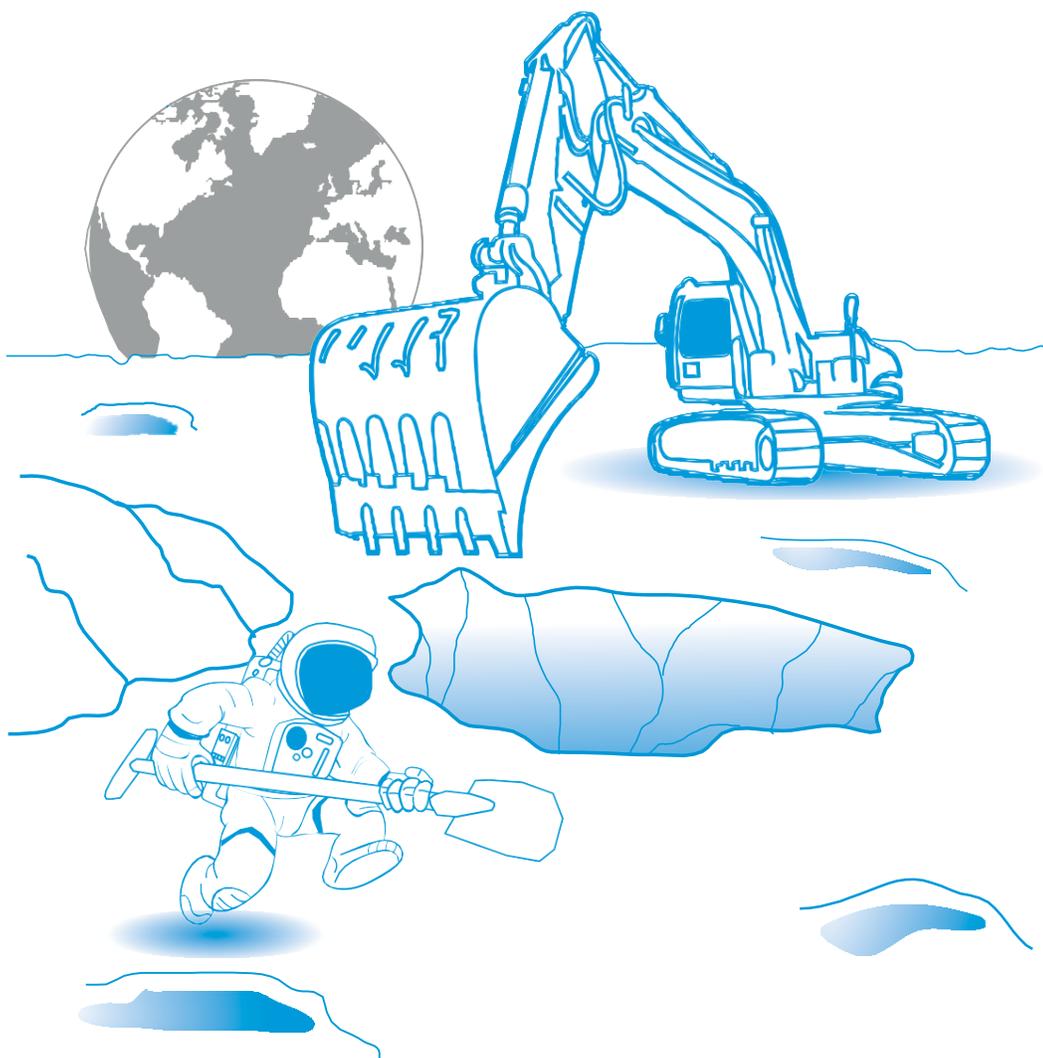
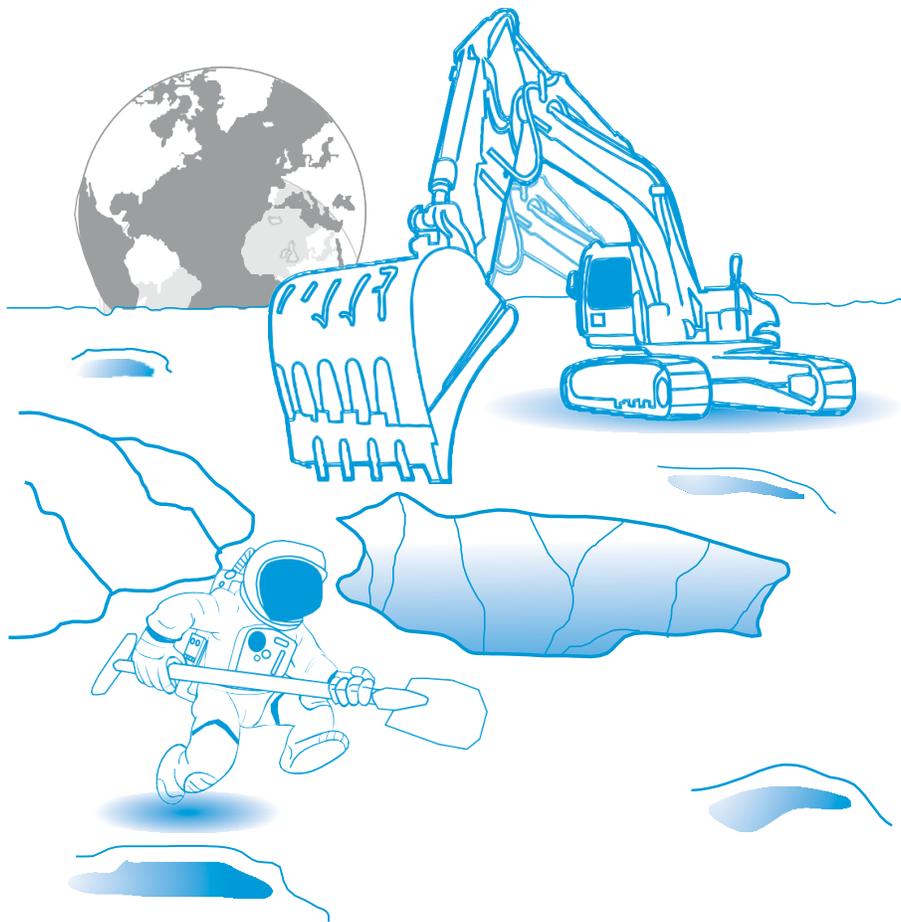


