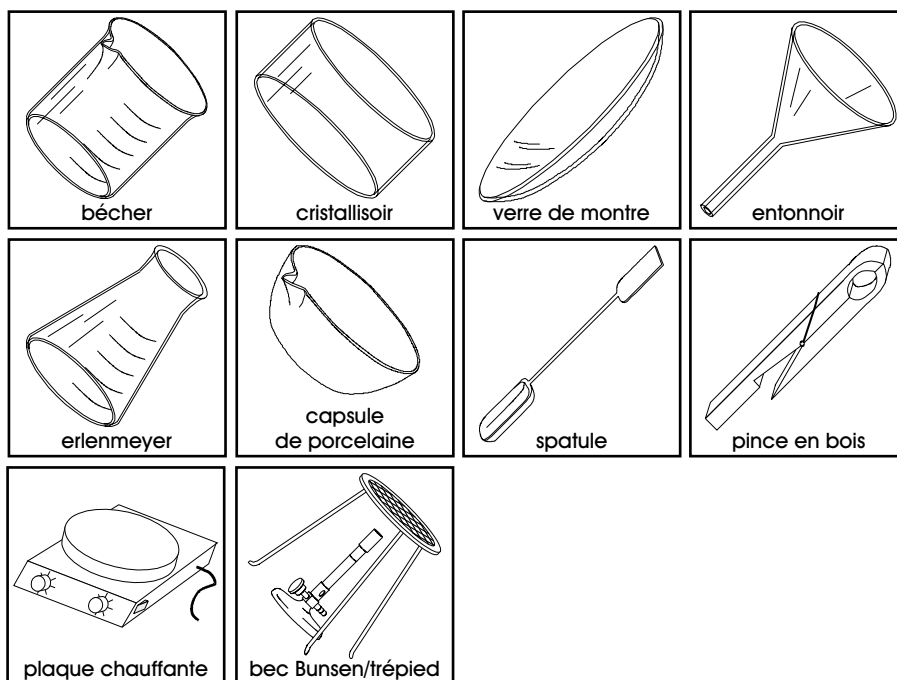


BUTS

Séparer les constituants d'un mélange de solides au moyen de procédés physiques simples.

MATERIEL

1 bécher de 100 ml, 1 cristalliseur de 100 ml, 1 verre de montre, 1 entonnoir, 1 erlenmeyer de 100 ml, 1 capsule de porcelaine, 1 spatule, 1 pince en bois, 1 plaque chauffante, 1 bec Bunsen avec trépied et grille, allumettes, 1 aimant, papier filtre plissé, glace pilée, feuille de papier.



REACTIFS

Mélange: chlorure de sodium (NaCl), sable (SiO_2), iode (I_2), limaille de fer (Fe).

NaCl	SiO_2	I_2	Fe
étatsolide	étatsolide	étatsolide	étatsolide
MM58.44 g/mol	MM60.09 g/mol	MM253.81 g/mol	MM55.85 g/mol
CH F	CH F	X CH 2	CH F
	récup S	récup O	récup S

RECOMMANDATIONS

Manipuler avec précaution le mélange de solides lors du chauffage sur la plaque chauffante: **Ne pas inhaler les vapeurs d'iode.**

Manipuler prudemment la solution lors du chauffage sur la flamme du bec Bunsen: **Porter des lunettes de sécurité** et éviter les projections de liquide.

MANIPULATIONS
ET DISCUSSION

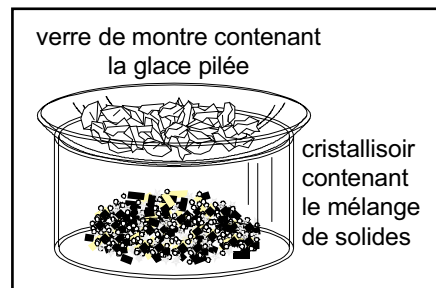
PREMIERE SEPARATION

1. Introduire dans un cristalliseur sec 3 spatules du mélange de solides. Couvrir le cristalliseur d'un verre de montre.



2. Chauffer prudemment le cristallisateur sur plaque chauffante, à 150 °C.

Dès les premières émanations gazeuses, placer un peu de glace pilée sur le verre de montre, selon le schéma ci-contre. **Ne pas inhaler les vapeurs.**



Observer les émanations, ainsi que le dépôt qui se forme graduellement sous le verre de montre. On peut enclencher l'agitateur magnétique de manière à favoriser les émanations.

Lorsque les émanations de fumée cessent, couper la plaque chauffante et retirer prudemment l'installation.

Vider la glace et conserver le dépôt violet sur le verre de montre.

