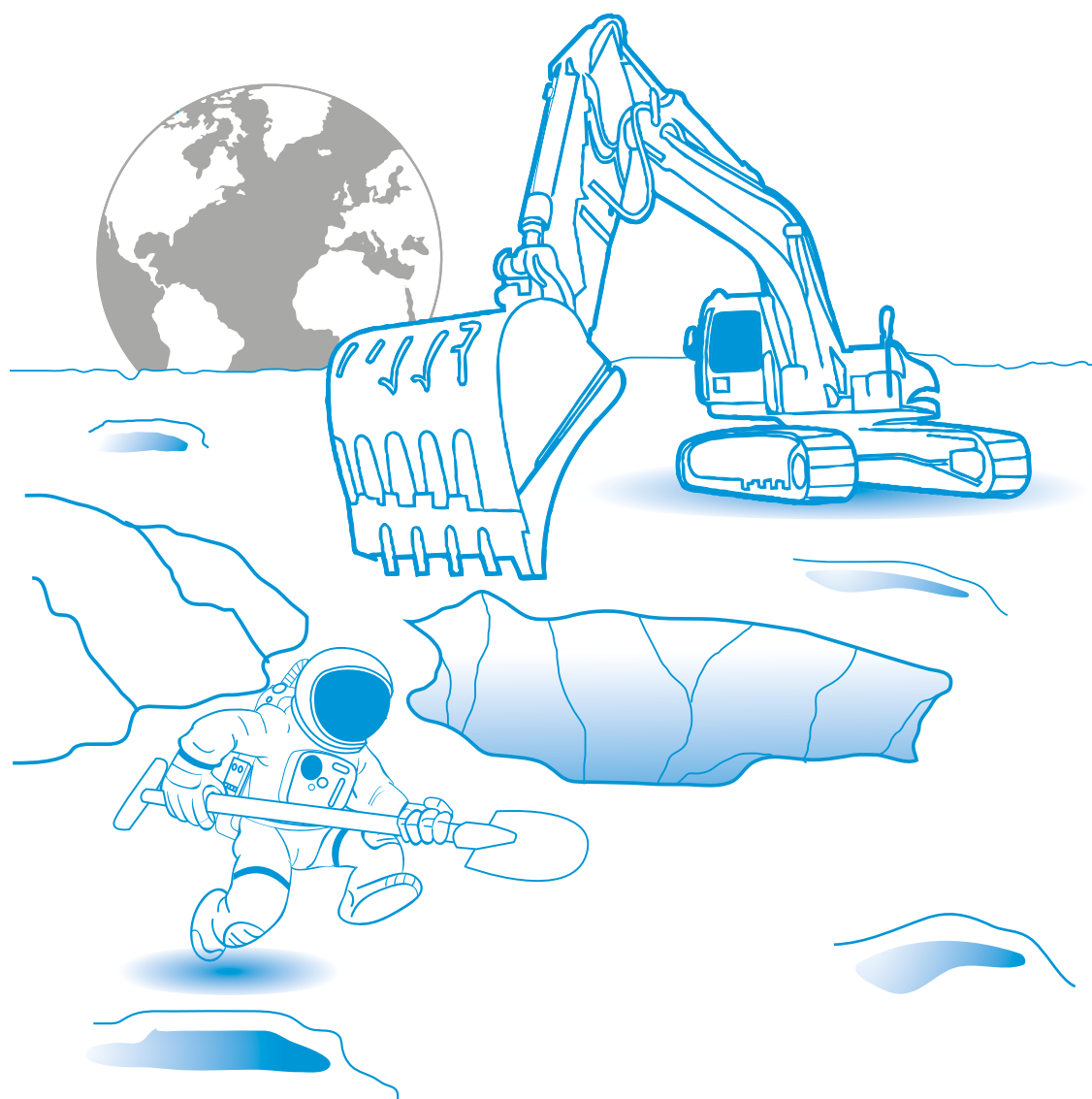


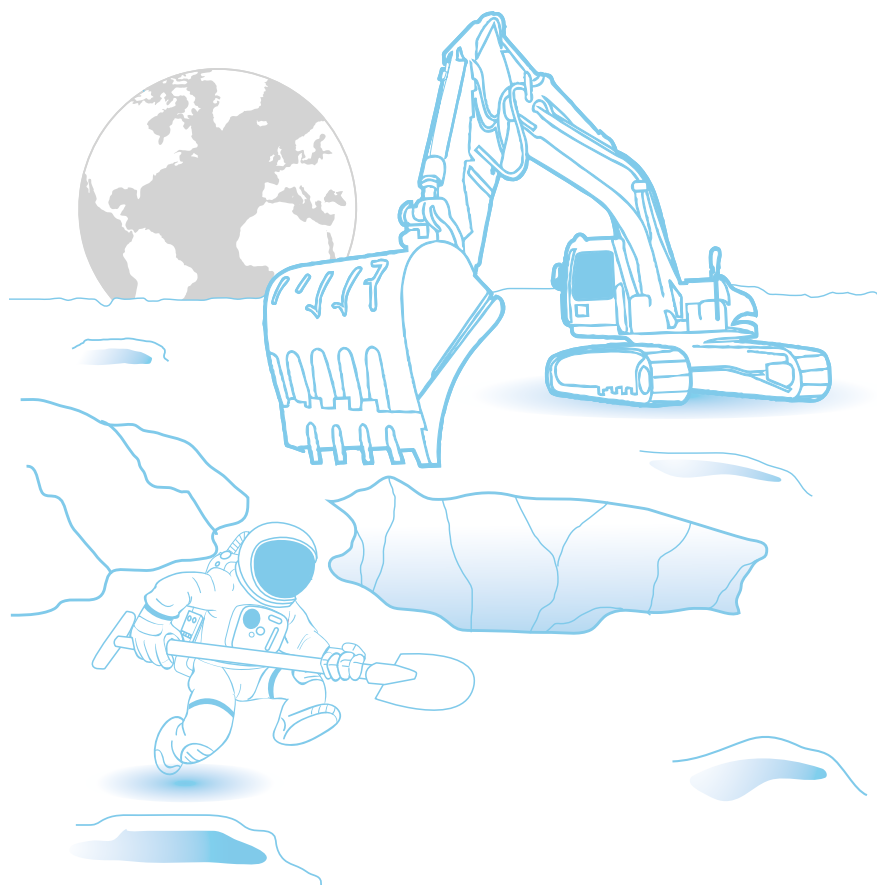
chimie | C10

# teach with space

## → EXTRAIRE DE L'EAU DU SOL LUNAIRE

Initiation à la filtration et à la distillation





## Guide de l'enseignant

En bref	page 3
Résumé des activités	page 4
Introduction	page 5
Activité 1 : L'eau est-elle différente sur la Lune ?	page 6
Activité 2 : Filtration ou distillation ?	page 9
 Fiche de travail pour les élèves	 page 13
 Liens	 page 22
Annexe	page 23

teach with space – extraire de l'eau du sol lunaire | C10  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