Enseigner avec l'espace

→ EXTRACTION DE L'EAU DU SOL LUNAIRE

En apprendre plus sur la filtration et la distillation





Guide de l'enseignant

Quelques faits	page 3
Résumé des activités	page 4
	page 5
Activité 1: L'eau est-elle différente sur la lune?	page 6
Activité 2: Filtration ou distillation?	page 9
Fiches élèves	page 14
Liens utiles	page 22
Annexe	page 23

Enseigner avec l'espace – Extraction de l'eau du sol lunaire | C10
www.esa.int/education

The ESA Education Office vos retours et commentaires
teachers@esa.int

Traduite par ESERO Belgium
eserobelgium.be

Une production de l'ESA Education en collaboration avec ESERO UK
Copyright 2018 © European Space Agency

→ EXTRACTION DE L'EAU DU SOL LUNAIRE

En apprendre plus sur la filtration et la distillation

Quelques faits

Sujet : Chimie, Physique

Tranche d'âge : 12-16 ans

Type : activité de laboratoire

Difficulté : moyenne

Temps de préparation des enseignants : 30 minutes

Temps de leçon requis : 1 heure et 20 minutes

Coût : faible - tout l'équipement doit être disponible dans un laboratoire scientifique scolaire

Lieu : laboratoire

Comprend l'utilisation de : blocs de glace préparés à l'avance et mélangés avec du sable

Mots-clés : Exploration de la Lune, Filtration, Distillation, États de la matière, Transitions de phases.

Description

Dans cette ressource, les élèves se renseigneront sur les changements d'état de la matière en utilisant l'eau sur la Lune comme exemple. Ils interpréteront les données d'un graphique de la pression et de la température de l'eau pour permettre une discussion sur la façon dont les changements d'état sont différents sur la Lune par rapport à ce à quoi nous sommes habitués sur Terre. Ils compareront ensuite deux méthodes de séparation des mélanges, dans le contexte de l'extraction de l'eau du sol lunaire. On leur remettra des blocs analogues de sol lunaire préparés à l'avance et on comparera la distillation simple à la filtration et on décidera laquelle est la plus efficace sur la Terre et sur la Lune.

Objectifs d'apprentissages

- Apprendre comment les changements d'état varient en fonction de la pression et de la température.
- Comprendre les changements d'état en fonction du modèle de particule.
- Apprendre à utiliser l'équipement de distillation pour séparer les mélanges.
- Utiliser la filtration pour séparer les mélanges.
- Effectuer des expériences de manière appropriée, en tenant compte de la manipulation correcte des appareils, de la précision des mesures et des considérations de santé et de sécurité.
- Évaluer les méthodes et suggérer des améliorations et des recherches supplémentaires.
- Interpréter les pourcentages et les variations de pourcentage en tant que fraction ou décimale.

→ Résumé des activités

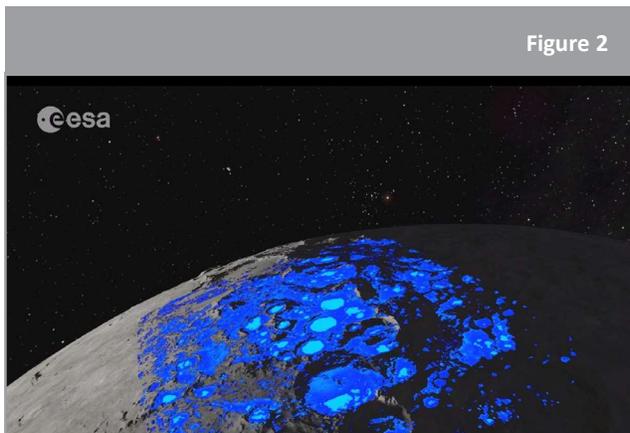
Résumé des activités					
	Titre	Description	Objectifs	Prérequis	Temps
1	L'eau est-elle différente sur la Lune ?	Identification des phases de l'eau. Analyser un graphique de la pression en fonction de la température de l'eau dans le contexte de la Lune.	Apprendre comment l'extraction de l'eau pourrait être effectuée sur la Lune.	Aucun	20 minutes
2	Filtration ou distillation ?	Comparer les procédés de filtration et de distillation des " carottes de glace lunaire ".	Planifier et réaliser une expérience dans la filtration et la distillation.	Avoir complété l'activité 1 est conseillé	1 heure

→ Introduction

Entre 1969 et 1972, douze astronautes ont visité la Lune. Ces missions lunaires ont été les seules fois où les humains ont marché sur un autre monde que la Terre. Depuis lors, plusieurs satellites et missions robotiques ont étudié la Lune. Une de ces missions était SMART-1, qui a orbité autour de la Lune entre novembre 2004 et septembre 2006. SMART-1 a pris des images détaillées de la surface et a étudié la composition des roches. La mission s'est terminée par un écrasement délibéré sur la surface lunaire.



↑ ESA's SMART-1 was Europe's first Moon orbiter



↑ Carte du pôle sud lunaire de l'endroit où la glace d'eau serait stable, enfouie dans le mètre supérieur (bleu foncé), et à la surface (bleu clair).

En 2009, la présence d'eau sur les pôles lunaires a été découverte. Cependant, l'eau n'existe sur la Lune que sous forme de glace. La Lune n'ayant pas d'atmosphère, la pression à la surface est extrêmement faible. À basse pression, l'eau ne peut exister que sous forme de solide (glace) ou de gaz. Dans un cratère ombragé en permanence, où la température peut descendre jusqu'à $-248\text{ }^{\circ}\text{C}$, l'eau existe alors sous forme de glace. Lorsque la surface de la Lune est chauffée par le Soleil, elle peut atteindre des températures allant jusqu'à $123\text{ }^{\circ}\text{C}$. En raison de la faible pression sur la Lune, lorsque la glace d'eau atteint $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, elle

passerait directement de l'état de glace (solide) à celui de vapeur d'eau (gaz). Aujourd'hui, l'ESA, en collaboration avec d'autres agences spatiales, prévoit d'envoyer des missions robotiques et des astronautes pour explorer la surface de la Lune une fois de plus.

Dans l'avenir, si nous souhaitons construire une colonie sur la Lune, nous devons réfléchir à la façon d'extraire la glace du régolithe lunaire (sol).