♦ Il est utile de classer les substances qui nous entourent en fonction de leurs constituants:

Lorsqu'une substance est constituée de **molécules ou atomes identiques**, comme le fer (constitué exclusivement d'atomes Fe) ou l'eau (constituée exclusivement de molécules H₂O), on parle de **corps pur**.

Lorsqu'une substance contient **plusieurs molécules différentes**, comme l'air (constitué principalement de molécules d'azote N₂ et de molécules d'oxygène O₂) ou l'eau de mer (contenant des molécules d'eau H₂O et des sels dissous), on parle de **mélange**.

Par ailleurs, lorsque les constituants d'un mélange peuvent être distingués visuellement l'un de l'autre, on parle de mélange **hétérogène**; inversement, le mélange est **homogène** lorsqu'il n'est pas possible de distinguer ses constituants.

? 1. Indiquer si le mélange solide initial est homogène ou hétérogène. Justifier la réponse.

? 2. Décrire les observations lors de la première séparation. Déterminer laquelle des substances a été isolée selon ce procédé. Indiquer si la transformation de cette substance de l'état solide à l'état gazeux puis à l'état solide est un processus courant, ou si une succession plus logique de transformations physiques devrait être attendue.

DEUXIEME SEPARATION

3. Transvaser le mélange résiduel du cristallisateur sur une feuille de papier. Placer un aimant sous la feuille, observer puis isoler du mélange le constituant qui présente des propriétés magnétiques.

Conserver sur la feuille la substance isolée et récupérer le mélange dans un bécher, en inclinant la feuille vers lui. Faire au moins deux passages sur la feuille.

? 3. Décrire les observations lors de la deuxième séparation. Déterminer laquelle des substances a été isolée selon ce procédé. Indiquer sur la base de quelle(s) propriété(s) la séparation a été effectuée.

TROISIEME SEPARATION

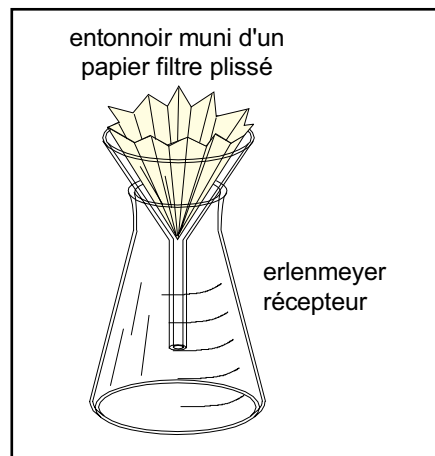
4. Dans le bécher contenant le mélange encore à séparer, ajouter environ 20 ml d'eau et agiter.

Munir un entonnoir d'un papier filtre plissé, puis placer l'entonnoir sur un erlenmeyer, selon le schéma ci-contre.

Filtrer lentement la solution et observer.

Noter les observations lors de cette séparation.

Conserver la substance déposée sur le papier filtre.



? 4. Décrire les observations lors de la troisième séparation.

Déterminer laquelle des substances a été isolée selon ces procédés.

Indiquer sur la base de quelle(s) propriété(s) la séparation a été effectuée.

QUATRIEME SEPARATION



5. Verser environ la moitié de la solution de l'erlenmeyer dans une capsule de porcelaine.

Chauffer **prudemment** la capsule de porcelaine sur bec Bunsen, afin d'évaporer la solution.

Lorsque l'évaporation est presque complète, couper le gaz et retirer rapidement la capsule au moyen d'une pince en bois, afin d'éviter les projections.

Observer le résultat de cette opération.

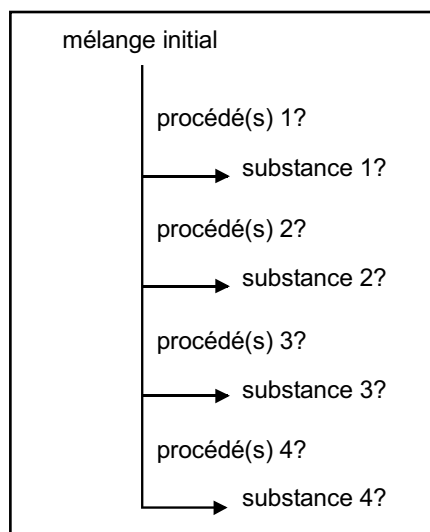
? 5. Décrire les observations lors de cette dernière opération.

Déterminer laquelle des substances a été isolée selon ce procédé.

Indiquer sur la base de quelle(s) propriété(s) la séparation a été effectuée.

? 6. Résumer, selon le schéma ci-contre, la séquence des séparations effectuées durant l'expérience.

Indiquer, pour chaque étape, le nom du ou des procédés de séparation, ainsi que la substance isolée.



? 7. Préciser si la solution issue de la filtration est un corps pur, un mélange homogène ou un mélange hétérogène.