Faites part de vos réactions et de vos commentaires à l'ESA Education Office  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

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

# → EXTRAIRE DE L'EAU DU SOL LUNAIRE

## Initiation à la filtration et à la distillation

### En bref

**Matières :** chimie, physique

**Tranche d'âge :** 12-16 ans

**Type :** activité en laboratoire

**Difficulté :** moyenne

**Durée de préparation pour l'enseignant :**  
30 minutes

**Temps nécessaire pour la leçon :** 1 heure  
et 20 minutes

**Coût :** faible – tout le matériel devrait être  
disponible dans le laboratoire de sciences  
de l'école

**Lieu :** laboratoire

**Comprend l'utilisation de :** blocs de glace  
mélangée avec du sable préparés par avance

**Mots-clés :** exploration de la Lune, filtration,  
distillation, états de la matière, transitions  
entre phases

### Résumé

Dans cette ressource, les élèves apprendront ce que sont les changements d'états de la matière en prenant comme exemple l'eau qui se trouve sur la Lune. Ils interpréteront les données d'un graphique sur la pression de l'eau en fonction de sa température comme point de départ pour une discussion sur les différences entre les changements d'états sur la Lune par rapport à ceux dont nous avons l'habitude sur Terre. Ils compareront ensuite deux méthodes de séparation de mélanges dans le contexte de l'extraction d'eau du sol lunaire. Ils recevront ensuite des blocs préparés à l'avance pour imiter le sol lunaire et compareront la distillation simple à la filtration et décideront quel procédé est plus efficace sur la Terre et quel autre sur la Lune.

### Objectifs pédagogiques

- Apprendre comment les changements d'état varient selon la pression et la température.
- Comprendre les changements d'état avec le modèle particulaire.
- Apprendre à utiliser le matériel de distillation pour séparer des mélanges.
- Utiliser la filtration pour séparer des mélanges.
- Effectuer des expériences en conséquence, en veillant à une manipulation correcte des appareils, à la précision des mesures et au respect des règles de sécurité et de préservation de la santé.
- Évaluer des méthodes et suggérer de possibles améliorations ainsi que des investigations complémentaires.
- Interpréter des pourcentages et des changements de pourcentages comme une fraction ou un chiffre décimal.

## → Résumé des activités

Résumé des activités					
	Titre	Description	Résultat	Exigences	Durée
1	L'eau est-elle différente sur la Lune ?	Identification des phases de l'eau. Analyse d'un graphique de la pression de l'eau en fonction de la température dans le contexte lunaire.	Apprendre comment l'extraction de l'eau pourrait se dérouler sur la Lune.	Aucune	20 minutes
2	Filtration ou distillation ?	Comparer les processus de filtration et de distillation des « noyaux de glace lunaire ».	Planifier et réaliser une expérience de filtration et de distillation.	Il est recommandé d'achever préalablement l'Activité 1.	1 heure

## → INTRODUCTION

Douze astronautes ont visité la Lune entre 1969 et 1972. Ces missions lunaires ont été les uniques occasions pour l'homme de fouler un autre sol que celui de la Terre. Depuis, plusieurs missions ont envoyé un satellite ou un robot pour étudier la Lune. L'une de ces missions, SMART-1, a orbité autour de la lune entre novembre 2004 et septembre 2006. SMART-1 a fait des images détaillées de la surface et étudié la composition des roches. La mission s'est achevée par un impact délibéré sur la surface de la Lune.



Figure 1

↑ SMART-1 de l'ASE était le premier orbiteur lunaire européen

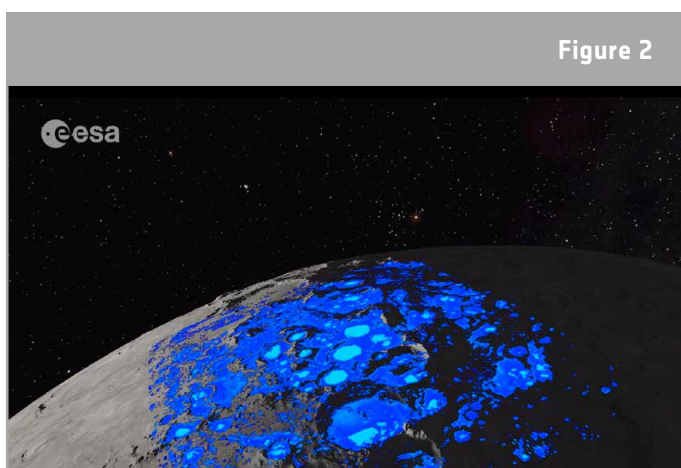


Figure 2

↑ Carte du pôle sud de la Lune, là où de la glace d'eau stable se trouverait enfouie dans le premier mètre de sol (bleu foncé) et à la surface (bleu clair).

d'eau (gaz) quand elle atteint une température de  $-40^{\circ}\text{C}$ . Aujourd'hui, l'ASE collabore avec d'autres agences spatiales pour planifier l'envoi de missions robotisées et d'astronautes pour explorer une fois de plus la surface de la Lune.

Dans le futur, si nous voulons construire des habitations pour nous établir sur la Lune, nous devons réfléchir à la manière d'extraire la glace du régolithe (sol) lunaire.

Dans cet ensemble d'activités, les élèves devront s'imaginer faire partie d'une mission lunaire et devront extraire l'eau des noyaux de glace « lunaires ».

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

Dans cette activité, les élèves s'intéresseront aux états de l'eau et aux transitions de phase de l'eau. Les élèves analyseront le diagramme de phase de l'eau et effectueront une expérience simple qui leur apprendra que la pression et la température ont un effet sur l'état de l'eau. Pour finir, les élèves feront le lien entre ce qu'ils apprennent et l'exploration lunaire et de quelle manière l'eau pourrait être extraite du régolithe sur la Lune.

### Matériel

- Seringue
- Eau chaude
- Fiche de travail imprimée pour chaque élève

### Exercice

Distribuez les feuilles de travail à tous les élèves, chaque élève aura sa propre feuille de travail. Les élèves devront dans un premier temps énumérer (identifier) les changements d'états :

- La sublimation est le changement d'un solide en un gaz (aucune phase liquide).
- La condensation (solide) est le changement d'un gaz en un solide (aucune phase liquide).
- La solidification est le changement d'un liquide en un solide (comme sous l'effet du gel par exemple).
- La fusion est le changement d'un solide en un liquide.
- La vaporisation est le changement d'un liquide en un gaz.
- La liquéfaction (ou condensation liquide) est le changement d'un gaz en un liquide.