Dans cette série d'activités, les élèves devront imaginer qu'ils sont en mission lunaire et qu'ils devront extraire l'eau des carottes de glace "lunaires".

→ Activité 1 : L'eau est-elle différente sur la Lune ?

Dans cette activité, les élèves étudieront les états de l'eau et les transitions des phases de l'eau. Ils analyseront le diagramme des phases de l'eau et feront une expérience simple pour apprendre que la pression et la température ont une incidence sur l'état de l'eau. Enfin, les élèves feront le lien entre ce qu'ils apprennent et l'exploration de la Lune et la façon dont l'eau pourrait être extraite du régolithe lunaire.

Matériel

- Seringue
- Eau chaude
- Feuilles de travail imprimées pour chaque élève

Exercice

Distribuez les feuilles de travail à chaque élève. On demande d'abord aux élèves de nommer (identifier) les changements d'état :

- **Sublimation** : transformation d'un solide en un gaz (pas de phase liquide).
- **Condensation** : transformation d'un gaz en un solide (pas de phase liquide).
- **Solidification** : transformation d'un liquide en un solide.
- **Fusion** : transformation d'un solide en liquide.
- **Vaporation** : transformation d'un liquide en un gaz.
- **Liquéfaction** : transformation d'un gaz en liquide.

Les élèves devront également dessiner le modèle des particules pour les trois états de la matière.

À la question 3, les élèves devront mettre en relation les changements d'état de l'eau avec la température et la pression. Vous pouvez donner des exemples familiers comme le fait d'aller en plongée (la pression augmente) et d'aller au sommet d'une montagne (la pression diminue).

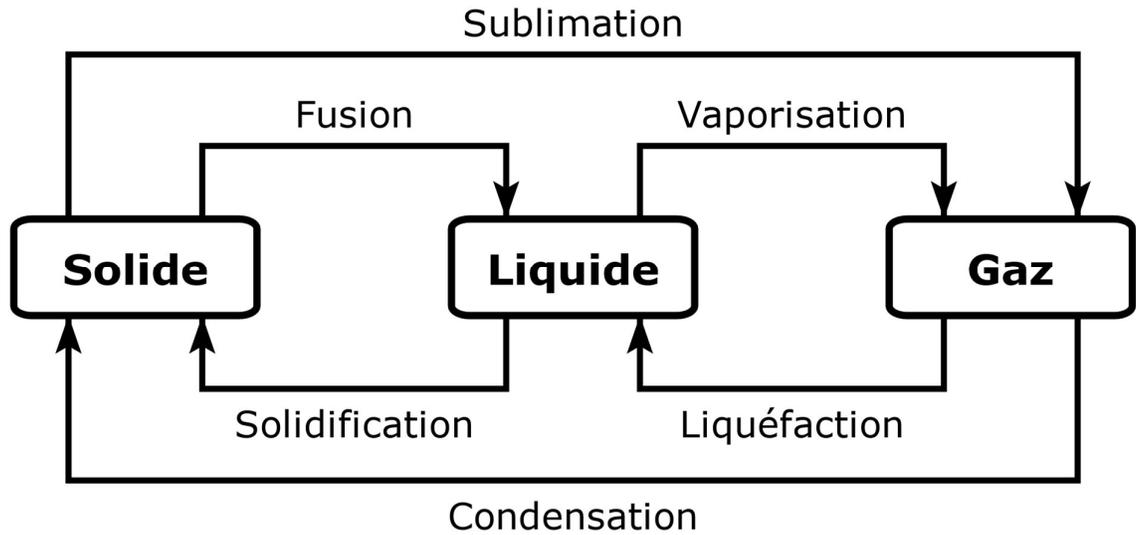
Lorsque la pression diminue, l'eau bout à une température plus basse. À la question 4 b), les élèves peuvent tester l'hypothèse qu'ils ont présentée à la question 4 a), en utilisant une seringue pour créer un environnement avec une pression plus basse.

À la question 5, nous demandons aux élèves d'appliquer les concepts qu'ils ont appris à l'environnement lunaire. Vous pouvez commencer par mettre en relation certains des exemples précédents avec la Lune : au sommet d'une montagne sur Terre, la pression atmosphérique est plus faible parce qu'il y a moins d'atmosphère à cet endroit. Sur la Lune, il n'y a pas d'atmosphère, donc la pression est très basse.

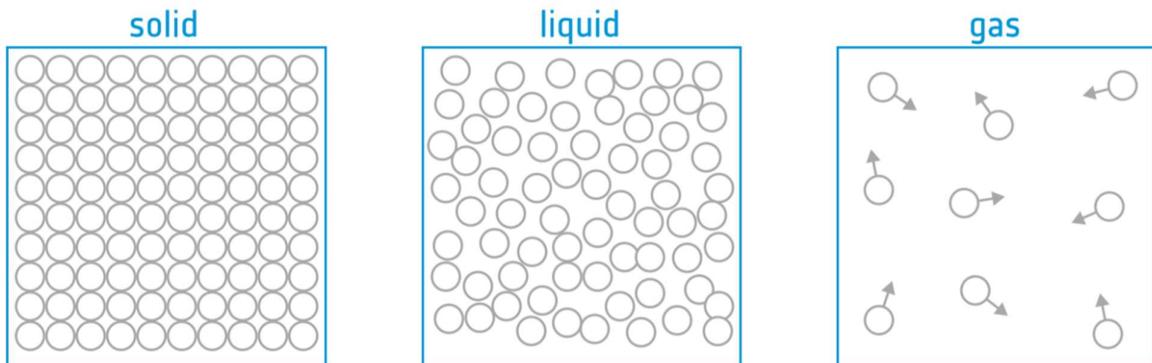
Consultez la section des résultats pour obtenir des réponses complètes aux questions de la feuille de travail de l'élève.

Résultats

1.



