

1. Matière, corps purs et mélanges

Activité :

Voici quelques mots que tu as déjà appris en cours de sciences naturelles en classes de 7e et de 6e. Ces notions seront importantes pour les chapitres à venir.

Note autour de chaque mot les connotations qu'il évoque chez toi.

Si tu veux vérifier les termes français, réfère-toi au lexique (annexe 10) !

matière

corps

mélange

états de la matière

séparation de mélanges

modèle corpusculaire

Dans les cours de sciences naturelles des années passées, tu as déjà appris beaucoup sur la matière et la constitution des corps.

Dans ce premier chapitre, nous allons rappeler les notions importantes.

1.1. La matière

Définitions :

Tout l'univers qui nous entoure est formé de **matière**.

La matière est formée de différents **corps**.

Chaque corps a une **masse** et occupe un **volume**.

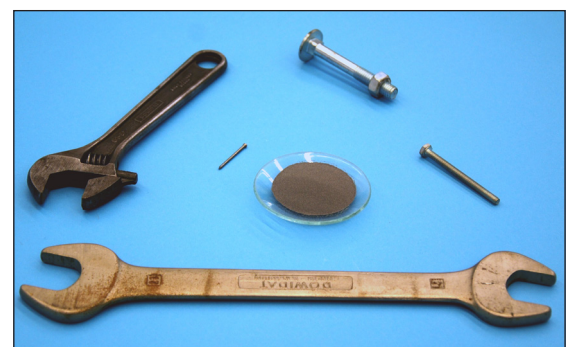
Remarque : corps

En chimie, le mot « corps » ne désigne pas un objet, mais le matériau qui constitue cet objet.

L'image ci-contre montre quelques corps différents : le mercure, le cuivre, le soufre, le sel, le dibrome, le fer et le plastique (polypropène).



L'image ci-contre montre quelques objets différents formés du même corps, le fer :



Dans les cours de sciences naturelles, tu as appris à distinguer les **corps purs** et les **mélanges**.

1.2. Les corps purs

Définition :

Un **corps pur** est un corps qui n'est constitué que d'un seul type de substance. Il possède des propriétés caractéristiques, bien définies et invariables.

Un corps pur peut être identifié grâce à ses propriétés (voir chapitre 4).

Voici quelques exemples de corps purs : le fer, l'eau distillée et le chlorure de sodium (sel de cuisine).



1.2.1. Les états de la matière

Tu sais déjà que

La matière peut se présenter sous **trois états** différents : les corps peuvent être à l'état **solide, liquide** ou **gazeux**.

Un corps pur se trouve toujours dans un de ces 3 états. Sur l'image ci-contre on voit :

- un solide : le sucre
- un liquide : le mercure
- un gaz : le dichlore

Attention ! Le dichlore est toxique, il doit être manipulé sous la hotte !



1. Propriétés des états

- **forme**

Un **solide** a une forme bien définie.



Expérience

Versons de l'eau colorée dans différents récipients.

Elle prend toujours la forme du récipient dans lequel elle se trouve.



Un **gaz**, comme le dichlore, prend aussi la forme du récipient dans lequel il se trouve.



La forme d'un **liquide** et d'un **gaz** est variable.

- **volume**

Un **solide** a un volume bien défini.

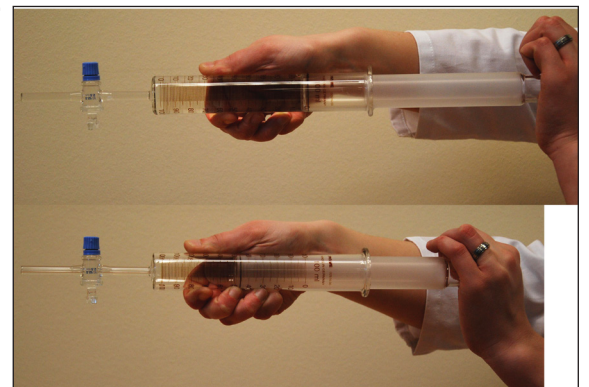


Expérience

Remplissons une seringue d'eau, et essayons d'enfoncer le piston. Remplaçons l'eau par de l'air, et répétons l'expérience.

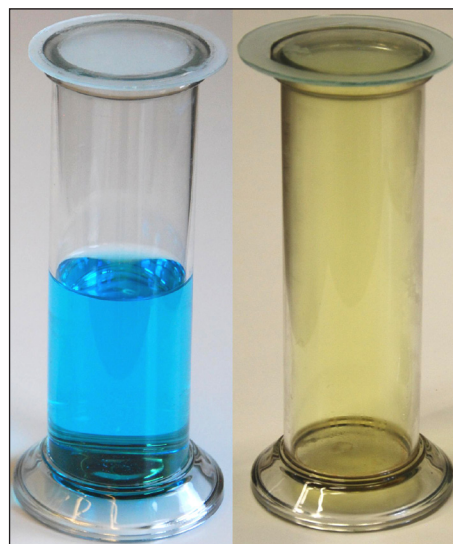
Nous pouvons comprimer l'air : le volume de l'air est donc variable.

Nous ne pouvons pas comprimer l'eau : le volume de l'eau est donc défini.



