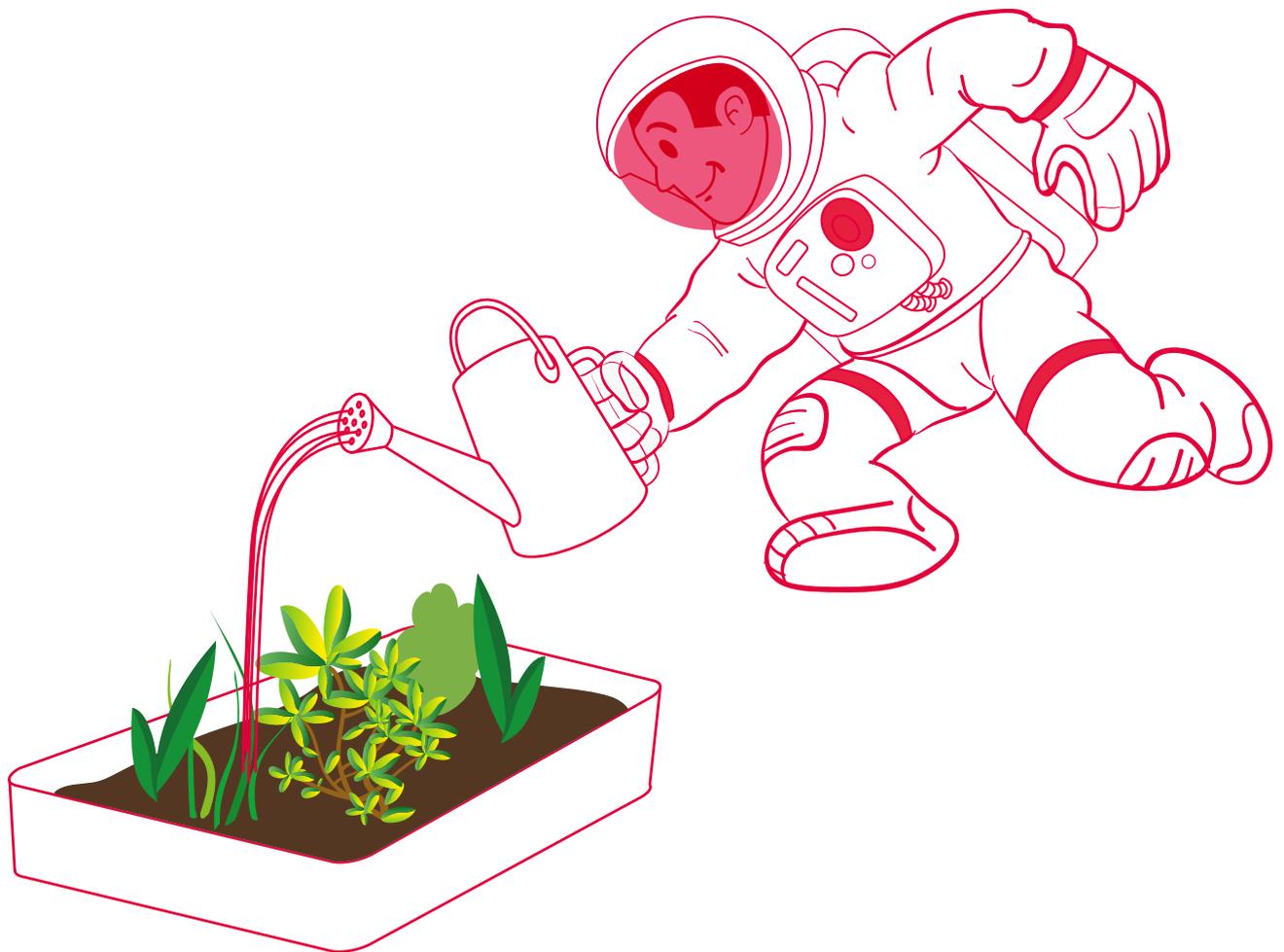


teach with space

→ ASTROFARMER

Découvrir les conditions pour la croissance des plantes





Les faits en bref	page 3
Résumé des activités	page 4
Introduction	page 5
Activité 1 : Les plantes ont-elles besoin d'air ?	page 9
Activité 2 : Les plantes ont-elles besoin de lumière ?	page 10
Activité 3 : Les plantes ont-elles besoin d'eau ?	page 12
Activité 4 : Les plantes ont-elles besoin de terre ?	page 13
Activité 5 : Trop chaud, trop froid	page 15
Activité 6 : Les plantes dans l'espace	page 16
Fiches de TP	page 18
Liens	page 30

teach with space – astrofarmer | PR42
www.esa.int/education

Le service ESA Education Office est attentif à vos commentaires
teachers@esa.int

Une production ESA Education
Copyright © European Space Agency 2019





→ ASTRO FARMER

Découvrir les conditions pour la croissance des plantes

LES faits en bref

Matières : Science

Tranche d'âge : 8-12 ans

Type : activité élèves

Difficulté : moyenne

Durée de la leçon : 2 heure et 30 minutes

Coût : bas (0 – 10 euros)

Lieu : à l'intérieur

Comporte l'utilisation de : graines de cresson, graines de radis, fleurs blanches

Mots-clés : Science, Lune, Croissance des plantes, Environnement, Respiration, Photosynthèse, Nutriments, Eau, Lumière, Température

Description sommaire

Dans cet ensemble de six activités, les élèves étudieront quels sont les facteurs qui influent sur la croissance des plantes et mettront ces facteurs en relation avec la culture des plantes dans l'espace. Ils apprendront que les plantes ont besoin d'air, de lumière, d'eau, de nutriments et d'une température stable pour pousser. Ils observeront ce qu'il arrive aux plantes quand ils font varier certains de ces facteurs.