RECUPERATION ET NETTOYAGE

Récupérer le papier filtre plissé, la limaille de fer et le sable de silice dans le récipient de déchets **S** (substances solides).

Dissoudre avec un peu d'alcool ou d'acétone l'iode accumulé sur le verre de montre et récupérer le tout dans le récipient de déchets **O** (solvants organiques).

Laver la verrerie utilisée à l'eau, puis la rincer à l'eau déminéralisée.

PREPARATION

Expérience individuelle.**1. Mélange NaCl/SiO₂/I₂/Fe:**

Préparer un mélange contenant, en proportions de volumes, approximativement 2 parts de NaCl (p.ex. sel de cuisine), 2 parts de SiO₂ (p.ex. sable pour aquariums), 0.5 part de I₂ et 1 part de Fe (sous forme de limaille).

Conserver le mélange dans un récipient hermétiquement fermé pour éviter la sublimation de l'iode à température ambiante.

En présence d'iode, le fer métallique s'oxyde lentement ($\text{Fe}^0 + \text{I}_2 \rightarrow \text{FeI}_2$) et perd ses propriétés magnétiques. Il est par conséquent recommandé de ne pas stocker le mélange trop longtemps.

2. Matériel nécessaire pour 1 étudiant:

1 spatule, 1 pince en bois, 1 plaque chauffante, 1 bec Bunsen avec trépied et grille, allumettes, 1 aimant, papier filtre plissé, glace pilée, feuille de papier

1 béchers de 100 ml

1 cristalliseur de 100 ml

1 verre de montre

1 entonnoir

1 erlenmeyer de 100 ml

1 capsule de porcelaine

1 spatule

1 pince en bois

1 plaque chauffante

1 bec Bunsen avec trépied et grille, allumettes

1 aimant

1-2 papiers filtre plissés

glace pilée

1 feuille de papier format A6

3. Durée de l'expérience:

Environ 60 min de manipulations.

DISCUSSION

- ? **1. Indiquer si le mélange solide initial est homogène ou hétérogène. Justifier la réponse.**

Le mélange de solides est hétérogène, puisqu'il est possible de distinguer ses constituants individuels à l'œil nu.

Cependant, un mélange dont on ne distingue pas les constituants n'est pas nécessairement homogène.

En effet, une solution contenant des particules de taille inférieure à une centaine de micromètres (0.1 mm) apparaît homogène à l'œil nu, mais hétérogène sous un microscope; dans ce cas, on parlera de suspension hétérogène, plutôt que de solution homogène.

- ? **2. Décrire les observations lors de la première séparation.**

Déterminer laquelle des substances a été isolée selon ce procédé.

Indiquer si la transformation de cette substance de l'état solide à l'état gazeux puis à l'état solide est un processus courant, ou si une succession plus logique de transformations physiques devrait être attendue.

On observe la formation de vapeurs violettes qui s'élèvent et se déposent sous forme solide sur la paroi froide du verre de montre. Le composé incriminé ne passe pas de l'état solide à l'état liquide puis à l'état gazeux, mais di-

rectement de solide à gazeux. Cette transformation physique est une sublimation.

L'iode sublime à température relativement basse, c'est-à-dire passe de la phase solide à la phase gazeuse (et vice versa) sans passer par la phase liquide. En chauffant le mélange, l'iode se vaporise, s'élève et condense en cristaux au contact de la paroi froide du verre de montre.

Lors d'une élévation suffisante de la température, la succession logique de transformations pour la quasi totalité des substances solides (dont le fer, le chlorure de sodium et le sable de silice utilisés dans cette expérience) est la fusion (passage de l'état solide à l'état liquide) suivie de la vaporisation (passage de l'état liquide à l'état gazeux).

Un nombre restreint de substances sont susceptibles de sublimer à température peu élevée (0-50 °C); les exemples les plus courants sont le camphre ($C_{10}H_{16}O$), l'iode (I_2), la naphthaline (naphthalène; $C_{10}H_8$), les boules pour désodoriser l'air (air fresheners) et les antimites, ainsi que la glace sèche (carbone glace, neige carbonique; $CO_{2(s)}$).

? 3. Décrire les observations lors de la deuxième séparation.

Déterminer laquelle des substances a été isolée selon ce procédé.

Indiquer sur la base de quelle(s) propriété(s) la séparation a été effectuée.

On observe que l'un des constituants du mélange est attiré par l'aimant. Il s'agit ici d'une séparation basée sur les propriétés magnétiques de la substance incriminée.

Le fer métallique possède 26 électrons, dont 8 électrons de valence se répartissant en 3 paires et 2 électrons non appariés. Ces deux électrons confèrent au fer des propriétés magnétiques et lui permettent de s'aligner dans la direction des lignes de force du champ magnétique.