Les élèves devront dessiner le modèle particulière pour les trois états de la matière.

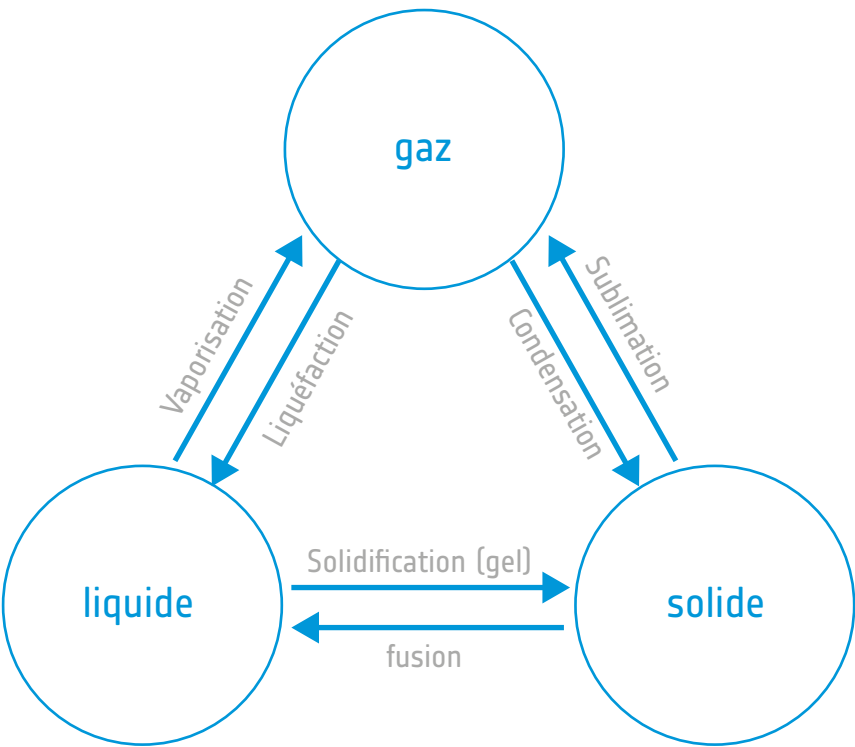
À la question 3, les élèves devront établir le lien entre les changements d'états de l'eau et la température de même que la pression. Vous pouvez citer des exemples familiers comme la plongée sous-marine (augmentation de la pression) et l'alpinisme (la pression décroît à mesure qu'on escalade une montagne).

Quand la pression baisse, l'eau bout à une température moins élevée. À la question 4 b), les élèves pourront tester l'hypothèse qu'ils ont proposée à la question 4 a) en créant avec une seringue un environnement dans lequel la pression est moins élevée.

À la question 5, nous demandons aux élèves de mettre en application dans l'environnement lunaire les concepts qu'ils ont appris. Vous pouvez commencer en mettant les exemples précédents en relation avec la Lune : au sommet d'une montagne sur la Terre, la pression de l'air est plus basse parce qu'il y a moins d'atmosphère. Sur la Lune, il n'y a aucune atmosphère et la pression y est donc extrêmement faible.

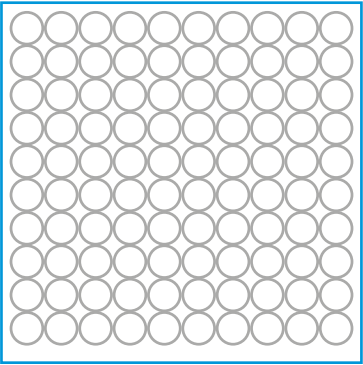
Reportez-vous à la section Résultats pour les réponses complètes aux questions posées dans la feuille de travail.

Résultats

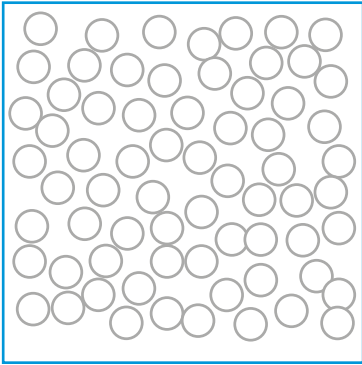


2.

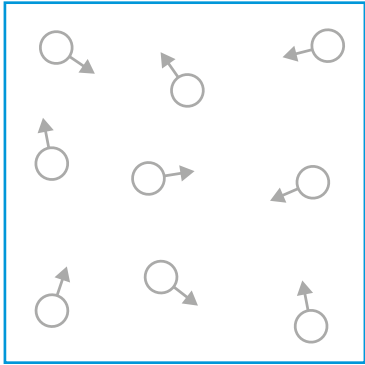
solide



liquide



gaz



3.

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

4. a. Le point d'ébullition de l'eau baisse à mesure que la pression décroît. Quand la pression est très basse ( $\sim 0,01$  atm) l'eau ne peut pas exister à l'état liquide.
 