Ces six activités peuvent être effectuées séparément ou en série.

Objectifs d'apprentissage

- Apprendre que les plantes ont besoin d'air, de lumière, d'eau, de nutriments et d'une température appropriée pour pousser.
- Comprendre que les environnements peuvent changer et constituer un danger pour les êtres vivants.
- Découvrir que les plantes peuvent pousser sans terre.
- Exécuter des tests simples et impartiaux.
- Identifier et contrôler des variables quand cela est nécessaire.
- Interpréter des observations et en tirer des conclusions.
- Résoudre des problèmes.



→ Résumé des activités

Activité	Titre	Description	Résultat	Matériel nécessaire	Durée
1	Les plantes ont-elles besoin d'air ?	Étudier les processus de respiration et de photosynthèse chez les plantes.	Apprendre que les plantes ont besoin d'air pour survivre.	Non	15 minutes
2	Les plantes ont-elles besoin de lumière ?	Étudier comment le cresson pousse dans différentes conditions d'éclairage : dans l'obscurité continue et à la lumière du soleil.	Faire des prévisions et effectuer des tests comparatifs et impartiaux pour savoir si les plantes ont besoin de lumière.	La réalisation de l'activité 1 est conseillée.	L'exécution de cette activité prend 30 minutes. Période d'attente 1 semaine.
3	Les plantes ont-elles besoin d'eau ?	Laisser des fleurs blanches dans de l'eau contenant un colorant alimentaire toute une nuit pour observer comment les plantes boivent l'eau.	Faire des prévisions et apprendre que les plantes boivent l'eau et la transportent jusqu'aux feuilles.	Non	L'exécution de cette activité prend 30 minutes. Période d'attente 1 jour.
4	Les plantes ont-elles besoin de terre ?	Planter des graines de radis dans différents milieux pour apprendre que les plantes peuvent pousser sans sol.	Faire des prévisions et effectuer des tests comparatifs et impartiaux pour enquêter sur les besoins des plantes en nutriments que l'on peut trouver dans la terre. Apprendre que les plantes n'ont pas besoin de terre pour pousser.	Non	L'exécution de cette activité prend 30 minutes. Période d'attente 1 jour.
5	Trop chaud, trop froid	Examiner des photos de plantes dans différents endroits de la Terre et mettre la flore en relation avec les zones climatiques.	Apprendre que les plantes ont besoin de températures tempérées pour pousser.	Non	15 minutes
6	Les plantes dans l'espace	Récapituler que les plantes ont besoin d'air, de lumière, d'eau, de température et de nutriments appropriés pour pousser. Étudier certaines informations sur la Lune et les mettre en relation avec la croissance des plantes.	Comprendre que les conditions environnementales dans l'espace ne sont pas les mêmes que sur Terre et que cela constitue un défi pour cultiver des plantes.	Non	30 minutes

→ Introduction

Les plantes sont importantes pour l'écosystème de notre planète. Elles constituent une source de nourriture pour les animaux et convertissent le dioxyde de carbone en oxygène grâce à la photosynthèse.

Dans ces activités, les élèves apprendront ce dont les plantes ont besoin pour survivre et pousser sainement. Les élèves découvriront que les principales conditions requises par les plantes pour pousser sont les suivantes :

- avoir accès à l'air,
- avoir accès à la lumière,
- avoir accès à l'eau,
- avoir accès à des nutriments,
- une température appropriée et stable.

Les élèves découvriront ces facteurs par eux-mêmes en effectuant des tests pour étudier la dépendance des plantes à l'égard de chaque facteur.

Air

L'air est composé de différents gaz et d'un petit pourcentage de particules minuscules, dites aérosols, qui incluent la poussière et le pollen. Le principal composant de l'air est l'azote (78 %), suivi de l'oxygène (21 %). Les autres gaz comme le dioxyde de carbone et l'argon ne composent que 1 % de l'atmosphère. L'air contient aussi de la vapeur d'eau ; la quantité d'eau dans l'air s'appelle l'humidité.

Les plantes, comme tous les êtres vivants, doivent respirer pour rester en vie. **La respiration** permet aux organismes de produire de l'énergie. Pour les plantes, l'oxygène entre par les feuilles à travers de petits pores que l'on appelle les stomates. Les plantes convertissent le sucre (glucose) et l'oxygène en énergie :

Sucre + Oxygène _____ > Dioxyde de carbone + Eau + Énergie

La respiration des plantes relâche du dioxyde de carbone et de l'eau comme quand les êtres humains respirent. Le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau quittent la feuille à travers les stomates.