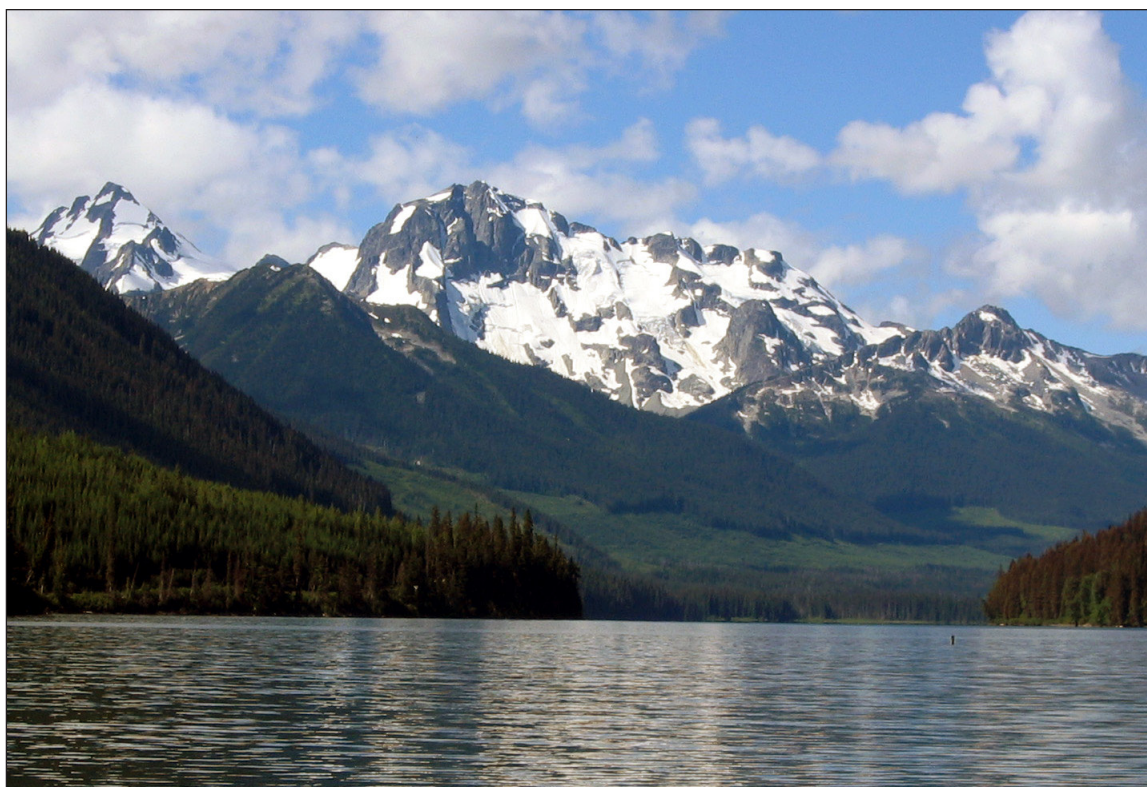
Observons deux cylindres en verre, l'un rempli d'eau, l'autre de dichlore. Le volume occupé par l'eau est clairement délimité par la surface libre du liquide. Le dichlore par contre occupe tout le volume du cylindre.

Le volume d'un **liquide** est défini, celui d'un **gaz** est variable. Un gaz occupe tout le volume à sa disposition.



2. Changements d'état

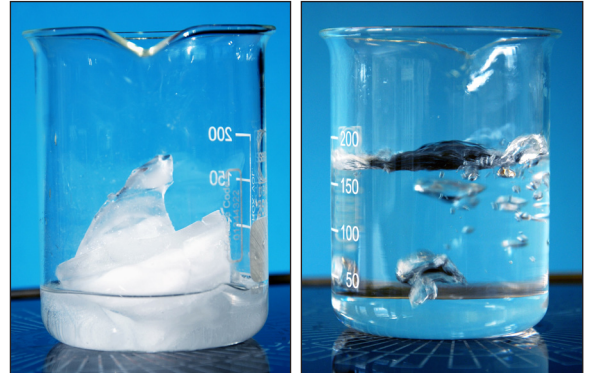
Un même corps pur peut adopter différents états. Dans quels états l'eau se trouve-t-elle dans le paysage ci-dessous ?



Nous allons étudier maintenant comment un corps pur peut passer d'un état à l'autre.

a. Influence de la température :

- Lorsqu'on chauffe de la glace, elle se transforme en eau liquide : c'est la **fusion** (à gauche).
- Lorsqu'on chauffe de l'eau, elle se transforme en vapeur d'eau : c'est la **vaporisation** ou l'**ébullition** (à droite).



Inversement :

- Lorsqu'on refroidit de la vapeur d'eau, elle redevient liquide : c'est la **condensation**.
- Lorsqu'on refroidit de l'eau, elle devient solide (glace) : c'est la **solidification**.

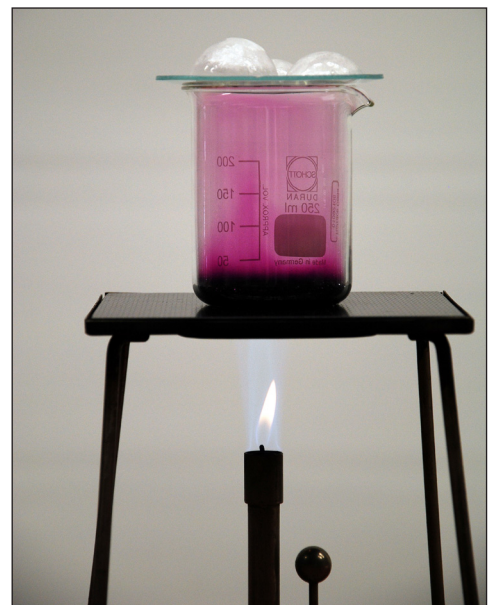
Certains corps purs solides, comme le diiode (ci-contre) se comportent différemment lors du chauffage.



Expérience

Introduisons un peu de diiode, un solide gris-foncé brillant, dans un bécher. Le bécher est recouvert d'un verre de montre refroidi de glace. Chauffons le diiode dans ce bécher.