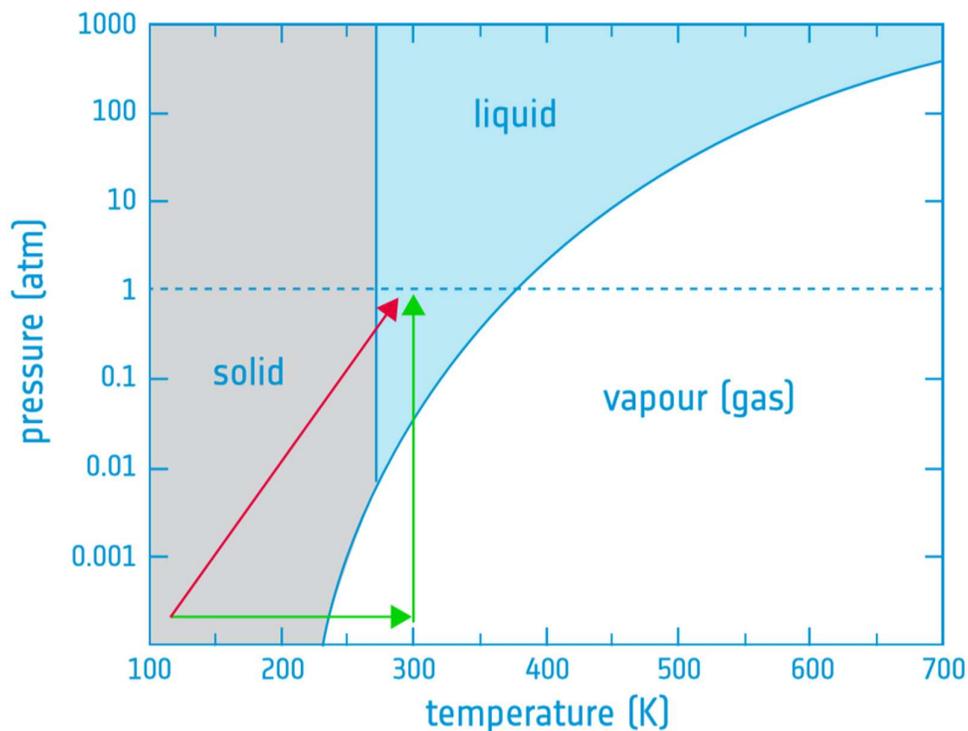
2.



3.

Etat de l'eau	Plage de température (K)	Pression (atm)
Solide	<273	1
Liquide	273-373	1
Gaz	>373	1

- 4.1. Le point d'ébullition de l'eau diminue à mesure que la pression diminue. A très basse pression ($\sim 0,01$ atm), l'eau ne peut pas exister à l'état liquide.
- 4.2. La pression dans la seringue diminue. Même si la température de l'eau est inférieure à 100°C , l'eau atteint le point d'ébullition et devrait commencer à s'évaporer.
- 5.1. La figure A2 montre qu'à très basse pression (proche de 0 atm), indépendamment de la température, l'eau n'a pas de phase liquide. La Lune n'a pas d'atmosphère, à la surface la pression est d'environ 0 atm et donc la glace d'eau se sublimerait, passant directement du solide au gaz.
- 5.2. Solide (glace)
- 5.3. Si vous enlevez la glace du cratère, la température augmentera. Quand la glace de l'eau se réchauffe, elle commence à se sublimer. Si la glace n'est pas conservée dans un récipient scellé, elle se dissipera en un gaz et vous perdrez toute l'eau que vous avez recueillie. On peut contrer ce phénomène en conservant la glace dans un contenant scellé.
- 5.4. Pour obtenir de l'eau liquide, il faut augmenter la température et pressuriser.
- 5.5. Vous trouverez ci-dessous quelques exemples de bonnes réponses.



Exemple 1 (vert) : Chauffage au soleil sur la surface lunaire, puis pressurisation à l'intérieur de la base lunaire.

Exemple 2 (rouge) : Pressurisation et chauffage simultanés. Cela se produirait si les échantillons étaient prélevés directement dans un environnement sous pression.

→ Activité 2 : Filtration ou distillation?

Dans cette activité, les élèves compareront deux méthodes de séparation de l'eau du sable : la filtration et la distillation. On leur donne des carottes de glace et de sol lunaires simulées à utiliser dans leur expérience et on calcule le pourcentage de la masse d'eau extraite dans chaque cas.

Matériel

- Feuilles de travail imprimées pour chaque groupe
- Carottes de glace préparées (voir annexe)
- Balances de pesage
- Sable et eau
- Emballage pour éprouvette ou similaire

Matériel de filtration

- Erlenmeyer
- Eprouvette graduée
- Papier filtre
- Entonnoir
- Brûleur Bunsen (facultatif, pour faire fondre les carottes de glace)

Matériel de distillation

- Bec Bunsen ou plaque de cuisson/anneau d'ébullition
- Erlenmeyer
- Trépied
- Bouchon avec trou pour tube en plastique / caoutchouc
- Grande boîte de conserve avec un trou sur le côté
- Glaçons (pour le refroidissement des tubes)
- Petit morceau de tube de cuivre (en option - améliore le refroidissement)
- Eprouvette graduée

Préparation du matériel de distillation

Le tube en cuivre (si disponible) et autant que possible le tube en plastique ou en caoutchouc doivent être insérés dans l'étain et recouverts de glace. Il doit y avoir un joint étanche à l'air entre toutes les parties du tuyau.

Santé & Sécurité

Les élèves doivent porter des lunettes de sécurité lorsqu'ils chauffent le mélange de glace et de sable.

Si vous utilisez le bec bunsen : il faut laisser refroidir l'Erlenmeyer utilisé pour la filtration pendant au moins 5 minutes, après avoir retiré la source de chaleur, avant de la manipuler. La fiole ne devrait alors être tenue en haut que par le col.

Toutes les parties de l'équipement de distillation, y compris l'éprouvette gradué, deviendront chaudes et pourraient causer des brûlures si elles étaient manipulées.

Le éprouvette graduée utilisée pour la distillation devrait être laissée refroidir pendant au moins 5 minutes, après avoir retiré la source de chaleur, avant d'être manipulée.

Si de la vapeur ou une quantité excessive de vapeur d'eau s'échappe par l'extrémité de la tubulure, le bec Bunsen doit être temporairement éloigné du ballon conique.

Si le bec Bunsen est déplacé pendant l'expérience de distillation, il doit être tenu par la base seulement et remplacé par une flamme sûre.

Dès que le mélange à l'intérieur du ballon conique commence à bouillonner, la source de chaleur doit être retirée pour éviter que la verrerie ne surchauffe.

Exercice

Divisez les élèves en groupes de quatre. Chaque groupe essaiera les deux méthodes : la filtration et la distillation. Les élèves doivent planifier chaque investigation avant de la réaliser. Il faut vérifier leur plan et installer l'équipement avant de leur remettre les carottes de glace.