Lumière

Les plantes ne peuvent pas survivre indéfiniment dans l'obscurité totale. Elles ont besoin de lumière pour produire les sucres (le glucose) dont elles ont besoin pour respirer. Ce processus s'appelle la photosynthèse, il utilise la lumière pour convertir le dioxyde de carbone et l'eau en sucre et en oxygène :

Dioxyde de carbone + Eau + Lumière _____ > Sucre + Oxygène

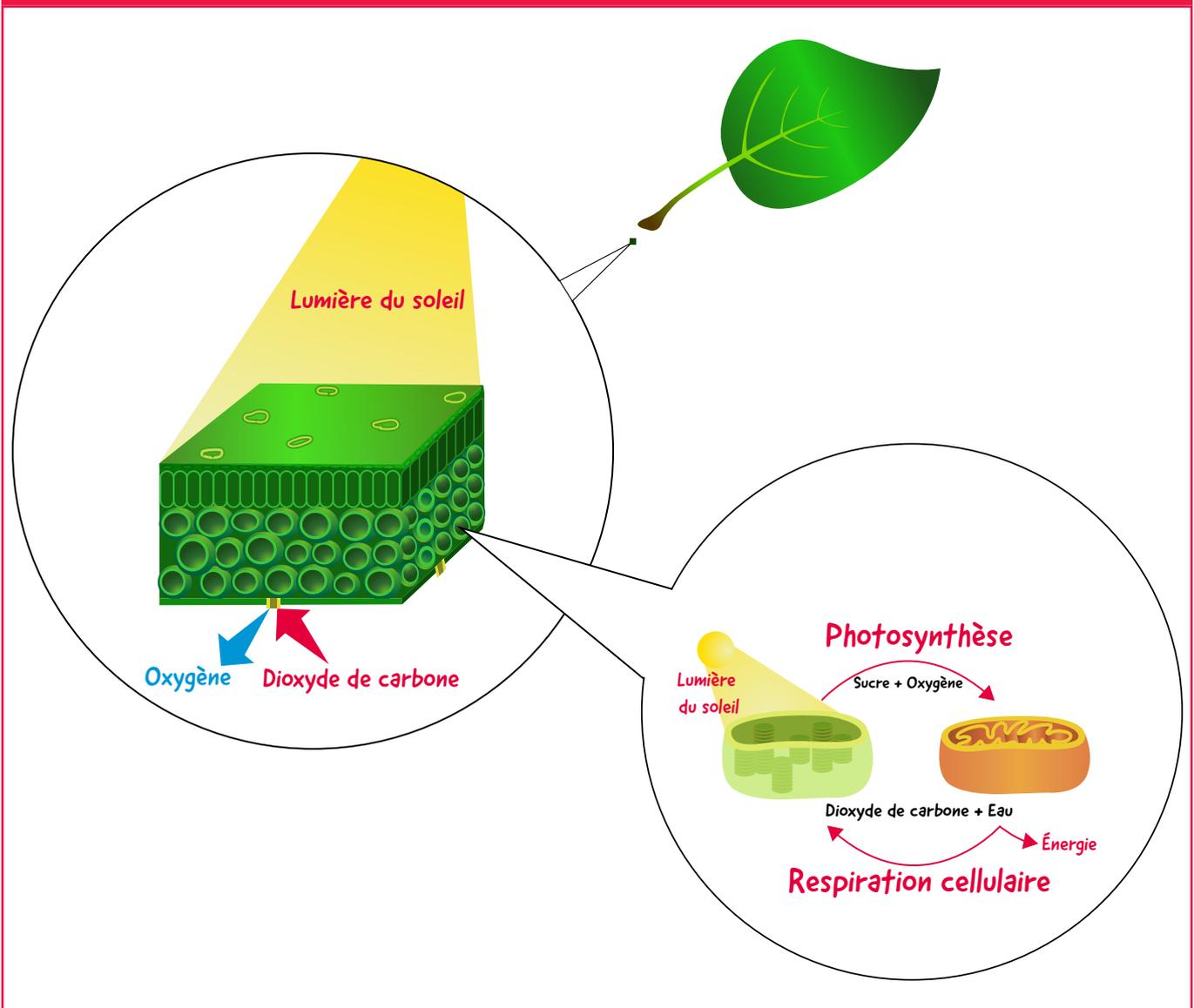
Le glucose est la « nourriture » des plantes et celles-ci se le procurent à travers la photosynthèse. Le glucose est utilisé dans toute la plante pour pousser, fleurir et former des fruits.

Les plantes ont un pigment que l'on appelle la chlorophylle qui leur permet d'effectuer la photosynthèse. C'est à la chlorophylle que les plantes doivent leur couleur verte. Sans chlorophylle, les plantes ne peuvent pas survivre !

Les plantes poussent vers la lumière. Lorsqu'elles sont dans l'obscurité totale, les plantes utilisent l'énergie qu'elles ont stockée, par exemple dans leurs graines, pour pousser plus vite et rechercher la lumière dont elles ont besoin. Lorsqu'elles sont dans l'obscurité totale, les plantes ne produisent pas de chlorophylle et ne sont pas en mesure d'effectuer la photosynthèse. Elles continuent à pousser tant qu'elles ont encore de l'énergie.

La respiration et la photosynthèse sont liées ; les produits de la photosynthèse sont les réactifs de la respiration cellulaire (voir Figure 1). La photosynthèse n'a lieu que pendant la journée, tandis que la respiration a lieu de jour comme de nuit.