Il se forme des vapeurs de diiode violettes à partir du diiode solide. Le diiode est donc passé directement de l'état solide à l'état gazeux, sans passer par l'état liquide : c'est la **sublimation**.



En-dessous du verre de montre, des paillettes de diiode se sont formées. Lors du refroidissement, le diiode est donc passé directement de l'état gazeux à l'état solide, sans passer par l'état liquide : c'est la **resublimation**.



Remarque : sublimation

La sublimation et la resublimation ne sont pas des phénomènes rares, mais se retrouvent dans un certain nombre d'événements quotidiens, comme l'émission d'odeurs par une pierre odorante ou la formation du givre.

b. Influence de la pression :

- Dans les bonbonnes à gaz vendues pour le camping se trouve du propane. Lorsqu'on ouvre le robinet, un gaz s'échappe. Par contre, lorsqu'on secoue une telle bonbonne à gaz, on remarque qu'elle contient un liquide. Comment est-ce possible ?

Le gaz dans la bonbonne se trouve sous pression. Ainsi, on peut conclure que l'augmentation de la pression provoque le passage de l'état gazeux à l'état liquide.



- **Expérience**



Introduisons un peu d'eau dans un ballon, puis raccordons ce ballon à une pompe à vide. La pompe à vide diminue la pression à l'intérieur du ballon.

Après quelques instants, l'eau dans le ballon commence à bouillir. Suite à la diminution de la pression, l'eau passe donc de l'état liquide à l'état gazeux.



En classe de 7^e, tu as appris qu'une fusion se fait toujours à une température constante, appelée **température de fusion**.

Étudions maintenant la vaporisation.



Expérience (peut être réalisée à domicile)

Versons un peu d'eau sur un verre de montre (ou une soucoupe), puis attendons quelques jours.

Après quelques jours, il n'y a plus d'eau dans le verre de montre. Toute l'eau est passée de l'état liquide à l'état gazeux: on dit qu'elle s'est évaporée. Cette vaporisation s'est réalisée à température ambiante.

La vaporisation se produit donc tout le temps chez un corps à l'état liquide.

Néanmoins, lorsqu'on chauffe un liquide à ébullition, la vaporisation se fait rapidement. La température reste alors également constante pendant ce changement d'état. Cette température constante est appelée **température d'ébullition**. L'ébullition est donc une vaporisation rapide qui se fait à la température d'ébullition.

EXERCICE 1 : *

Remplis le tableau suivant sur les propriétés des différents états, en utilisant les mots « défini(e) » et « variable » !

état	forme	volume
solide		
liquide		
gazeux		

Remarque : température d'ébullition

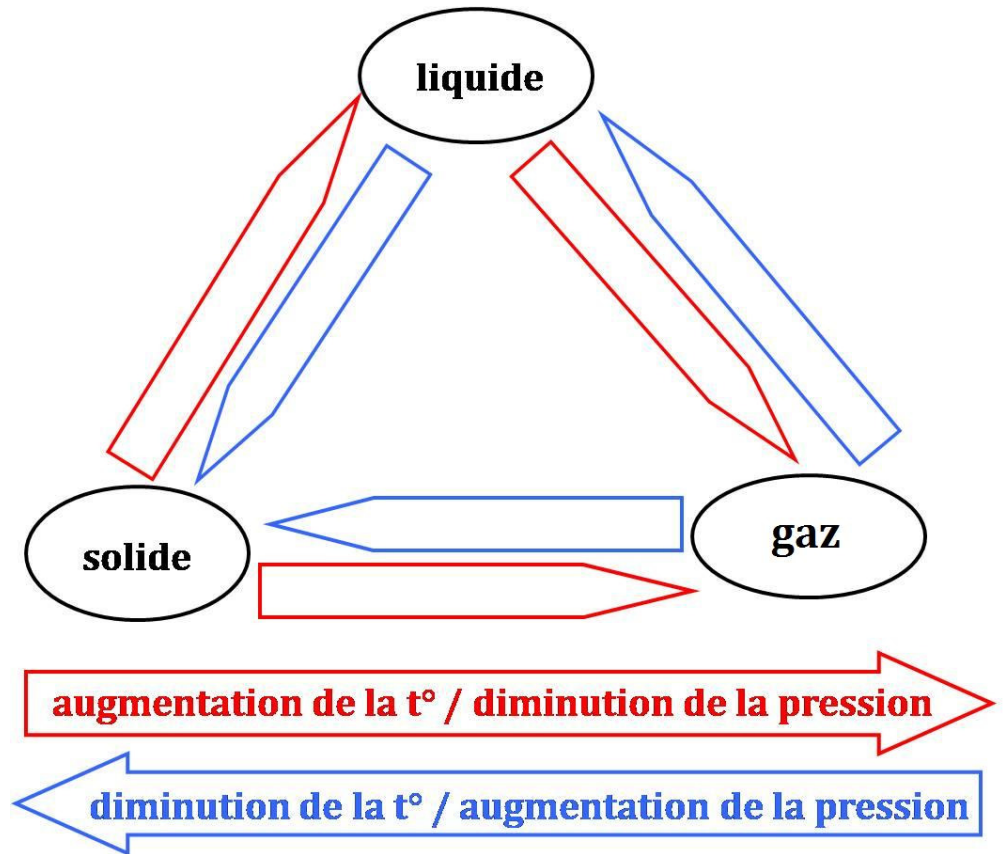
Comme l'état dans lequel se trouve un corps est influencé par la température et la pression, les températures auxquelles les changements d'état ont lieu dépendent aussi de la pression. La température d'ébullition notamment y est très sensible :

La température d'ébullition d'un liquide donné est plus élevée au niveau de la mer que sur une montagne. En effet, sur le sommet d'une montagne, la pression atmosphérique est moins élevée qu'au niveau de la mer. Les particules peuvent donc plus facilement sortir du liquide : la température d'ébullition diminue.