Les autres substances du mélange n'ont pas cette propriété et ne subissent pas l'influence du champ magnétique généré par l'aimant.

Toute substance s'alignant, comme le fer, dans la direction des lignes de force d'un champ magnétique est paramagnétique; si l'alignement des atomes de la substance s'effectue dans la direction opposée aux lignes de champ, la substance est diamagnétique.

? 4. Décrire les observations lors de la troisième séparation.

Déterminer laquelle des substances a été isolée selon ces procédés.

Indiquer sur la base de quelle(s) propriété(s) la séparation a été effectuée.

Avant la troisième séparation, le mélange hétérogène ne contient plus que du sable de silice et du chlorure de sodium.

La silice n'est pas soluble dans l'eau et est caractérisée par une masse volumique élevée (2.2-2.7 g/cm³ selon la structure cristalline considérée). En conséquence, elle reste sous forme solide lors de l'adjonction d'eau.

En revanche, le chlorure de sodium est un solide ionique, qui se solubilise par hydratation et se dissocie en cations Na^+ et anions Cl^- dans l'eau.

La séparation consiste ensuite à filtrer la solution, c'est-à-dire à séparer les constituants insolubles des constituants dissous. La silice est récupérée dans le papier filtre, tandis que le chlorure de sodium passe, sous forme dissoute, dans le filtrat.

A l'issue de cette séparation, le sable devrait être lavé à plusieurs reprises à l'eau pour éliminer le NaCl résiduel.

? 5. Décrire les observations lors de cette dernière opération.

Déterminer laquelle des substances a été isolée selon ce procédé.

Indiquer sur la base de quelle(s) propriété(s) la séparation a été effectuée.

Lors de la dernière étape de séparation, la solution aqueuse de chlorure de sodium est chauffée pour permettre l'évaporation complète de l'eau (P.E. = 100 °C).

Au fur et à mesure que l'eau est éliminée, la concentration de NaCl augmente; lorsque toute l'eau a été évaporée, le chlorure de sodium solide reste au fond de la capsule.

Il serait nécessaire de chauffer à plus de 801 °C pour fondre le NaCl, ou à plus de 1413 °C pour le vaporiser. La séparation est donc basée sur les différences de points d'ébullition des substances considérées.

Le principe de l'évaporation est encore couramment utilisé dans les marais salins pour l'extraction du sel de cuisine à partir de l'eau de mer.

? 6. Résumer, selon le schéma ci-contre, la séquence des séparations effectuées durant l'expérience.

Indiquer, pour chaque étape, le nom du ou des procédés de séparation, ainsi que la substance isolée.

La séparation des substances contenues dans le mélange est basée sur les principes physiques suivants:

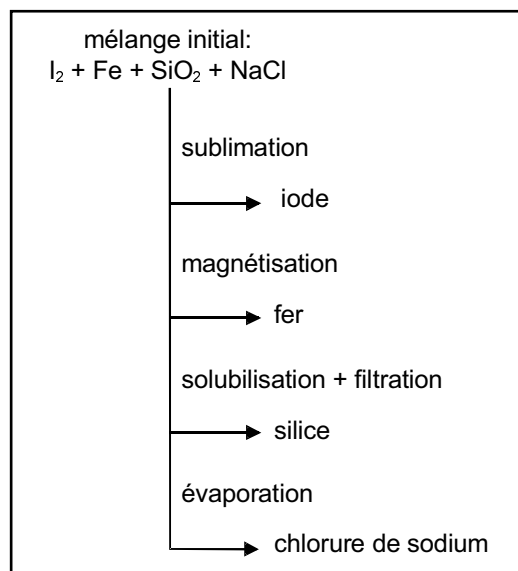
sublimation (solide → gaz), puis recondensation (gaz → solide) pour l'iode (I_2);

magnétisation pour la limaille de fer (Fe);

solubilisation et filtration pour le sable de silice (SiO_2);

évaporation du solvant et recristallisation pour le chlorure de sodium (NaCl).

La séquence est schématisée ci-contre.



? 7. Préciser si la solution issue de la filtration est un corps pur, un mélange homogène ou un mélange hétérogène.

La solution issue de la filtration (le filtrat) contient de l'eau H_2O et le chlorure de sodium sous forme dissoute, c'est-à-dire sous forme d'ions Na^+ et Cl^- . Cette solution n'est donc pas un corps pur, mais un mélange.

D'autre part, à quelque échelle de visualisation que cela soit (à l'oeil nu, au microscope photonique ou au microscope électronique), il n'est pas possible de distinguer ces ions dans l'eau. Par conséquent, le mélange est homogène.