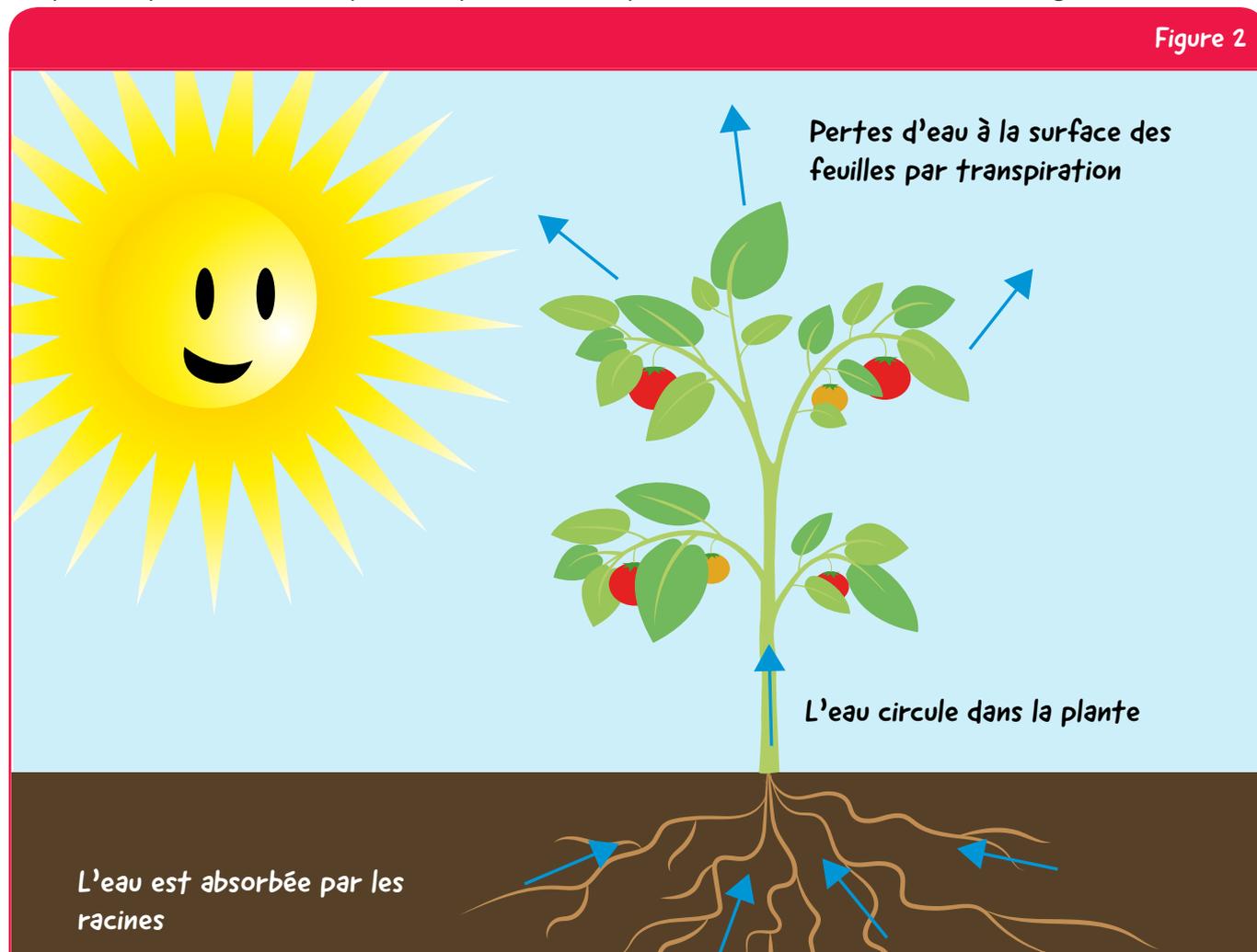
Figure 1



↑ Anatomie d'une feuille

Eau

L'eau est essentielle pour tous les êtres vivants, plantes incluses. La végétation utilise l'eau du sol qui entoure ses racines. Les plantes se procurent de l'eau à travers leurs racines et la transportent vers leurs parties supérieures à travers de petits tubes (le xylème). Ce tissu végétal transporte l'eau et les nutriments dissous dans toute la plante. Les plantes n'ont pas de cœur pour pomper les liquides à travers leurs corps, mais elles exploitent des forces physiques pour faire remonter le liquide jusqu'aux feuilles les plus hautes. Les plantes perdent de l'eau par transpiration et respiration à travers les feuilles (voir Figure 2).



Nutriments

Pour être saines, les plantes doivent avoir accès à des nutriments. Les nutriments sont des éléments ou des composés chimiques qui sont nécessaires pour qu'une plante pousse. Les nutriments se trouvent normalement dans le sol et sont collectés à travers les racines de la plante.

Les nutriments qui sont présents dans le sol proviennent de nombreuses sources différentes : animaux en décomposition, bactéries, champignons, organismes microscopiques, engrais et excréments. Certains sols sont riches en nutriments et très bons pour les plantes, tandis que d'autres sont dépourvus de nutriments comme, par exemple, le sable du désert.