Toutes les températures d'ébullition indiquées dans ce cours sont valables à pression atmosphérique normale, à savoir 1013hPa.

EXERCICE 2 : *

Complète le schéma ci-contre par les noms des différents changements d'états ! Attention à la couleur et à l'orientation des flèches !

**EXERCICE 3 : ***

Complète le texte suivant !

Lors d'une augmentation de la _____, la plupart des corps solides passent à l'état _____ : ce changement d'état s'appelle _____. Certains corps solides passent directement à l'état _____ dans ces conditions : ce changement d'état s'appelle _____. Inversement, lors d'une _____ de la pression, un corps à l'état _____ devient en général d'abord _____ (ce changement d'état s'appelle condensation), et puis _____ (ce changement d'état s'appelle _____).

1.2.2. Le modèle corpusculaire.

Jusqu'à présent, nous avons seulement observé des phénomènes. Mais le scientifique ne se limite pas à l'observation, il veut aussi expliquer ces observations. Or, la chimie s'occupe de la matière et de sa constitution. Les constituants de la matière sont toutefois très petits, tellement petits qu'on ne peut les voir ni à l'oeil nu, ni à l'aide d'un microscope.

Pour pouvoir quand même expliquer les faits observés, le chimiste travaille avec des **modèles**. Un modèle est une représentation que l'on se fait de la réalité, afin d'expliquer des phénomènes observés.

Pour expliquer les états de la matière et les changements d'état, tu as déjà appris à connaître le **modèle corpusculaire** de la matière :

Selon le **modèle corpusculaire**, la matière est constituée de particules fondamentales de très petite taille (10^{-8}m), représentées par des boules. Les particules qui constituent un corps pur donné sont toutes identiques (en masse, taille et volume). Des corps purs différents sont constitués de particules différentes.

Comment peut-on utiliser ce modèle pour expliquer les états de la matière et leurs propriétés, ainsi que les changements d'état ?

- l'état solide

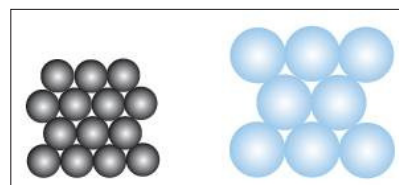
Selon le modèle corpusculaire, les particules d'un **solide** sont disposées de manière parfaitement ordonnée. Cette disposition régulière est appelée **réseau**. Chaque particule occupe sa place déterminée. Entre les particules s'exercent des forces d'attraction, appelées forces de cohésion, qui les maintiennent en place.

Ce réseau ordonné explique les différentes propriétés de l'état solide, comme la forme et le volume déterminés, ou la dureté.

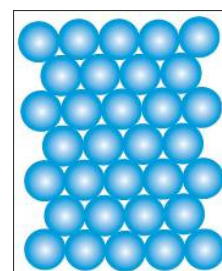
Méthode scientifique : le modèle

Pour expliquer des observations, le chimiste travaille avec des modèles. Un modèle est une représentation simplifiée de la réalité, qui permet d'expliquer des phénomènes. Ce n'est pas une vérité absolue, mais une sorte d'hypothèse de travail, sur la base de laquelle un scientifique peut expliquer ses résultats.

Un modèle doit être conçu de façon à expliquer tous les phénomènes connus. Lorsque de nouvelles découvertes ne sont pas explicables à l'aide d'un modèle, ce modèle parvient à ses limites. Il faut alors développer un nouveau modèle, qui tient compte de toutes les nouveautés, et qui permet toujours d'expliquer les « anciens » phénomènes.



exemples : particules d'aluminium (à gauche) et particules de glucose (à droite)

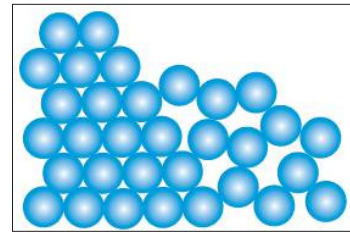


Les particules sont capables de vibrer autour de leur position initiale. Ces oscillations sont appelées **agitation thermique**. L'agitation thermique dépend de la température :

- à très basse température, les particules sont figées (immobiles) dans le réseau,
- lors d'un échauffement, les vibrations deviennent plus fortes.

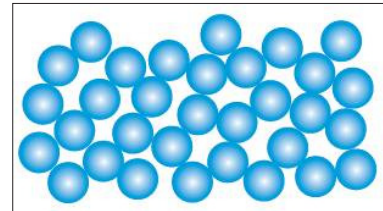
- la fusion

Lorsque l'agitation thermique dépasse une certaine limite, les oscillations des particules deviennent tellement fortes que l'ordre rigide du réseau est détruit : les particules peuvent quitter leur place, le solide entre en **fusion**.



- l'état liquide

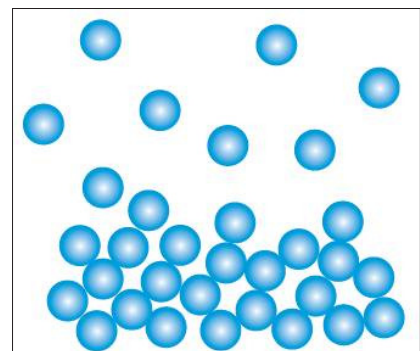
A l'état **liquide**, les particules sont toujours soumises aux forces de cohésion, mais ces forces sont partiellement contrecarrées par l'agitation thermique. Ainsi, les particules sont toujours en contact, mais elles ne forment plus de réseau ordonné. Elles changent en permanence de place à cause de l'agitation thermique.