Les éléments clés que les élèves devraient inclure sont les suivants :

Filtration

1. Lire les consignes de sécurité et planifier en conséquence.
2. Installer l'équipement de filtration, comme dans le diagramme.
3. Mesurer la masse des carottes de glace à l'intérieur du plateau et noter la valeur.
4. Retirer les carottes de glace du plateau et les placer dans un Erlenmeyer.
5. Mesurer la masse du plateau vide (la prendre sur la masse totale de l'étape 3).
6. Faire fondre les carottes de glace.
7. Filtrer le mélange.
8. Mesurer le volume d'eau récupéré.
9. Calculer le pourcentage de la masse d'eau récupérée.

Distillation

1. Lire les consignes de sécurité et planifier en conséquence.
2. Installer l'équipement de distillation, comme indiqué sur le schéma.
3. Mesurer la masse des carottes de glace à l'intérieur du plateau et noter la valeur.
4. Retirer les noyaux de glace du plateau et les placer dans un ballon conique.
5. Mesurer la masse du plateau vide (la prendre sur la masse totale de l'étape 3).
6. Faire bouillir le mélange jusqu'à ce qu'il soit sec.
7. Mesurer le volume d'eau récupéré.
8. Calculer le pourcentage de la masse d'eau récupérée.

Les élèves doivent comparer leurs résultats et discuter de la méthode qui récupère le plus d'eau et de la raison qui, selon eux, explique cette situation. Ils devraient parler de la façon dont l'eau pourrait être perdue avec les deux méthodes. Ils devraient en conclure que :

- Grâce à la méthode de filtration, il reste encore de l'eau dans le sable et dans le papier filtre.
- Avec la distillation, l'eau peut être perdue par la vapeur d'eau, et une partie restera dans les tubes.

Le processus de distillation est le plus intensif en énergie lorsqu'il est réalisé en laboratoire. Ce ne serait pas nécessairement le cas sur la Lune, car la distillation (ou plus précisément la sublimation) pourrait avoir lieu à basse température ; dans un environnement à très basse pression, voir la figure A2 de l'activité 1, la vapeur d'eau se condensera alors sous forme liquide dans un environnement pressurisé.

Résultats

1. Discutez des exigences en matière de santé et de sécurité pour l'activité et assurez-vous que tous les points de la section Santé & Sécurité sont couverts.
2. Vous trouverez ci-dessous quelques exemples des avantages et des inconvénients de la filtration et de la distillation.

Discutez avec les élèves de la façon dont l'énergie est utilisée dans chaque cas et de ce qui en demande davantage. Ceci est un petit exemple de l'expérience, vous pouvez donc aussi discuter de la facilité avec laquelle il serait possible de mettre les expériences à un niveau pratique.

	Avantages	Inconvénients
Filtration	<ul style="list-style-type: none">• Efficacité énergétique• Rentable• Appareil simple• Extensible	<ul style="list-style-type: none">• Lent• L'équipement dépend du mélange• Une partie du liquide restera dans le résidu
Distillation	<ul style="list-style-type: none">• Tue les bactéries nocives• Adaptable par changement de température pour différents mélanges• Extensible	<ul style="list-style-type: none">• Utilise plus d'énergie pour le chauffage• Configuration plus compliquée

3. Les élèves doivent mesurer la masse des carottes de glace avant d'effectuer la procédure.
4. Les élèves doivent mesurer la masse de l'eau extraite des carottes de glace.
5. Un exemple de la quantité d'eau récupérée pour les différentes méthodes :

$$\frac{\text{masse d'eau}}{\text{masse de glace}} \times 100$$

Masse des carottes de glace (g)	Filtration		Distillation	
	Masse d'eau (g)	% récupéré	Masse d'eau (g)	% récupéré
100	19	19%	36	36%

6. Encouragez les discussions sur les endroits où de l'eau a pu être perdue pendant l'expérience et sur les différences entre les deux processus. Cela crée une bonne occasion de demander comment les expériences pourraient être améliorées à l'avenir.
7. Discutez des façons de tester la propreté de l'eau (l'inspection à l'œil nu est probablement la plus facile) et des endroits où des impuretés/bactéries/contaminants pourraient être présents.
8. a) Sur Terre, la distillation nécessite plus d'énergie thermique pour faire bouillir les noyaux que pour les faire fondre pour la filtration. La distillation nécessite deux changements de phase, contre un seul pour la filtration.
b) Sur la Lune, les méthodes nécessiteraient à peu près la même quantité d'énergie, car elles exigeraient toutes deux une augmentation de la chaleur et de la pression pour obtenir de l'eau liquide.
9. Sur la Lune, la pression est trop basse pour que l'eau liquide puisse exister. Si vous avez tenté cette investigation sur la Lune sans être dans un environnement pressurisé, vous ne récupéreriez pas d'eau liquide. En chauffant les carottes de glace, la glace se sublimerait et le gaz s'échapperait, vous laissant sans eau. Vous devriez utiliser un récipient pressurisé scellé.
10. Toute idée pertinente des élèves.

11. Exemple à partir des résultats ci-dessus :

La distillation est la plus efficace car elle permet de récupérer 36% contre 19% par filtration.

$$\frac{36}{100} \times 1 \text{ kg} = 0,36 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 1 \text{ l donc } 0,36 \text{ l} = 360 \text{ ml}$$

12. D'abord, faites le calcul pour trouver la masse d'eau par jour pour un astronaute :

$$\frac{6}{0,36} = 16,7 \text{ kg}$$

Pour 6 astronautes :

$$16,7 \times 6 = 100,2 \text{ kg}$$

Conclusion

Les élèves devront conclure que, sur Terre, la distillation consomme beaucoup plus d'énergie que la filtration. Cependant, sur la Lune, la basse pression due à l'absence d'atmosphère signifie que les deux méthodes nécessiteront une pressurisation et un chauffage pour extraire l'eau liquide. Ils devraient également en venir à une conclusion sur la méthode la plus efficace qu'ils ont utilisée. Les élèves devraient se rendre compte que nous aurons besoin de beaucoup d'eau pour survivre sur la Lune et que cela représente un grand défi que les agences spatiales s'efforcent de relever.