Le sol non seulement apporte aux plantes leurs nutriments, mais il joue aussi un rôle de soutien mécanique. Il est quand même possible de cultiver des plantes en utilisant des techniques sans terre. C'est le cas, par exemple, des cultures hydroponiques. Ces techniques utilisent un substrat de croissance différent. Pour l'hydroponique, c'est de l'eau additionnée de nutriments. Le soutien mécanique est fourni artificiellement à la plante.

Température

La température est un facteur-clé pour la santé et la croissance des plantes. Combinée avec les autres facteurs déjà examinés (la lumière, l'air, l'eau et les nutriments), elle influence le développement de la plante.

Les plantes ont besoin de températures tempérées pour effectuer la photosynthèse. Qu'il s'agisse de chaleur ou de froid extrême, la température impacte la santé des plantes. La plupart des plantes ne peuvent pas survivre aux températures négatives car l'eau qui se trouve à l'intérieur de la plante peut geler. Même lorsque la plante est en mesure de contrecarrer en interne l'effet de la température, si le sol environnant gèle, les racines ne peuvent plus absorber l'eau qu'il contient.

Lorsque la température est élevée, les plantes peuvent perdre de grosses quantités d'eau à travers la transpiration. Certaines plantes ont évolué pour minimiser la perte d'eau grâce à des feuilles en forme d'aiguilles. De plus, les racines auront plus de mal à trouver l'eau car il peut y en avoir moins de disponible dans le sol. Cependant, il y a des exemples de plantes qui se sont adaptées pour survivre dans des environnements extrêmes comme, par exemple, le cactus qui s'est adapté à la vie dans le désert où les températures peuvent aller de +70°C à moins de zéro.

Dans l'espace

Toutes les choses qui semblent normales sur Terre sont souvent soit absentes soit différentes dans l'espace.

Dans l'espace, les cinq conditions requises pour la croissance des plantes (lumière, eau, terre, nutriments et température adaptée) sont difficiles à remplir. En sus, les plantes devraient pousser dans un environnement où la gravité est différente (en microgravité dans le cas de la Station spatiale internationale ou avec 1/6 de la gravité terrestre sur la Lune).

Planter des graines dans de la terre reviendrait à semer le désordre dans l'ISS où tout flotte en impesanteur. La terre pourrait se répandre dans toute la station, bloquer des appareils importants ou être avalée par les astronautes. Sans compter que la terre est lourde à transporter et lancer dans l'espace.

Heureusement, sur l'ISS et sur Mars, l'on pourrait cultiver des plantes de manière hydroponique. Cette méthode a déjà été testée dans l'ISS et a produit la première « salade de l'espace » en 2015.

Le sol de la Lune est complètement dépourvu de nutriments et les conditions environnementales sont très différentes de celles sur Terre. Par conséquent, lorsque l'ESA et d'autres agences spatiales parlent de faire pousser des plantes sur la Lune, elles prévoient de les cultiver dans un environnement contrôlé, par exemple, dans des serres spéciales.

Dans ces activités, les élèves deviendront des AstroFarmers (des « AstroAgriculteurs » en français) et enquêteront sur les conditions à réunir pour que des plantes puissent pousser dans l'espace.



↑ Unité de culture de plantes spéciale « Veggie » sur l'ISS.

→ Activité 1 : Les plantes ont-elles besoin d'air ?

Dans cette activité, les élèves découvriront la respiration et la photosynthèse des plantes. Ils apprendront aussi la composition de l'air et comprendront le rôle des plantes dans la production d'oxygène.

Matériel

- Fiche de TP imprimée, une par élève
- Stylo ou crayon
- Crayons de couleur

Exercice

Distribuer les fiches de TP et demander aux élèves de compléter les espaces vides du texte avec les mots fournis.

Demander aux élèves d'identifier les processus représentés par les différentes flèches à la question 2. Ils devront colorer le nom du processus en rouge ou en bleu en fonction des couleurs utilisées sur l'illustration. Les élèves devraient comprendre que la photosynthèse n'a lieu que pendant la journée, tandis que la respiration a lieu de jour comme de nuit.

Résultats

1. L'air est un mélange de différents gaz, qui se compose d'azote (78 %) et d'oxygène (21 %). Les autres gaz, comme le dioxyde de carbone, représentent moins de 1 % de l'atmosphère terrestre.

Les plantes, comme tous les êtres vivants, doivent respirer pour rester en vie. La respiration convertit le sucre et l'oxygène en énergie, en relâchant du **dioxyde de carbone** et de l'eau au cours du processus.

La plupart des plantes ne peuvent pas survivre dans l'obscurité totale car il leur faut de la lumière pour produire les sucres dont elles ont besoin pour avoir de l'énergie pour pousser. Ce processus, qui s'appelle la **photosynthèse**, utilise la lumière pour convertir le dioxyde de carbone et l'eau en sucre et en oxygène. La photosynthèse est la première source d'oxygène de l'**atmosphère**.

2.

Respiration

Photosynthèse

Discussion

Selon l'âge et la maturité des élèves, il est possible de travailler sur les processus de respiration et de photosynthèse en leur donnant les équations et la Figure 1 présentée dans l'introduction.