Les propriétés de l'état liquide (forme variable, mais volume déterminé) s'expliquent facilement par ce modèle.

- l'ébullition

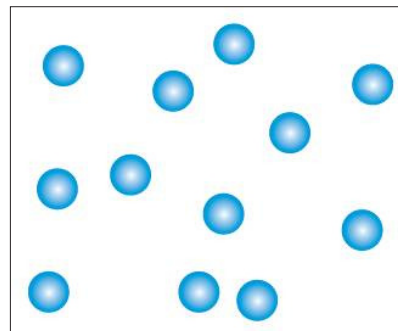
Lorsqu'un liquide est chauffé, les vibrations des particules s'accroissent. A température suffisamment élevée, l'agitation thermique est assez grande pour vaincre les forces d'attraction entre les particules. Les particules se détachent et peuvent quitter le liquide : le liquide entre en **ébullition**.



- l'état gazeux

Dans un **gaz**, les différentes particules ne sont pas en contact. Elles se déplacent à grande vitesse (à cause de l'agitation thermique) de manière désordonnée dans tous les sens, et entrent tout le temps en collision entre elles, mais aussi avec les parois du récipient. Entre les différentes particules se trouve un vide.

Ainsi s'expliquent la faible masse volumique et la compressibilité des gaz.



EXERCICE 1 : *

Schématise les situations suivantes à l'aide du modèle corpusculaire !

- a. Le sel est un solide.
- b. Des glaçons fondent.
- c. Du dioxyde de carbone solide sublime.
- d. Dans l'atmosphère, la vapeur d'eau condense en gouttelettes d'eau.

1.3. Les mélanges

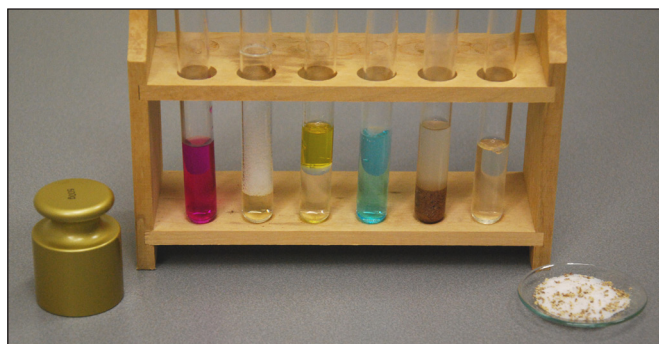
Jusqu'à présent, nous n'avons considéré que des corps purs. Mais la plupart des substances qu'on trouve sur Terre ne sont pas des corps purs. Par exemple, l'eau de mer, qui couvre 70% de la surface terrestre, a un goût salé. Elle est donc constituée d'au moins deux corps purs : l'eau et le sel. Une telle association de différents corps purs est appelée mélange.

Définition :

Un **mélange** est constitué d'au moins 2 corps purs. Il est donc constitué d'au moins 2 types de particules différents.

1.3.1. Les types de mélanges

Il existe différents types de mélanges.



a. Mélanges hétérogènes

Pour certains mélanges, on peut voir à l'oeil nu qu'il s'agit d'un mélange.

Un **mélange hétérogène** est un mélange où l'on peut distinguer les composants à l'oeil nu.

Les mélanges hétérogènes ont des noms spécifiques qui dépendent des états des constituants.

mélange	désignation	exemple
solide - solide		
solide - liquide	suspension	
liquide - liquide	émulsion	
liquide - gaz	brouillard	
	mousse	
solide - gaz	fumée	
	mousse	



b. Mélanges homogènes

On ne peut pas toujours voir à l'oeil nu si un corps est un mélange ou non.

Un **mélange homogène** est un mélange où l'on ne peut pas distinguer les composants à l'oeil nu.

Comme les mélanges hétérogènes, les mélanges homogènes ont des noms spécifiques qui dépendent des états des constituants.

mélange	désignation	exemple
solide - solide	alliage	
solide - liquide	solution	
liquide - liquide	solution	
liquide - gaz	solution	
gaz - gaz		



Dans les solutions, on appelle « **soluté** » le corps qui est dissous dans le liquide, qui lui est appelé « **solvant** ».

Dans une solution, le soluté est subdivisé jusqu'aux particules individuelles.

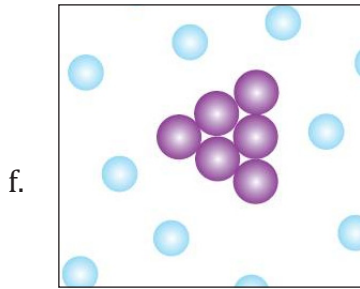
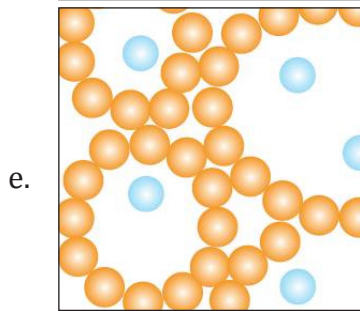
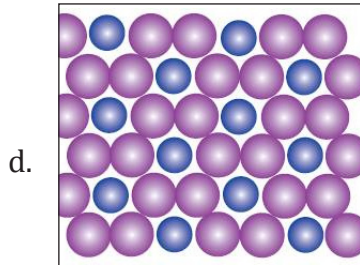
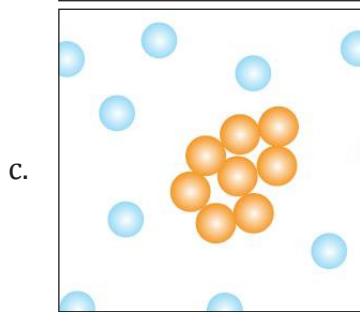
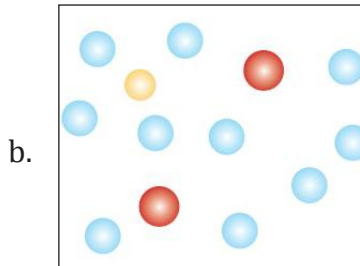
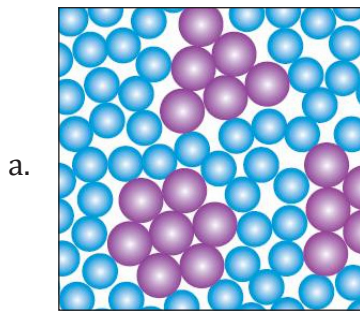
EXERCICE 1 : *