→ EXTRACTION DE L'EAU DU SOL LUNAIRE

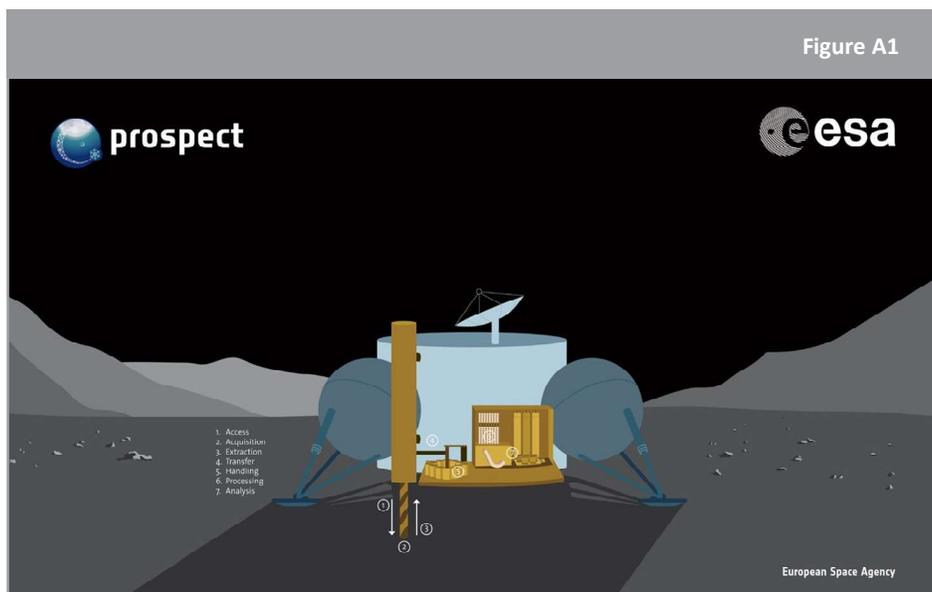
En apprendre plus sur la filtration et la distillation

Introduction

L'eau liquide est une substance abondante sur Terre qui couvre 71 % de la surface terrestre, mais l'eau est en fait extraordinaire. C'est la seule substance commune connue qui existe sous forme solide, liquide et gazeuse dans des conditions terrestres normales et elle a la capacité de dissoudre plus de substances solides que tout autre liquide. L'eau est également vitale pour toutes les formes de vie connues !

Sur la Lune, de l'eau a été détectée sous forme de glace. À l'avenir, la glace d'eau pourrait être exploitée pour fournir de l'eau liquide sur la Lune, que les astronautes pourraient boire et qui servirait à la croissance des plantes. L'eau pourrait aussi être divisée en hydrogène et en oxygène pour fournir de l'oxygène respirable et du carburant pour fusées.

L'ESA développe actuellement le système PROSPECT qui fera partie de la mission Luna 27. Ce système permettra de forer à la surface de la Lune afin de récupérer des ressources précieuses, notamment de l'eau, pour soutenir les futures missions d'exploration.



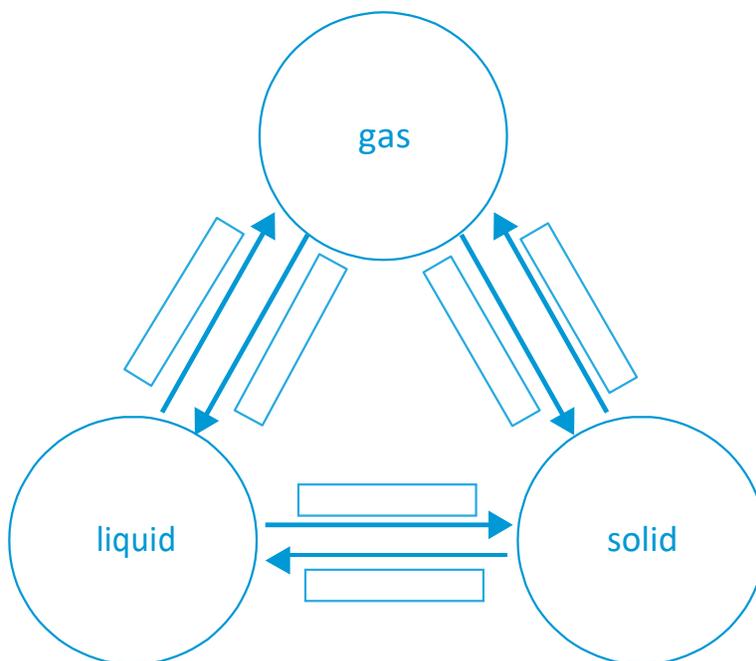
↑ Le concept du système PROSPECT et ses fonctions.

→ Activité 1 : L'eau est-elle la même sur la Lune?

Pour extraire de l'eau sur la Lune, nous devons connaître les états de la matière et les transitions de phases.

Exercice

1. Remplissez les cases en pointillés avec les différentes transitions de phase :

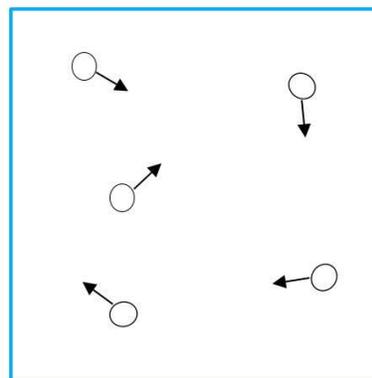


2. Dessinez la structure des particules dans chacun des trois états de la matière dans les cases ci-dessous. Le modèle de particules pour l'état gazeux a été fait pour vous.