→ **Activité 2 : Les plantes ont-elles besoin de lumière ?**

Dans cette activité, élèves étudieront comment le cresson pousse dans différentes conditions d'éclairage : obscurité constante et lumière solaire normale. Les élèves doivent comprendre que la lumière affecte la croissance des plantes et mettre les résultats de cette expérience en relation avec l'Activité 1.

Matériel

- Fiches de TP imprimées, une par groupe
- Graines de cresson
- Pots/récipients en plastique identiques (2 pots par groupe)
- Terreau de rempotage
- Petite pelle ou grande cuillère
- Une boîte en carton ou un placard sombre
- Une règle

Exercice

Diviser la classe en petits groupes de deux à quatre élèves. Les informer qu'ils vont effectuer une expérience pour étudier comment le cresson pousse dans différentes conditions d'éclairage : obscurité constante et lumière solaire normale.

Remarque : pour augmenter la complexité de l'exercice, il est possible d'ajouter un troisième pot qui sera exposé à une lumière constante (par exemple placé sous une lampe).

Distribuer les fiches de TP, une par groupe, et le matériel nécessaire : 2 pots par groupe, des graines de cresson et du terreau. Demander aux élèves de suivre les instructions de leurs fiches de TP. Le cas échéant, aider les élèves. Demander aux élèves d'étiqueter les pots avec leurs noms et de les numéroter (1 et 2).

Vérifier que la terre est humide et verser à peu près la même quantité d'eau dans les deux pots.

Les élèves doivent ensuite placer tous les pots étiquetés « 1 » dans l'obscurité totale (un placard ou un carton) et tous les pots étiquetés « 2 » dans un endroit bénéficiant d'un cycle jour/nuit normal, de préférence près d'une fenêtre. Parler de l'importance d'effectuer des tests impartiaux et demander aux élèves de réfléchir sur ce qui fait de cette expérience un test impartial.

Demander aux élèves s'ils ont déjà vu une plante qui a été laissée dans l'obscurité. Que pensent-ils qu'il arrivera à une plante si elle n'a pas accès à la lumière du soleil ? Les élèves doivent écrire et/ou formuler leurs prévisions sur leurs fiches de TP.

Laisser les pots pendant 4 à 7 jours environ. Le cresson pousse très facilement et ne devrait pas avoir besoin de plus d'eau durant cette semaine.



Résultats

Au bout d'une semaine, les élèves peuvent récupérer leurs pots. Le cresson qui a poussé à la lumière devrait avoir un développement sain normal et une couleur verte. Le cresson qui a poussé dans une obscurité constante devrait être nettement plus haut que celui cultivé avec un cycle jour/nuit normal, mais avoir une couleur blanchâtre et des feuilles jaunes.



↑ Exemple de deux pots de graines de cresson semées dans le même type de terreau et ayant reçu la même quantité d'eau. Le pot contenant le cresson blanc (à gauche) a été placé dans l'obscurité pendant 4 jours, tandis que le cresson vert (à droite) a bénéficié de la lumière du soleil pendant cette même période.

Le cresson placé dans l'obscurité est plus haut car la plante a accéléré sa croissance (en utilisant l'énergie stockée dans la graine) afin de chercher la lumière. Il n'est pas vert car il n'a pas de chlorophylle (qui ne s'est pas formée à cause de l'absence de lumière) et que c'est la présence de chlorophylle qui donne aux plantes leur couleur verte.

Discussion

Pour analyser plus en profondeur le développement des plantes avec les élèves, leur demander laquelle des deux plantes est la plus saine. Leur demander aussi si les plantes peuvent être exposées à trop de lumière.



→ **Activité 3 : Les plantes ont-elles besoin d'eau ?**

Dans cette activité, élèves étudieront le transport de l'eau dans une plante. À travers ces exercices, ils devraient parvenir à comprendre que les racines et l'eau transportent l'eau vers le reste de la plante. Après cela, ils observeront comment les pétales d'une fleur changent de couleur lorsqu'on ajoute du colorant à l'eau de la plante.

Matériel

- Fiche de TP imprimée, une par élève
- Fleurs coupées avec leur tige (deux par groupe)
- Colorant alimentaire (rouge ou bleu)
- Récipients d'eau transparents (par exemple le fond d'une bouteille en plastique)
- (Facultatif) Fleur blanche à la racine intacte

Exercice 1

Pour commencer cette activité, les élèves doivent identifier et annoter les différentes parties de la plante dans leurs fiches de TP. Ils doivent indiquer la feuille, le fruit, la fleur, la tige et la racine. Après cela, ils devront compléter le labyrinthe qui transporte l'eau de la terre à travers la racine, puis à travers la tige de la plante vers les feuilles, les fleurs et les fruits.

Demander aux élèves de nommer trois fonctions différentes des racines. Celles-ci peuvent être :

- L'absorption et le transport d'eau
- La fixation et le soutien de la plante
- Le stockage de nourriture (par exemple les pommes de terre et les carottes)
- La respiration

Exercice 2

Cette expérience montre comment l'eau est transportée de la tige vers les pétales des fleurs en ajoutant du colorant alimentaire à l'eau de la plante.