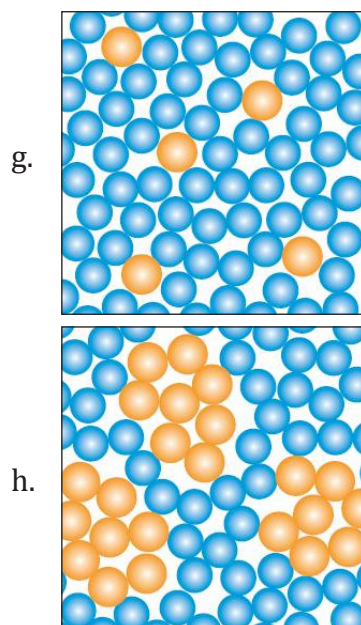
Voici quelques exemples de mélanges. Indique pour chaque mélange s'il s'agit d'un mélange hétérogène ou homogène, ainsi que le nom de ce type de mélange !

- jus d'orange
- jus de pomme filtré
- eau de mer
- eau gazeuse
- vinaigrette à base d'huile et de vinaigre
- nuage
- sel gemme (mélange de sel et de sable/cailloux)
- bronze

EXERCICE 2 : **

Voici quelques schémas représentant différents mélanges selon le modèle corpusculaire. Indique pour chaque schéma le type de mélange représenté, et motive ta réponse !





1.3.2. La séparation de mélanges

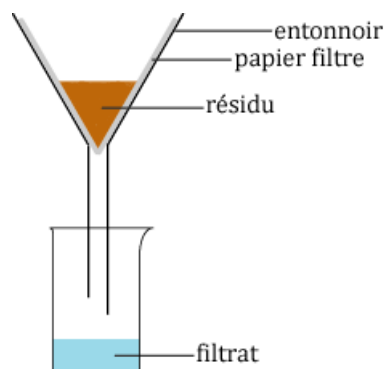
Dans la nature, on trouve en général des mélanges. Or le chimiste s'intéresse aux propriétés des corps purs. Ainsi, il doit être capable de séparer les mélanges en leurs corps purs constitutifs, c'est-à-dire trier les particules.

En classe de 6^e, tu as appris un certain nombre de **techniques de séparation de mélanges**, que nous allons rappeler brièvement dans la suite.

a. la filtration

La **filtration** est un procédé qui permet la séparation des constituants d'une suspension.

exemple : la filtration d'une suspension de sable dans l'eau



Principe :

Le papier filtre est doté d'une multitude de pores minuscules.

Les particules de liquide, capables de se déplacer l'une par rapport à l'autre, peuvent se faufiler à travers ces pores.

Les particules de solide, associées l'une à l'autre en réseau, sont trop grandes pour passer à travers les pores du papier filtre.

Le papier filtre agit donc comme un tamis : les particules isolées libres de se déplacer indépendamment peuvent y passer, tandis que les associations de particules sont retenues.



b. l'extraction magnétique

L'extraction **magnétique** est un procédé qui permet la séparation des constituants d'un mélange hétérogène de deux solides dont un est magnétique (fer, nickel ou cobalt).

Le solide magnétique est attiré par un aimant, les constituants non-magnétiques du mélange subsistent.

exemple : séparation d'un mélange d'aluminium et de fer

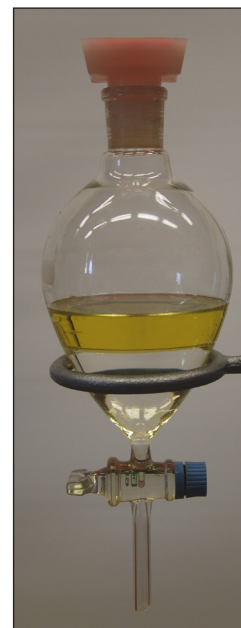


c. la décantation

La **décantation** est un procédé qui permet de séparer des liquides non-miscibles et de masse volumique différente.

Le mélange à séparer est introduit dans une ampoule à décanter. Dans l'ampoule, un liquide se superpose à l'autre, et le liquide inférieur peut être récupéré en ouvrant le robinet.

exemple : la décantation d'une émulsion d'eau et d'huile



d. l'évaporation

L'évaporation est un procédé qui permet d'isoler un soluté solide à partir d'une solution.

La solution est versée dans une capsule en porcelaine et chauffée. Le solvant entre en ébullition et s'échappe sous forme gazeuse. Le soluté persiste.

exemple : l'évaporation de l'eau salée

Attention ! Il ne faut pas utiliser l'évaporation lorsque le solvant est facilement inflammable ou toxique !