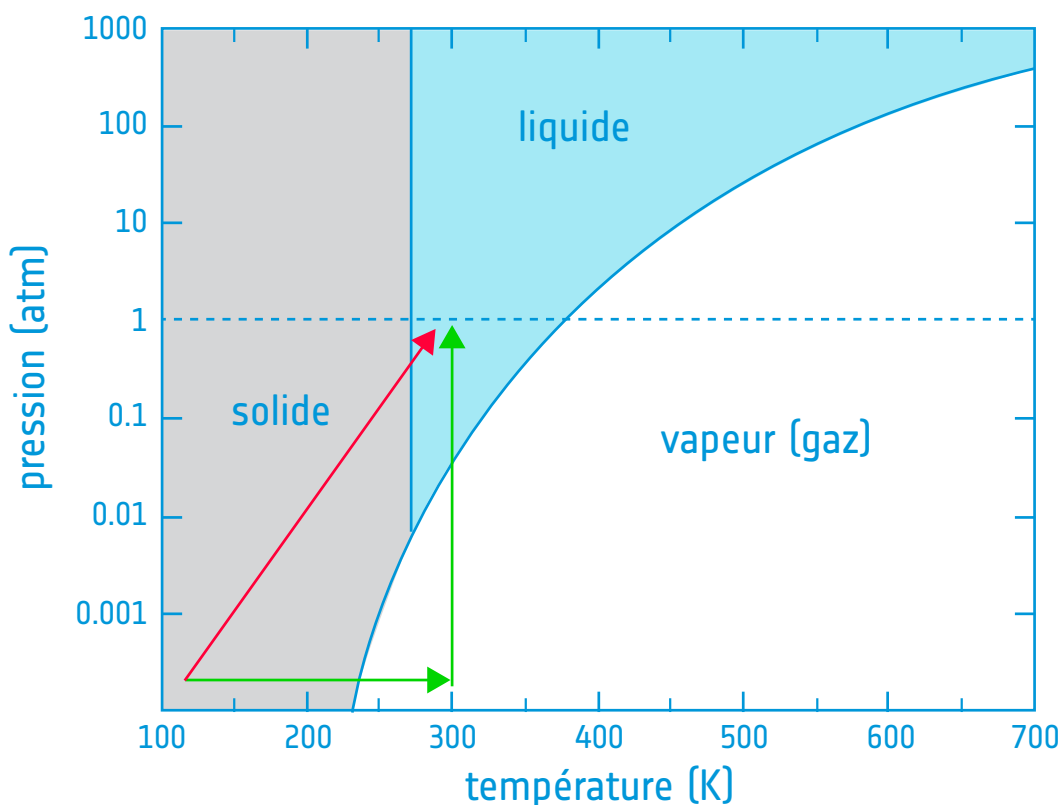
b. À l'intérieur de la seringue, la pression diminue. Même si la température de l'eau est inférieure à  $100^{\circ}\text{C}$ , l'eau atteint son point d'ébullition et devrait commencer à s'évaporer.
5. a. La Figure A2 montre qu'à des pressions très basses (proches de 0 atm), l'eau ne possède pas de phase liquide, cela indépendamment de la température. La Lune ne possède pas d'atmosphère. À sa surface, la pression est d'environ 0 atm et la glace d'eau se sublimera alors en passant directement de l'état solide à l'état gazeux.
 

b. Solide (glace)

c. Si vous retirez la glace du cratère, la température augmentera. Quand la glace d'eau chauffera, elle commencera à se sublimer. Si la glace n'est pas conservée dans un récipient étanche, elle se dissipera en gaz et vous perdrez l'eau que vous aurez ramassée. Vous pourrez vous prémunir en conservant la glace dans un récipient étanche.

d. Pour obtenir de l'eau liquide, vous devrez augmenter la température et la pression.

e. Nous vous proposons ci-dessous quelques exemples de réponses correctes.



Exemple 1 (vert) : chauffage au soleil sur la surface de la Lune et ensuite pressurisation à l'intérieur de la base lunaire.

Exemple 2 (rouge) : pressurisation et chauffage simultanés. Cela se produirait si les échantillons étaient amenés directement dans un environnement pressurisé.



## → Activité 2 : Filtration ou distillation ?

Dans cette activité, les élèves compareront deux méthodes permettant de séparer l'eau du sable : la filtration et la distillation. Ils recevront pour leur expérience des imitations de noyaux lunaires composés de glace et de sol et calculeront le pourcentage de masse d'eau extraite dans chaque cas.

### Matériel

- Fiche de travail imprimée pour chaque groupe d'élève
- Noyaux de glace lunaires préparés par avance (voir l'Annexe)
  - Balances
  - Sable et eau
  - Matériau d'emballage de tubes à essais ou contenant similaire

#### Matériel de filtration

- Fiole conique
- Cylindre mesureur
- Papier filtre
- Entonnoir
- Bec Bunsen (facultatif, pour faire fondre les noyaux de glace)

#### Matériel de distillation

- Bec Bunsen ou plaque chauffante/anneau chauffant
- Fiole conique
- Trépied
- Bouchon perforé pour laisser passer un tube en plastique/caoutchouc
- Récipient percé d'un trou sur le côté
- Glaçons (pour refroidir les tubes)
- Petite longueur de tube en cuivre (facultatif – améliore le refroidissement)
- Cylindre mesureur

#### Préparation du matériel de distillation

Placez le tube en cuivre (si disponible) et la plus grande longueur possible du tube en plastique/caoutchouc dans le bidon et recouvrez de glace. Les raccords entre les tubes devraient être étanches à l'air.

## Santé et sécurité

Les élèves devraient porter des lunettes de sécurité pendant qu'ils font chauffer le mélange de glace et de sable.

Si vous utilisez un bec Bunsen : laissez refroidir la fiole conique utilisée pour la filtration pendant au moins 5 minutes après avoir retiré la source de chaleur avant de le manipuler. Manipulez la fiole en le saisissant près de l'embouchure.

Tout le matériel de distillation, cylindre mesureur compris, deviendra très chaud et pourrait causer des brûlures si on le touche.

Avant de le manipuler, laissez refroidir pendant au moins 5 minutes le cylindre mesureur utilisé pour la distillation après avoir retiré la source de chaleur.

Si de la vapeur ou trop d'eau s'échappe à l'extrémité du tube, retirez momentanément le bec Bunsen de la fiole conique.

Si le bec Bunsen doit être déplacé pendant l'expérience de distillation, saisissez celui-ci uniquement par la base et réglez la flamme pour la rendre plus sûre.

Dès que le mélange dans la fiole conique commence à former des bulles, retirez la source de chaleur pour éviter de surchauffer la verrerie.

## Exercice

Divisez la classe en groupes de quatre élèves. Chaque groupe essaiera les deux méthodes : la filtration et la distillation. Les élèves devraient planifier chaque investigation avant de passer à la phase pratique. Vérifiez leur plan et mettez en place le matériel avant de leur remettre les noyaux de glace.

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

### Filtration

1. Lisez les consignes de sécurité et mettez-les en application.
2. Mettez en place le matériel de filtration comme indiqué dans le schéma.
3. Mesurez la masse des noyaux de glace dans le plateau et notez la valeur.
4. Retirez les noyaux de glace du plateau et placez-les dans la fiole conique.
5. Mesurez la masse du plateau vide (à partir de la masse totale de l'étape 3).
6. Faites fondre les noyaux de glace.
7. Filtrez le mélange.
8. Mesurez le volume d'eau obtenu.
9. Calculez le pourcentage en masse de l'eau récupérée.

### Distillation

1. Lisez les consignes de sécurité et mettez-les en application.
2. Mettez en place le matériel de distillation comme indiqué dans le schéma.
3. Mesurez la masse des noyaux de glace dans le plateau et notez la valeur.
4. Retirez les noyaux de glace du plateau et placez-les dans la fiole conique.
5. Mesurez la masse du plateau vide (à partir de la masse totale de l'étape 3).
6. Faites bouillir le mélange jusqu'à ce qu'il soit sec.
7. Mesurez le volume d'eau obtenu.
8. Calculez le pourcentage en masse de l'eau obtenue.