Cet exercice peut être effectué dans le cadre d'une activité de groupe ou à titre de démonstration. Pour la variante de démonstration, il faudra deux fleurs blanches que l'on placera dans deux récipients d'eau différents. Pour la variante activité de groupe, il faudra deux fleurs blanches dans deux récipients d'eau pour chaque groupe. Les instructions à suivre pour cette expérience figurent sur la fiche de TP. Les fleurs à tige creuse boivent l'eau plus vite et le changement de couleur est visible plus rapidement, mais il est possible d'utiliser pratiquement n'importe quelle fleur blanche.

Diviser la classe en petits groupes de deux à quatre élèves. Distribuer les fiches de TP et deux fleurs blanches par groupe. Demander aux élèves de suivre les instructions de leurs fiches de TP. Les élèves devraient prévoir ce qui selon eux va arriver aux fleurs. Attendre un jour, puis demander aux élèves de répondre aux questions 2 et 3 de leurs fiches de TP. Leurs prévisions étaient-elles exactes ? Demander aux élèves ce qui se passerait si la fleur avait encore ses racines.

Remarque : pour voir le fonctionnement des racines, il est possible d'ajouter une plante avec des racines intactes à l'expérience à titre de démonstration, pour voir si la couleur de la fleur est impactée.

Résultats

1. La fleur blanche dans l'eau colorée devrait être colorée par le colorant. En particulier sur le bord des pétales.
2. La coloration des pétales se produit car les fleurs transportent l'eau de leur tige vers leurs pétales. Mettre un colorant alimentaire dans l'eau de la plante est un moyen efficace d'illustrer ce transport.
3. Les racines agissent comme un filtre naturel. Lorsque de l'eau colorée est ajoutée à la terre, les racines ne reconnaissent pas le colorant comme un nutriment nécessaire. Les racines ne laissent donc pas passer le colorant et les pétales des fleurs ne devraient pas changer de couleur.

→ Activité 4 : Les plantes ont-elles besoin de terre ?

Dans cette activité, les élèves planteront des graines de radis dans différents milieux pour déterminer lesquels sont bons pour faire pousser des plantes.

Matériel

- Fiche de TP imprimée, une par élève
- 16 graines de radis
- 8 petits pots transparents
- De la terre pour remplir 2 des petits pots
- Du sable pour remplir 2 des petits pots
- Du coton hydrophile pour remplir 2 des petits pots
- Des serviettes en papier pour remplir 2 des petits pots
- Du film étirable
- 16 étiquettes pour les pots
- Substance fertilisante liquide

Exercice

Cette activité est structurée comme une démonstration en classe et a pour objectif de déterminer si les plantes peuvent pousser sans terre. Distribuer les fiches de TP à la classe. Demander aux élèves s'ils pensent que les plantes peuvent pousser sans terre et s'ils peuvent expliquer leur réponse sur leurs fiches de TP.

Expliquer aux élèves qu'ils vont effectuer une expérience pour déterminer si les plantes peuvent pousser sans terre. Demander aux élèves de répondre à la question 2 sur leurs fiches de TP, en traçant des lignes entre le matériel et les pots vides.

Quand tous les élèves ont terminé, remplir les huit pots en respectant la procédure ci-dessous :

1. Étiqueter les pots 1 à 8.
2. Mettre du **terreau** dans les pots 1 et 2.
3. Mettre du **sable** dans les pots 3 et 4.
4. Mettre du **coton hydrophile** dans les pots 5 et 6.
5. Mettre des **serviettes en papier** dans les pots 7 et 8.
6. Ajouter de l'eau normale aux pots 1, 3, 5 et 7 (le milieu de culture devrait être mouillé).
7. Ajouter de l'eau contenant une substance fertilisante liquide aux pots 2, 4, 6 et 8 (le milieu de culture devrait être mouillé).
8. Mettre deux graines de radis dans chaque pot et recouvrir de film alimentaire.
9. Laisser les pots une semaine dans les mêmes conditions.

Demander aux élèves leurs prévisions pour l'expérience. Pensent-ils que les plantes pourront pousser dans tous les pots ? Dans quels pots pensent-ils que les plantes pousseront mieux ? Pensent-ils que c'est une bonne idée d'ajouter de la substance fertilisante liquide ? Leur demander de noter leurs prévisions par écrit en répondant aux questions 3 à 7 de leurs fiches de TP. Parler avec les élèves de l'impartialité de l'expérience.

Au bout d'une semaine, présenter les pots aux élèves. Comment chaque pot s'est-il développé ? Leur demander de noter les résultats sur leurs fiches de TP (question 8). Quelle est la hauteur des semis cultivés dans les différents milieux et quel est l'état de santé des plantes ? Échanger avec les élèves sur si les plantes ont besoin ou non de terre pour pousser. Demander aux élèves de noter par écrit leur milieu de croissance préféré dans le bas de l'illustration de la plante sur leur fiche de TP.

Résultats

Les réponses aux questions de la fiche de TP des élèves sont indiquées ci-dessous.