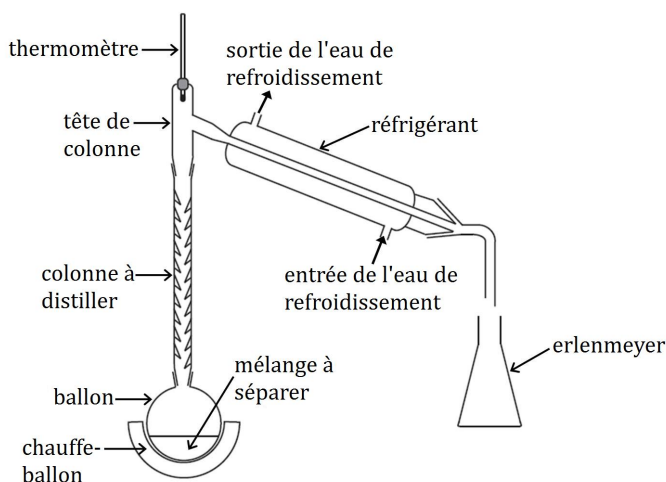


e. la distillation



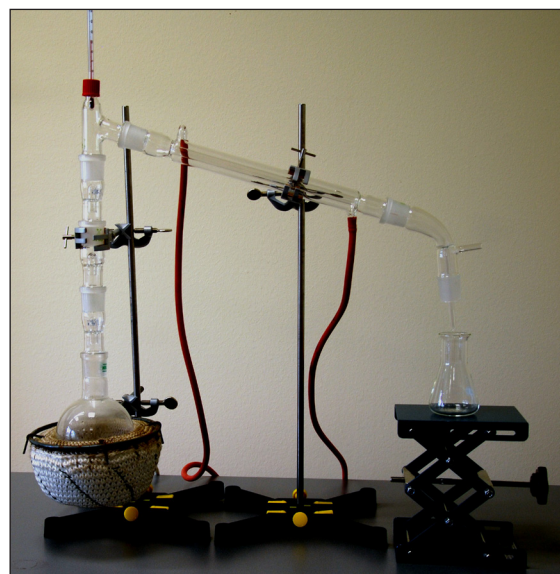
Expérience

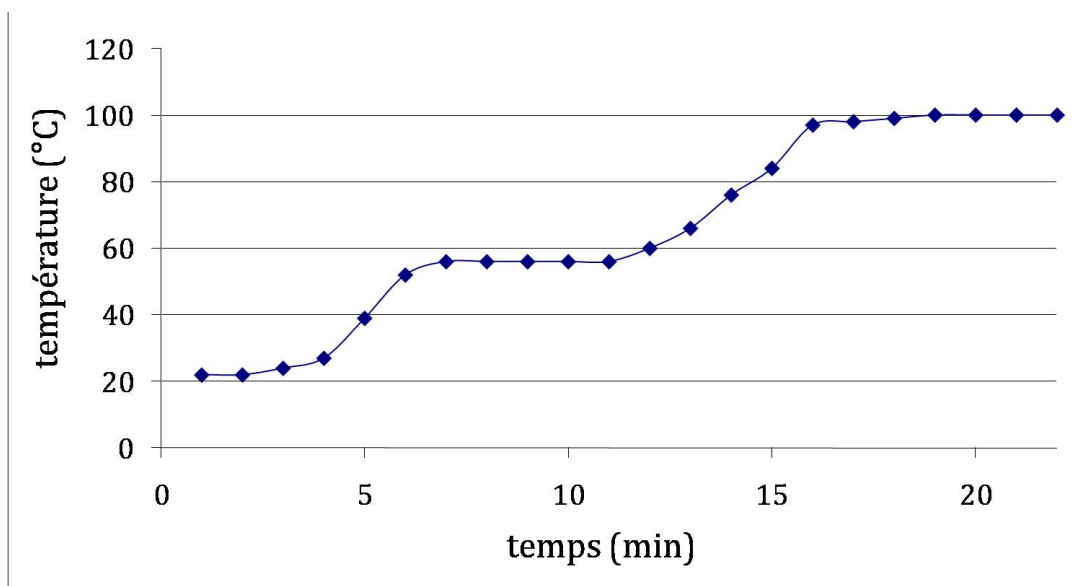
Réalisons un mélange d'eau distillée et d'acétone. Introduisons le mélange dans un ballon à fond rond, et réalisons un montage de distillation :



Chauffons le mélange à ébullition. Les vapeurs montent dans la colonne à distiller. Lors du passage à travers le réfrigérant, les vapeurs sont refroidies et condensent. Le liquide obtenu, appelé **distillat**, est recueilli dans une fiole de type erlenmeyer à la sortie du réfrigérant.

Pendant la distillation, notons toutes les 60 secondes la température à la tête de colonne. Réalisons ensuite un graphique représentant cette température en fonction du temps :





Le graphique comporte deux paliers où la température reste constante : à 56°C et à 100°C. Ces paliers correspondent aux températures d'ébullition de l'acétone (56°C) et de l'eau (100°C).

Lors du chauffage, le mélange entre en ébullition : des vapeurs d'eau et d'acétone montent dans la colonne. Au contact du verre froid, les vapeurs d'eau condensent en premier. Les vapeurs d'acétone montent plus haut dans la colonne avant de condenser. A cause du passage des vapeurs, la colonne s'échauffe lentement du bas vers le haut : les vapeurs montent de plus en plus haut avant de condenser. Finalement, la température à la tête de colonne atteint 56°C ($t_{\text{ébullition}}$ de l'acétone) : les vapeurs d'acétone ne condensent plus dans la colonne, mais entrent dans le réfrigérant, où elles condensent. Les vapeurs d'eau ne montent pas encore jusqu'à la tête de colonne, mais condensent toujours dans la colonne. A la sortie, on récupère donc de l'acétone pur. Pendant toute la distillation de l'acétone, la température à la tête de colonne reste constante. Ensuite elle remonte jusqu'à la distillation de l'eau, à 100°C.