Solid

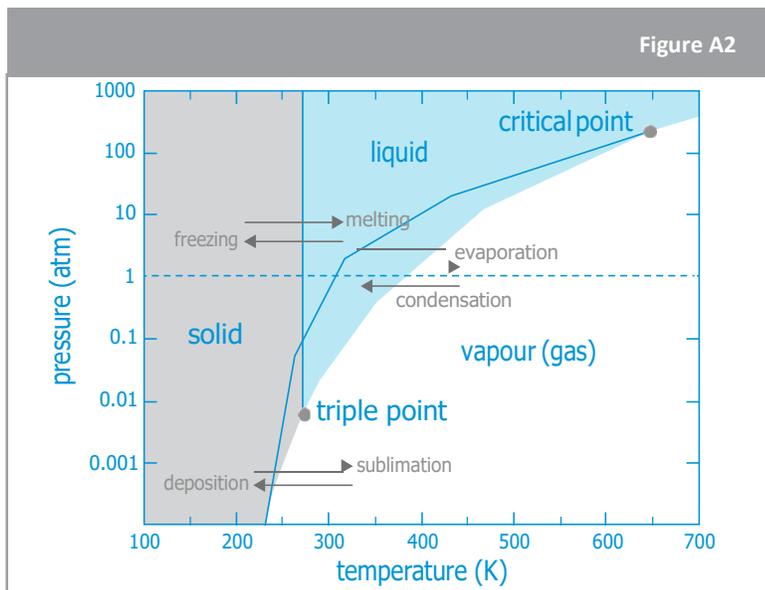
Liquid

Gas



3. Les transitions de phase ne dépendent pas seulement de la température. Elles dépendent également de la pression.

Le diagramme de phase ci-dessous (Figure A2) montre l'état de l'eau en fonction de la température et de la pression. Il est divisé en trois régions : solide, liquide et vapeur (gaz).



Utilisez la figure A2 pour compléter le tableau ci-dessous :

Etat de l'eau	Plage de température (K)	Pression (atm)
Solide		1
Liquide		1
Gaz		1

↑ Diagramme de phase pour l'eau. Le diagramme est divisé en trois régions : solide, liquide et gaz. A la température ambiante (environ 300 K) et à la pression atmosphérique (1 atm), on voit que l'eau est à l'état liquide.

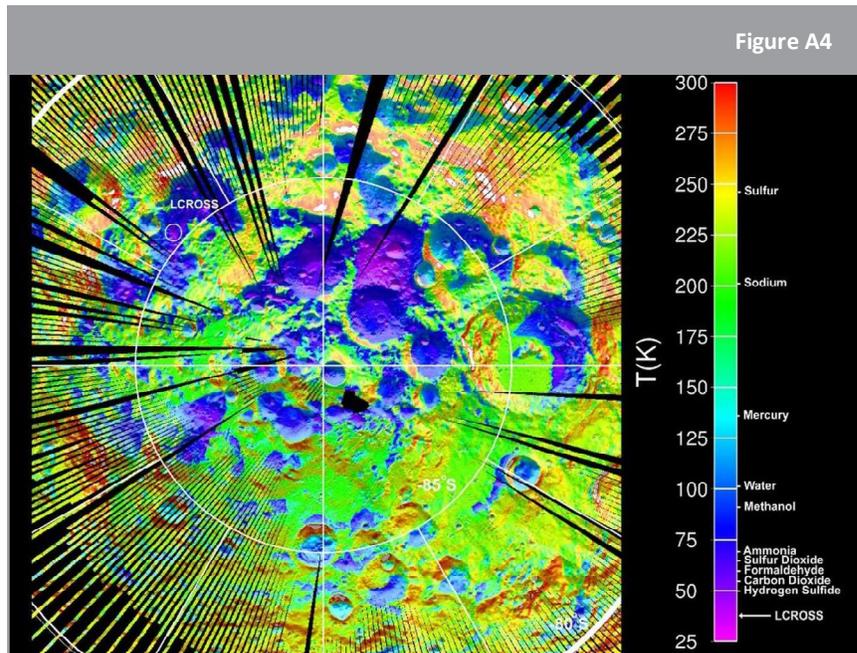
4. a) Qu'arrive-t-il au point d'ébullition de l'eau lorsque la pression diminue ? Expliquez.

b) Testez votre hypothèse. Utilisez une seringue pour aspirer environ 1 ml d'eau chaude (tiède ou plus chaude). Placez votre doigt à l'extrémité et tirez la seringue vers l'arrière, comme le montre la figure A3.



Qu'arrive-t-il à l'eau dans la seringue?

5. La Lune n'ayant pas d'atmosphère, la pression à sa surface est d'environ 0 atm. Les températures sur la Lune sont extrêmes, allant de -248 °C à 123 °C selon l'endroit où l'on se trouve à la surface et selon qu'il fait jour ou nuit.



↑ Carte de la température de surface du LRO Diviner de la région polaire sud de la Lune pendant le jour. La carte montre l'emplacement de plusieurs cratères ombragés en permanence qui sont des endroits potentiels pour la glace d'eau.

- a) Utilisez les figures A2 et A4 pour expliquer pourquoi l'eau ne se trouve pas à l'état liquide à la surface de la Lune.

- b) Imaginez que vous avez extrait de l'eau d'un cratère ombragé en permanence qui a une température de 100 K. Dans quel état serait l'eau dans ce cratère ?

- c) Qu'arriverait-il à votre échantillon d'eau de la question 5 b si vous essayiez de le transporter hors du cratère ?

- d) Comment pourriez-vous obtenir de l'eau liquide à partir de la glace sur la Lune ?

- e) Dessinez des flèches sur le diagramme de phase pour montrer votre solution à la question 5 d.

→ Activité 2 : Filtration ou distillation?

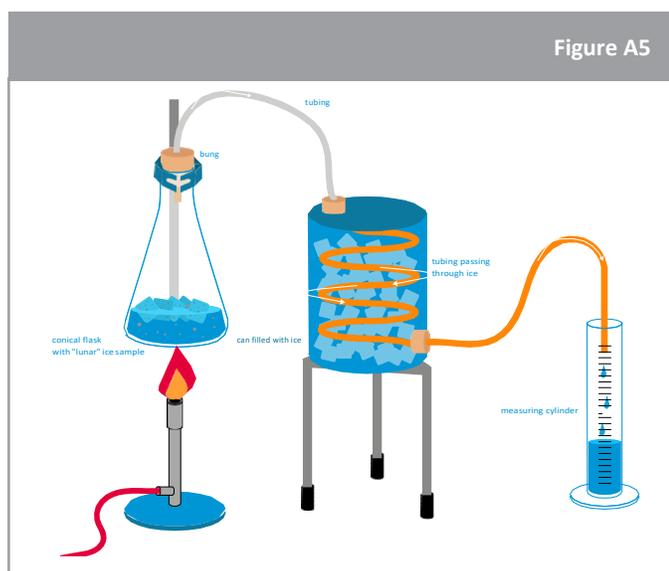
Toute glace d'eau extraite des couches superficielles de la Lune sera emprisonnée dans le régolithe lunaire (sol lunaire). Dans cette activité, vous devrez trouver un moyen de séparer l'eau de l'analogue du régolithe. Vous recevrez des carottes de glace " lunaire " gelées et votre tâche consistera à comparer deux façons d'extraire l'eau du régolithe lunaire simulé.