Les élèves devraient comparer leurs résultats entre eux et discuter quelle méthode permet de récupérer le plus d'eau et se demander quelle en est la raison. Ils devraient se demander comment de l'eau peut avoir été perdue avec les deux méthodes. Ils devraient en conclure que :

- Avec la méthode de filtration, de l'eau reste dans le sable et dans le papier filtre.
- Avec la distillation, de l'eau peut être perdue sous la forme de vapeur et il en restera dans les tubes.

Le processus de distillation est le plus énergivore quand on le met œuvre au laboratoire. Cela ne serait pas forcément le cas sur la Lune car la distillation (ou plus précisément la sublimation) se déroulerait à des températures basses dans un environnement à très faible pression, voir la Figure 2 de l'Activité 1, la vapeur d'eau se condensera en liquide dans un environnement pressurisé.

## Résultats

2. Discutez les consignes de sécurité et de protection de la santé concernant l'activité et assurez-vous qu'elles sont observées en tous points.
3. Nous énumérons ci-après quelques exemples d'avantages et d'inconvénients de la filtration et de la distillation.

Discutez avec les élèves de quelle manière l'énergie est utilisée dans chacun des cas et quelle est la méthode qui en exige le plus. Il s'agit d'un petit exemple de l'expérience qui vous donnera l'occasion de discuter de la facilité de mettre ces méthodes en œuvre à une plus grande échelle.

	Avantages	Inconvénients
Filtration	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Économe en énergie</li> <li>• Économique</li> <li>• Appareillage simple</li> <li>• Évolutif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenteur</li> <li>• Le matériel dépend du mélange</li> <li>• Du liquide restera dans les résidus</li> </ul>
Distillation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élimine les bactéries nocives</li> <li>• Adaptabilité par la température aux différents mélanges</li> <li>• Évolutif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consomme davantage d'énergie pour le chauffage</li> <li>• Montage plus complexe</li> </ul>

4. Les élèves doivent mesurer la masse des noyaux de glace avant de mettre en œuvre le processus.
5. Les élèves doivent mesurer la masse d'eau extraite des noyaux de glace.
6. Exemple montrant combien d'eau peut être récupérée avec les différentes méthodes :

$$\frac{\text{masse de l'eau}}{\text{masse des noyaux de glace}} \times 100$$

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

7. Encouragez les discussions cherchant à savoir où de l'eau pourrait avoir été perdue dans l'expérience et où se situent les différences entre les deux processus. C'est une bonne occasion pour demander comment les expériences pourraient être améliorées à l'avenir.
8. Discutez les manières de tester la pureté de l'eau (l'examen visuel est probablement le plus facile) et demandez où on pourrait trouver des impuretés/bactéries/contaminants.

9. a. Sur la Terre, la distillation nécessite plus d'énergie thermique pour faire bouillir les noyaux comparés à la fusion des noyaux pour la filtration. La distillation nécessite deux changements d'états comparé à seulement un pour la filtration.

b. Sur la Lune, les méthodes nécessiteraient une quantité sensiblement égale d'énergie car il faut dans les deux cas augmenter la température et la pression pour obtenir de l'eau liquide.

10. Sur la Lune, la pression est trop faible pour que de l'eau liquide puisse exister. Si vous vouliez mener cette expérience sur la Lune en l'absence d'un environnement pressurisé, vous ne pourriez pas recueillir d'eau liquide. Si vous faisiez chauffer les noyaux de glace, la glace se sublimerait, le gaz s'échapperait et vous seriez privé d'eau. Vous seriez obligé d'utiliser un récipient étanche et pressurisé.

11. Idées pertinentes des élèves.

12. Exemples obtenus des résultats ci-dessus :

La distillation est la méthode la plus efficace car elle a récupéré 36% d'eau comparé aux 19% produits par la filtration.

$$\frac{36}{100} * 1 \text{ kg} = 0,36 \text{ kg}$$
$$1 \text{ kg} = 1 \text{ l} \text{ so } 0,36 \text{ kg} = 0,36 \text{ l} = 360 \text{ ml}$$

13. Calculez d'abord la masse d'eau quotidienne pour un astronaute :

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

Pour 6 astronautes :  $16,7 * 6 = 100,2 \text{ kg}$

## Conclusion

Les élèves devraient conclure que sur la Terre la distillation consomme bien plus d'énergie que la filtration. Cependant, sur la Lune, la faible pression résultant de l'absence d'atmosphère signifie que les deux méthodes exigent une pressurisation et de la chaleur pour extraire de l'eau liquide. Ils devraient également tirer une conclusion sur la méthode la plus efficace qu'ils ont utilisée. Les élèves devraient réaliser qu'il faut une grande quantité d'eau pour survivre sur la Lune et que les agences spatiales ont fort à faire pour relever ce grand défi.

## → EXTRAIRE DE L'EAU DU SOL LUNAIRE

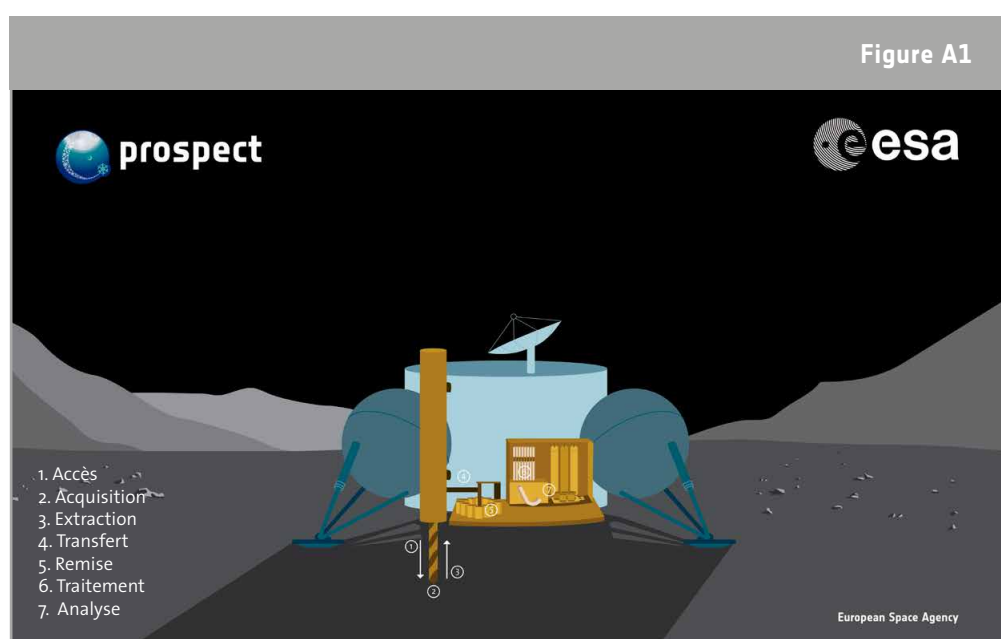
### Initiation à la filtration et à la distillation

#### Introduction

L'eau liquide est une substance abondante sur la Terre puisqu'elle recouvre 71% de sa surface. Mais en fait, l'eau est une substance extraordinaire. C'est la seule substance courante connue qu'on rencontre, dans les conditions normales régnant sur la Terre, comme solide, comme liquide et comme gaz et elle a la capacité de dissoudre plus de substances solides que tout autre liquide. L'eau est aussi indispensable à toutes les formes de vie connues !