La colonne à distiller permet ainsi une meilleure séparation des liquides : plus un corps est volatil, plus il monte rapidement et haut dans la colonne.

La **distillation** est un procédé qui permet d'obtenir des liquides purs à partir d'une solution.

Remarque : eau distillée

L'eau du robinet n'est pas de l'eau pure, mais elle contient encore des sels minéraux. Pour obtenir de l'eau pure, on a recours à la distillation de l'eau : le distillat est alors de l'eau pure, appelée « eau distillée ».

Le suivi de la température à la tête de colonne nous permet de séparer les constituants d'une solution : il faut uniquement changer le récipient à la sortie du montage après chaque palier de température.

L'analyse du graphique obtenu lors de la distillation nous permet d'identifier les constituants d'un mélange inconnu d'après leur température d'ébullition.

Nous venons de décrire quelques méthodes de séparation simples. Les laboratoires d'analyses modernes utilisent des techniques complexes très puissantes, permettant de mettre en évidence même des substances présentes en concentrations très faibles.

EXERCICE 1 : *

Cite quelques applications des techniques décrites ci-dessus !

EXERCICE 2 : **

Explique, éventuellement à l'aide d'un schéma, pourquoi l'on ne peut pas séparer une solution (par exemple un mélange de sel et d'eau) par une filtration !

EXERCICE 3 : **

L'acide formique est un liquide incolore qui est très bien soluble dans l'eau. L'eau et l'acide formique forment donc une solution. Or, lorsqu'on essaye de séparer ce mélange par distillation, on constate qu'aucune séparation n'a lieu. Comment peut-on expliquer ce résultat ?

Aide : Considère les températures d'ébullition de ces deux corps purs ($t^{\circ}_{\text{ébullition}}$ (acide formique) = 100°C).

EXERCICE 4 : **

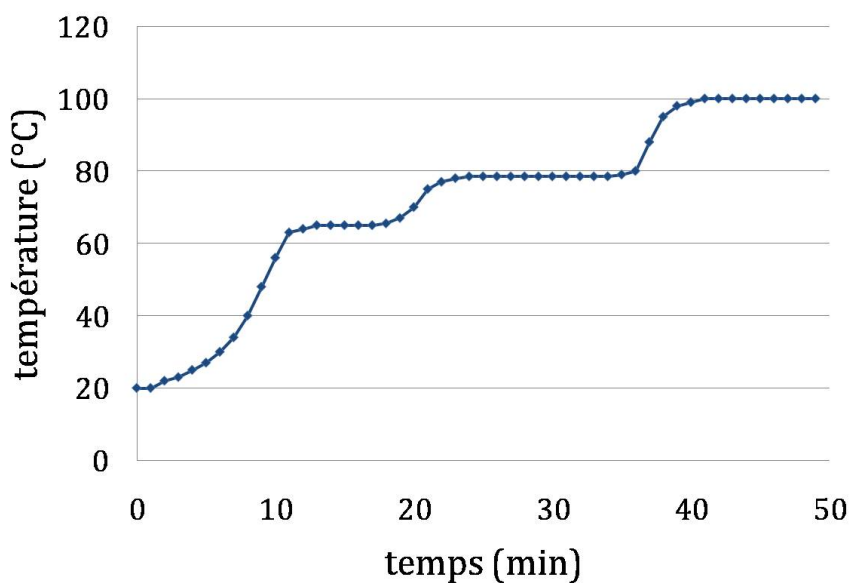
Comment peut-on séparer un mélange formé d'huile et d'eau salée en tous ses constituants à l'aide des méthodes présentées ci-dessus ?

EXERCICE 5 : **

Comment peut-on séparer un mélange formé de poudre de fer, de sel et de sable à l'aide des méthodes présentées ci-dessus ?

EXERCICE 6 : ***

Voici le graphique obtenu en mesurant la température à la tête de colonne lors de la distillation d'un mélange de constituants inconnus. Détermine les constituants de ce mélange à l'aide du tableau ci-dessous, et motive ta réponse !



corps pur	$t^{\circ}_{\text{ébullition}} \text{ (}^{\circ}\text{C)}$	solubilité dans l'eau
acétone	56	très bonne
benzène	80	mauvaise
chloroforme	62	mauvaise
eau	100	très bonne
éthanol	78,5	très bonne
méthanol	65	très bonne
tétrachlorométhane	77	mauvaise

1.4. Check-list

Cette liste sert à contrôler tes connaissances et capacités.

Elle peut être utile pour la préparation du devoir en classe.

Pour les affirmations suivantes, coche la case qui te semble la plus adaptée !

	Je sais, je connais, ...	oui	non
1	Je connais les différents états de la matière.		
2	Je connais les noms des changements d'état ainsi que les conditions dans lesquelles ces changements ont lieu.		
3	Je sais expliquer la différence entre un mélange et un corps pur.		
4	Je sais distinguer un mélange hétérogène et un mélange homogène.		
5	Je connais les noms des différents types de mélanges.		
6	Je sais indiquer le type d'un mélange donné.		
7	Je connais quelques méthodes simples de séparation de mélanges.		
8	Je sais expliquer le principe de fonctionnement des ces méthodes de séparation.		
9	Je sais appliquer ces méthodes de séparation à des mélanges.		
10	Je sais décrire le modèle corpusculaire.		
11	Je sais expliquer les faits précédents à l'aide du modèle corpusculaire.		

D'autre part, l'étude de ce chapitre t'a permis de travailler les compétences suivantes :

- communication : utiliser la langue véhiculaire et la terminologie scientifique exacte
- travailler avec un modèle simple et expliquer des faits observables (macroscopiques) à l'aide d'un modèle