Expérience

Comparer deux méthodes d'extraction de l'eau du régolithe lunaire : la filtration et la distillation. La **distillation** est le processus de séparation des substances d'un mélange liquide en faisant bouillir le liquide et en refroidissant la vapeur pour former un condensat. La **filtration** sépare les solides des fluides en ajoutant un milieu dans lequel seul le fluide peut passer.

Matériel de distillation

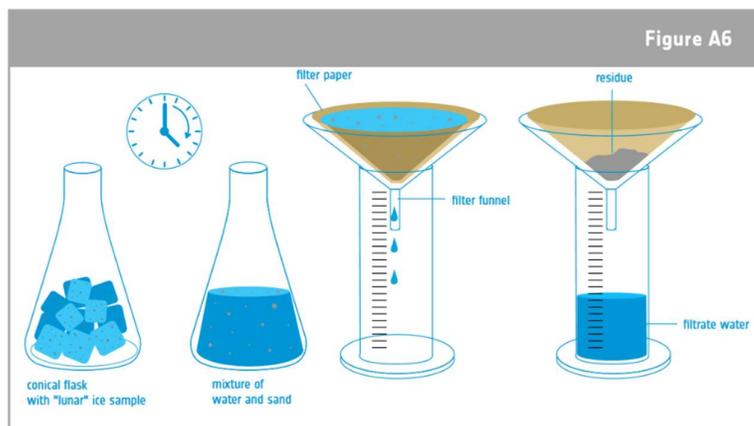
- Bec Bunsen ou plaque de cuisson/anneau d'ébullition
- Erlenmeyer
- Trépied
- Bouchon avec trou pour tube en plastique / caoutchouc
- Grande boîte avec un trou sur le côté
- Glaçons (pour le refroidissement des tubes)
- Petit morceau de tube de cuivre (en option - améliore le refroidissement)
- Eprouvette graduée



↑ Installation expérimentale pour la distillation

Matériel de filtration

- Erlenmeyer
- Eprouvette graduée
- Papier filtre
- Entonnoir
- Bec Bunsen (optionnel pour faire fondre la glace)



↑ Installation expérimentale pour la filtration

Votre tâche consiste à comparer le pourcentage de la masse d'eau extraite du processus de distillation et du processus de filtration.

1. Compte tenu des renseignements ci-dessus et de l'équipement disponible, préparer un plan d'enquête pour comparer les deux méthodes d'extraction.

2. Quels problèmes de sécurité devez-vous prendre en considération ?

3. Selon vous, quels sont les avantages et les inconvénients de la filtration et de la distillation ?

4. Que devez-vous mesurer avant de procéder à l'intervention ?

5. Que devez-vous mesurer après avoir effectué la procédure ?

6. Remplissez le tableau avec vos résultats.

Masse de la carotte de glace (g)	Filtration	
	Masse d'eau (g)	% récupéré

Masse de la carotte de glace (g)	Distillation	
	Masse d'eau (g)	% récupéré

7. Quelle méthode permet d'obtenir le plus grand volume d'eau ? Pourquoi, à votre avis ?

8. Selon vous, quelle méthode permet d'obtenir l'eau la plus propre ?

9. a) Selon vous, quelle est la méthode la plus énergivore sur Terre ? Explique.

b) Et sur la Lune ? Explique.

10. Quels problèmes rencontreriez-vous si vous essayiez de faire cette enquête sur la Lune ?

11. Pouvez-vous penser à d'autres façons d'extraire l'eau du régolithe ?

Le saviez-vous ?!

Les astronautes à bord de la Station spatiale internationale recyclent la majeure partie de l'eau qu'ils utilisent, soit environ 75 %. Le système de récupération de l'eau peut récupérer l'eau de l'urine des astronautes et de leur respiration. Cette eau est filtrée et nettoyée et peut être réutilisée. En moyenne, un astronaute à bord de la Station spatiale internationale utilise 90 % moins d'eau qu'une personne sur Terre.



12. Pour la méthode la plus efficace, combien de litres d'eau récupérez-vous par kilogramme de glace lunaire ? (Pour vous aider dans votre analyse, vous pouvez utiliser le fait qu'un litre d'eau a une masse de 1 kilogramme).

13. Supposons que nous ayons besoin de 6 litres d'eau par jour par astronaute sur la Lune. Combien de kilogrammes de glace lunaire faudrait-il extraire chaque jour pour approvisionner un équipage de 6 astronautes ?

→ Liens utiles

Ressources de l'ESA

Moon Camp Challenge
esa.int/mooncamp

Moon animations about about the basics of living on the Moon.
esa.int/Education/Moon_Camp/The_basics_of_living

ESA classroom resources
esa.int/Education/Classroom_resources

Missions de l'ESA

ESA PROSPECT project is studying a lunar drill for sample collection of lunar ice
exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect

ESA Smart-1, Europe's first Moon orbiter
sci.esa.int/smart-1

Autres informations

The Moon, ESA's interactive guide
lunarexploration.esa.int

Airbus Foundation Discovery Space, water on the Moon
youtube.com/watch?v=WHJ3F7ElxEM

Sample collection of water ice and other icy volatiles
lunarexploration.esa.int/#/library?A=293

Water and volatiles on the Moon
lunarexploration.esa.int/#/library?A=252

→ Annexe : Préparation des carottes de glace



Les carottes de glace doivent être préparées la veille de l'activité pratique. Dans cet exemple, on a utilisé du matériel d'emballage pour les éprouvettes, mais tout récipient produisant des morceaux de glace suffisamment petits pour tenir dans les Erlenmeyer fera l'affaire. Le volume total du récipient devrait être mesuré en remplissant le récipient d'eau et en le versant dans une éprouvette graduée. Le contenant doit ensuite être rempli à moitié de sable par volume, et à moitié d'eau. Le contenant est ensuite placé sur une surface plane dans le congélateur.

Les carottes de glace ne doivent être sorties du congélateur qu'immédiatement avant leur utilisation, car le côté sable du mélange peut fondre rapidement et rester dans le contenant.