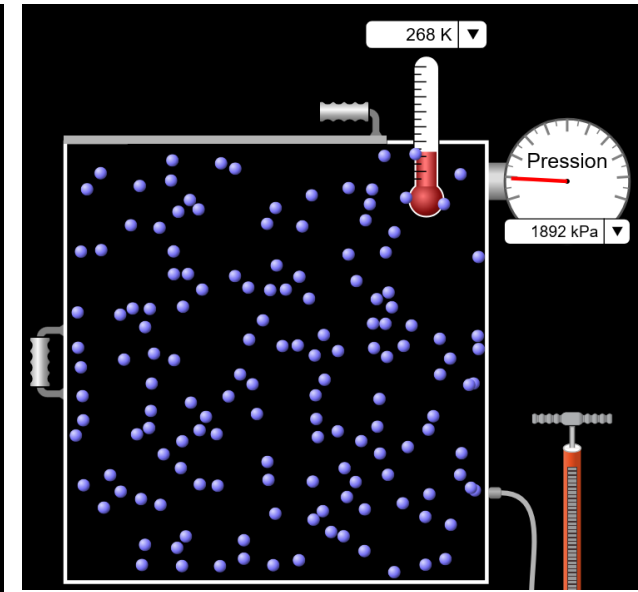
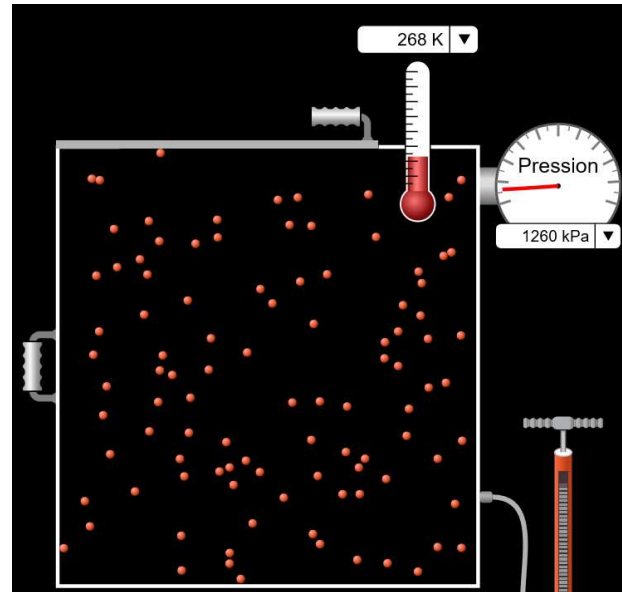
## Loi : Loi de Dalton

Dans un *mélange idéal* de *gaz parfaits*, la pression totale  $P$  est égale à la somme des pressions partielles des différents constituants du mélange :

$$P = \sum_i p_i$$

On en déduit que la pression partielle d'un gaz correspond à sa fraction molaire  $x_i$  dans le mélange de gaz multipliée par la pression totale  $P$  :

$$p_i = x_i \cdot P$$



# Savoir-faire 1 - Décrire la composition d'un système à l'aide des grandeurs physiques pertinentes

## Mélange de gaz

Un mélange gazeux est constitué de diazote  $N_2$  et de dioxygène  $O_2$  ; la composition de mélange est inconnue. La pression du mélange gazeux est égale à  $P = 385 \cdot 10^5$  Pa. Grâce à une réaction adaptée, la totalité du dioxygène est écartée du mélange, alors que le diazote demeure inaltéré. On mesure une nouvelle pression  $P' = 250 \cdot 10^5$  Pa.

Données : masses molaires :  $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(N) = 14,0 \text{ g.mol}^{-1}$

1. Calculer la fraction molaire en diazote et en dioxygène dans le mélange initial.
2. En déduire la fraction massique en diazote et en dioxygène dans le mélange initial.

# Solution (voir TP7 entre autres)

## Définition : Solution (en chimie...)

Une **solution** est un **mélange homogène** d'un **soluté** et d'un **solvant**.

*Exemple : l'eau sucrée est une solution où le solvant est l'eau et le soluté le sucre.*

## Définition : Concentration molaire

La **concentration molaire**  $c$  d'une espèce chimique  $X_i$  (soluté) est le rapport de sa quantité de matière  $n(X_i)$  sur le volume  $V_{\text{solution}}$  de la solution :

$$c(X_i) = \frac{n(X_i)}{V_{\text{solution}}}$$

## Définition : Concentration massique

La **concentration massique**  $c_m$  (parfois notée  $t$ ) d'une espèce chimique  $X_i$  (soluté) est le rapport de sa masse  $m(X_i)$  sur le volume  $V_{\text{solution}}$  de la solution :

$$c_m(X_i) = \frac{m(X_i)}{V_{\text{solution}}}$$