De l'eau a été détectée sur la Lune sous la forme de glace. À l'avenir, on pourrait creuser le sol de la Lune pour en extraire de la glace d'eau et produire de l'eau liquide pour que les astronautes puissent boire et faire pousser des plantes. L'eau pourrait aussi être scindée en hydrogène et en oxygène pour obtenir de l'oxygène à respirer et du carburant pour les fusées.

L'ASE développe en ce moment le système PROSPECT qui fera partie de la mission Luna 27. Il forera la surface lunaire à la recherche de précieuses ressources, également de l'eau, afin d'aider les futures missions d'exploration.



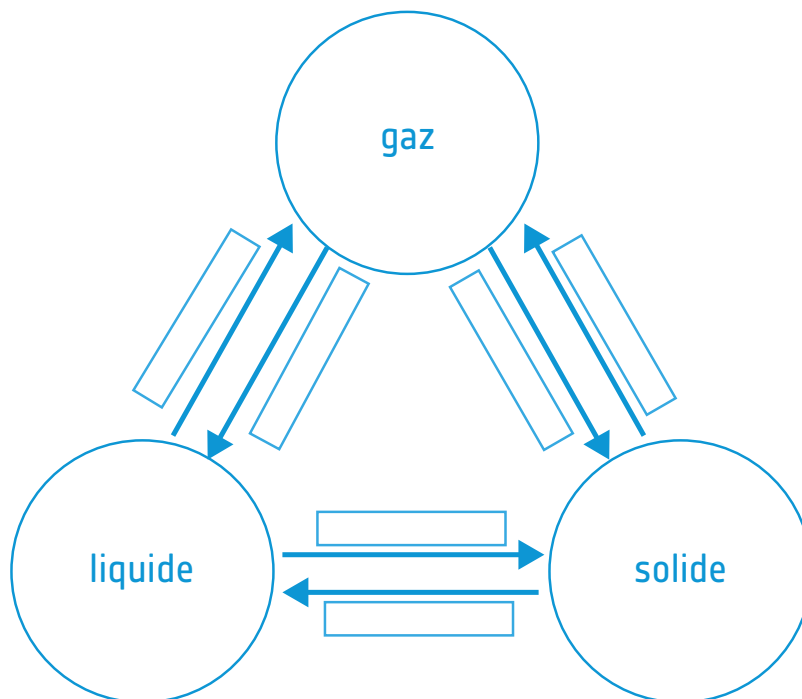
↑ Le concept du système PROSPECT et ses fonctions.

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

Pour que nous puissions extraire de l'eau sur la Lune, il faut que nous sachions ce que sont les états de la matière et les transitions de phases.

### Exercice

1. Complétez les cases avec les différentes transitions de phases :

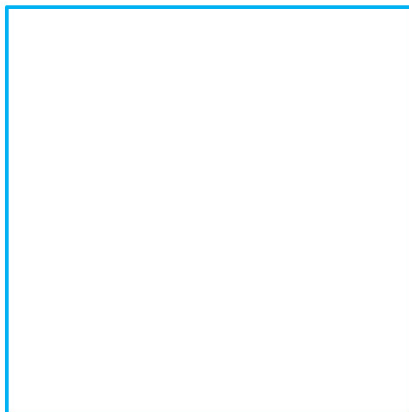


2. Dans les cadres ci-dessous, dessinez la structure des particules correspondant à chacun des trois états de la matière. Nous avons déjà fait pour vous le modèle particulaire pour l'état gazeux.

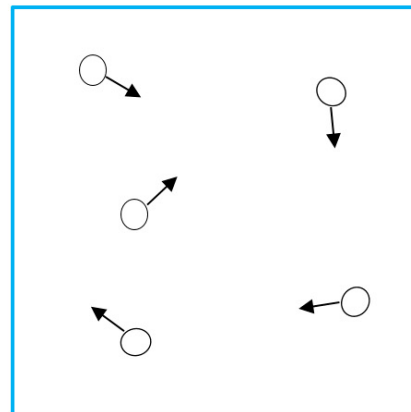
Solide



Liquide

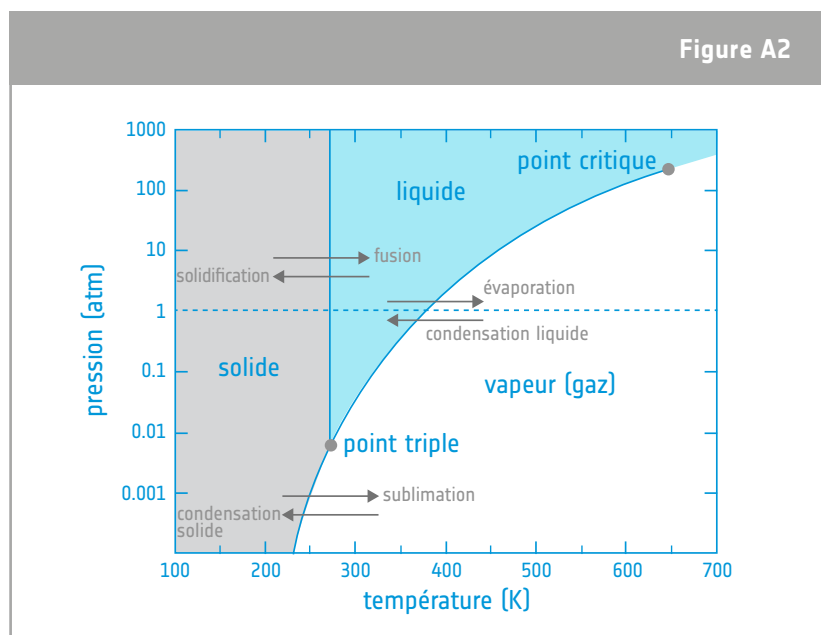


Gaz



3. Les transitions de phases ne dépendent pas seulement de la température. Elles dépendent en effet aussi 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 zones : solide, liquide et vapeur (gaz).



Utilisez la Figure A2 pour remplir le tableau ci-dessous :

État 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 zones : solide, liquide et gaz. À la température ambiante (env. 300 K) et à la pression atmosphérique (1 atm), nous voyons que l'eau se présente dans son état liquide.

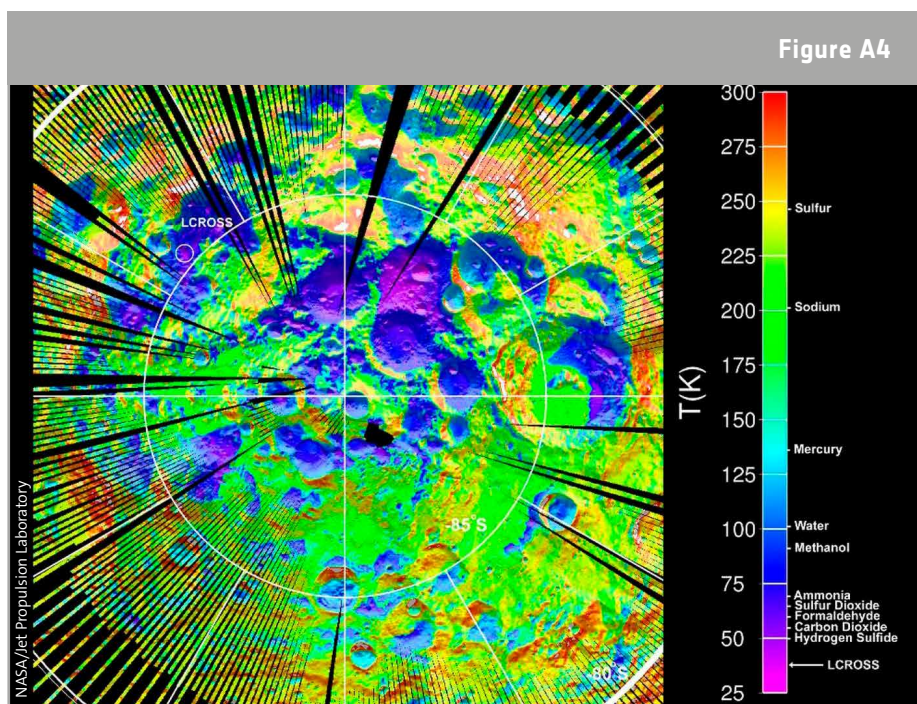
4. a. Comment se comporte le point d'ébullition de l'eau quand la pression décroît ? Expliquez.

b. Testez votre hypothèse. Utilisez une seringue pour aspirer environ 1 ml d'eau chaude (tiède ou plus chaude). Placez votre doigt sur l'embout et tirez le piston en arrière comme indiqué sur la Figure A3.



Que se passe-t-il avec l'eau dans la seringue ?

5. La Lune ne possède pas d'atmosphère et donc la pression à sa surface est d'environ 0 atm. Sur la Lune, les températures atteignent des valeurs extrêmes, allant de -248°C à 123°C selon l'endroit de sa surface où on se trouve et selon qu'il fasse nuit ou jour.



↑ LRO Diviner, carte des températures à la surface du Pôle sud de la Lune pendant la journée. La carte montre les emplacements de plusieurs cratères constamment à l'ombre qui sont potentiellement des endroits abritant de la glace d'eau.

- a. Utilisez les Figures A2 et A4 pour expliquer pourquoi on ne peut pas trouver d'eau à l'état liquide à la surface de la Lune.

---



---

- b. Imaginez que vous avez extrait de l'eau d'un cratère en permanence à l'ombre et à la température de 100 K. Sous quel état l'eau de ce cratère se présenterait-elle ?

---



---

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

---



---

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

---



---

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



## → Activité 2 : Filtration ou distillation ?

Toute glace d'eau extraite des couches de surface de la Lune sera piégée dans le régolithe lunaire (sol lunaire). Dans cette activité, vous devrez trouver une manière de séparer l'eau de notre imitation de régolithe. On va vous remettre des noyaux de glace « lunaires » et vous devrez comparer deux manières d'extraire l'eau de l'imitation de régolithe lunaire.

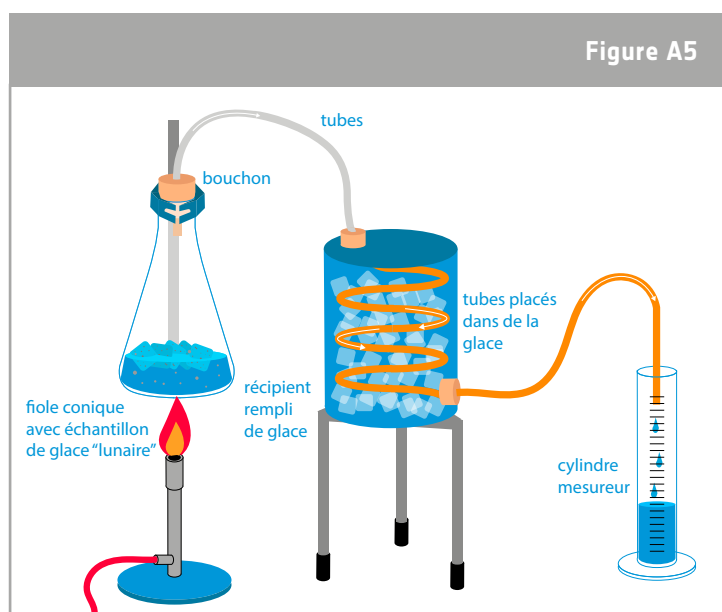
### Expérience

Comparez deux méthodes d'extraction de l'eau du régolithe lunaire : la filtration et la distillation.

**Distillation** : c'est le processus de séparation de substances d'un mélange liquide consistant à faire bouillir le liquide et à en faire refroidir la vapeur pour qu'elle se condense. **Filtration** : séparation des fluides et des solides par l'ajout d'un média pouvant uniquement être traversé par le fluide.

#### Matériel de distillation

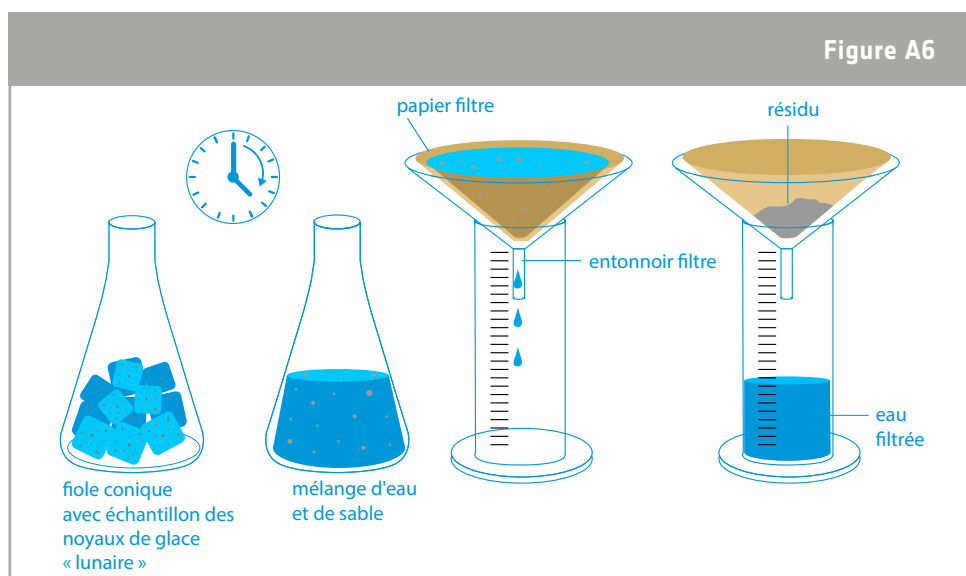
- Bec Bunsen ou plaque chauffante/
- anneau chauffant
- Fiole conique
- Trépied
- Bouchon perforé pour laisser passer un tube en plastique/caoutchouc
- Grand récipient avec un trou sur le côté
- Glaçons (pour refroidir les tubes)
- Petite longueur de tube en cuivre (facultatif - améliore le refroidissement)
- Cylindre mesureur



↑ Montage expérimental pour la distillation

#### Matériel de filtration

- Fiole conique
- Cylindre mesureur
- Papier filtre
- Entonnoir
- Bec Bunsen (facultatif, pour faire fondre les noyaux de glace)



↑ Montage expérimental pour la filtration

Comparez les pourcentages des masses d'eau extraites par les processus de distillation et de filtration.

1. Munis des informations ci-dessus et en vous aidant du matériel disponible, préparez un plan d'investigation pour comparer les deux méthodes d'extraction.

2. Quels soucis de sécurité devriez-vous prendre en considération ?

---



---



---

3. Quels sont selon vous les avantages et les inconvénients de la filtration et de la distillation ?

---



---



---

4. Que devrez-vous mesurer **avant** d'exécuter la procédure ?

---



---



---

5. Que devrez-vous mesurer **après** avoir exécuté la procédure ?

---



---



---

6. Inscrivez vos résultats dans le tableau.

Masse des noyaux de glace (g)	Filtration	
	Masse d'eau (g)	% récupérée

Masse des noyaux de glace (g)	Distillation	
	Masse d'eau (g)	% récupérée

7. Quelle méthode produit le plus grand volume d'eau ? Pourquoi selon vous ?

---



---



---

8. Quelle méthode produit selon vous l'eau la plus propre ?

---



---



---

9. a. Quelle méthode est selon vous la plus énérgivore sur la Terre ? Expliquez.

---



---



---

b. Et sur la Lune ? Expliquez.

---



---



---

10. Quels problèmes rencontreriez-vous si vous deviez essayer de faire vos travaux sur la Lune ?

---



---



---

11. Pouvez-vous imaginer d'autres méthodes pour extraire l'eau du régolithe ?

---



---



---

### Le saviez-vous ?

Les astronautes de la Station spatiale internationale recyclent la plupart de l'eau qu'ils utilisent – soit 75%. Le système de récupération d'eau peut récupérer l'eau des urines et de la respiration des astronautes. Elle est filtrée et purifiée et peut à nouveau être utilisée. En moyenne, un astronaute de la Station spatiale internationale consomme 90% d'eau en moins qu'une personne sur la Terre.



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

13. Supposez que vous avez besoin de 6 litres d'eau par jour et par astronaute sur la Lune. Combien de kilogrammes de glace lunaire devriez-vous extraire chaque jour pour approvisionner un équipage de 6 astronautes ?

## → LIENS

### Ressources de l'ASE

Projet Moon Camp :

[esa.int/mooncamp](https://esa.int/mooncamp)

Animations sur les aspects élémentaires de la vie sur la Lune :

[esa.int/Education/Moon\\_Camp/The\\_basics\\_of\\_living](https://esa.int/Education/Moon_Camp/The_basics_of_living)

Ressources de l'ASE pour l'éducation scolaire :

[esa.int/Education/Classroom\\_resources](https://esa.int/Education/Classroom_resources)

### Missions de l'ASE

Le projet PROSPECT de l'ASE étudie un forage lunaire pour la collecte d'échantillons de glace lunaire

[exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect](https://exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect)

Smart-1 de l'ASE, le premier orbiteur lunaire européen

[sci.esa.int/smart-1](https://sci.esa.int/smart-1)

### Informations additionnelles

La Lune, guide interactif de l'ASE :

[lunarexploration.esa.int](https://lunarexploration.esa.int)

Airbus Foundation Discovery Space, l'eau sur la Lune :

[youtube.com/watch?v=wHJ3F7eIxEM](https://youtube.com/watch?v=wHJ3F7eIxEM)

Collection d'échantillons de glace d'eau et d'autres substances volatiles glacées :

[lunarexploration.esa.int/#/library?a=293](https://lunarexploration.esa.int/#/library?a=293)

L'eau et les substances volatiles sur la Lune :

[lunarexploration.esa.int/#/library?a=252](https://lunarexploration.esa.int/#/library?a=252)

## → Annexe : Préparation des noyaux de glace



Les noyaux de glace devraient être préparés la veille du jour prévu pour l'activité pratique. Dans cet exemple, on a utilisé du matériau d'emballage pour des tubes à essais, mais tout contenant permettant de produire des morceaux de glace pouvant rentrer dans la fiole conique fera l'affaire. Le volume total du contenant devrait être mesuré en le remplissant d'eau qu'on videra ensuite dans le cylindre mesureur. Le contenant devrait ensuite être rempli à moitié avec du sable et pour l'autre moitié en volume avec de l'eau. Le contenant devrait ensuite être placé sur une surface horizontale dans le freezer.

Les noyaux de glace devraient être sortis du freezer juste avant d'être utilisés – cela parce que le « côté sable » du mélange peut fondre rapidement et demeurer dans le contenant.