3. La substance fertilisante liquide remplace les nutriments que l'on trouve normalement dans le sol. Étant donné que certaines plantes sont cultivées sans terre, il faut ajouter des nutriments d'une autre manière.
4. Ajouter des nutriments dans certains des pots permettra aux plantes de ces pots de pousser plus qu'elles ne le feraient dans le même milieu sans nutriments.
5. Cette expérience est un test impartial car nous ne changeons qu'une variable à la fois. Nous pouvons donc analyser si la différence est due au milieu ou à la substance fertilisante liquide.
6. Les graines de radis pousseront mieux dans le coton hydrophile avec la substance fertilisante liquide. Les résultats devraient être meilleurs que ceux de graines poussant dans du terreau sans additif.
7. Les élèves pourraient soutenir que les plantes ne peuvent pas pousser sans terre et/ou qu'elles ne peuvent pas pousser sans substance fertilisante liquide. Cependant, les graines de radis devraient pousser dans tout l'éventail de milieux de culture. Cela s'explique par le fait que les graines contiennent déjà certains nutriments qui permettent à la plante de germer, même si elle poussera plus lentement et finira par épuiser les nutriments dont elle dispose.

Discussion

Examiner avec les élèves les avantages et les inconvénients de la culture hors sol. Les élèves devraient comprendre que les plantes ont besoin de nutriments, mais que ceux-ci peuvent être ajoutés à d'autres substances, pas uniquement à de la terre.



→ **Activité 5 : Trop chaud, trop froid**

Dans cette activité, les élèves observeront des photos de différents endroits de la Terre et les relieront aux différentes zones climatiques. Ils apprendront que les plantes peuvent s'adapter aux différentes conditions, mais qu'il existe des environnements extrêmes dans lesquelles elles ne peuvent pas vivre.

Matériel

- Fiche de TP imprimée, une par élève
- Colle
- Ciseaux
- Stylo / crayon

Exercice

Commencer l'exercice en demandant aux élèves s'ils sont déjà allés dans un endroit où il n'y avait pas de plantes du tout. Avec les élèves, réfléchir au fait que l'on trouve des plantes pratiquement partout sur Terre.

Sur leurs fiches de TP, les élèves trouveront une carte des trois principales zones climatiques de la Terre : les zones tropicale, tempérée et polaire. Leur demander d'observer les photos A à F et de déterminer où les placer sur la carte. Ils doivent garder à l'esprit les différentes zones climatiques et l'influence que celles-ci ont sur la flore de chaque région du globe. Les photos A et B ne contiennent pas de plantes du tout : demander aux élèves d'expliquer dans chaque cas pourquoi.

Résultats

- 1 - D, 2 - E, 3 - C, 4 - B, 5 - A, 6 - F
2. **Photo A** : C'est une photo du désert du Sahara. Aucune plante ne peut pousser dans les étendues désertiques qui sont entièrement recouvertes de sable. Le sable est un piètre milieu de culture, qui contient peu d'eau et de nutriments. Les racines des plantes ont du mal à maintenir la plante ancrée dans le désert à cause du sable et des vents forts. Les températures sont extrêmement chaudes pendant la journée et extrêmement froides durant la nuit.
Photo B : C'est une photo de l'Antarctique. L'Antarctique est un désert froid, où les précipitations sont rares. Le sol est recouvert de glace et de neige, et il n'y a pas d'eau liquide. Les températures peuvent atteindre -80°C . Les températures froides gèlent les cellules des plantes, ce qui endommage et interrompt les passages empruntés par les nutriments et l'eau pour circuler.

Discussion :

Discuter avec les élèves des différences entre les différentes zones climatiques. Comment les plantes s'adaptent-elles à chaque zone ?

La zone tropicale : Elle s'étend entre le Tropique du Cancer à une latitude de $23,5^{\circ}$ au nord de l'Équateur et le Tropique du Capricorne à une latitude de $23,5^{\circ}$ au sud de l'Équateur. Le climat dans cette zone peut être extrêmement chaud, ce qui cause une évaporation importante. Cela crée des zones très chaudes et humides, comme les forêts pluviales, et des zones arides comme les déserts, qui présentent des écarts de température importants entre l'hiver et l'été.

La zone tempérée : Elle s'étend du Cercle arctique et du Tropique du Cancer dans l'hémisphère nord et entre le Tropique du Capricorne et le Cercle antarctique dans l'hémisphère sud. Cette zone climatique est celle qui connaît les plus gros écarts de température entre l'été et l'hiver, elle se caractérise par des étés chauds et des hivers froids. La plus grande partie de l'Europe et l'Amérique du Nord se trouvent dans cette zone climatique.

Zone polaire : Elle est délimitée par les cercles arctique et antarctique. Elle se caractérise par des hivers longs et froids et des étés courts et frais. Les températures montent rarement au-dessus de zéro. Les précipitations y tombent sous forme de neige ; de nombreuses zones sont recouvertes de glace toute l'année.

→ Activité 6 : Les plantes dans l'espace

Dans cette activité, les élèves résumeront les plus importantes conditions à remplir pour que les plantes poussent sainement. Ils se pencheront sur les conditions qui sur la Lune pourraient constituer un problème pour les plantes.

Matériel

- Fiche de TP imprimée, une par élève
- Stylo ou crayon
- Feutres de couleur

Exercice 1

Discuter avec la classe des facteurs environnementaux que les élèves jugent importants pour que les plantes poussent sainement. Si les élèves ont terminé les Activités 1 à 5, cette activité servira de récapitulatif. Si les élèves n'ont pas effectué les activités précédentes, présenter ce sujet en relation avec leur expérience quotidienne des plantes (chez eux, au parc, en promenade en forêt, etc.).

Demander aux élèves ce qui arrive à une plante si :

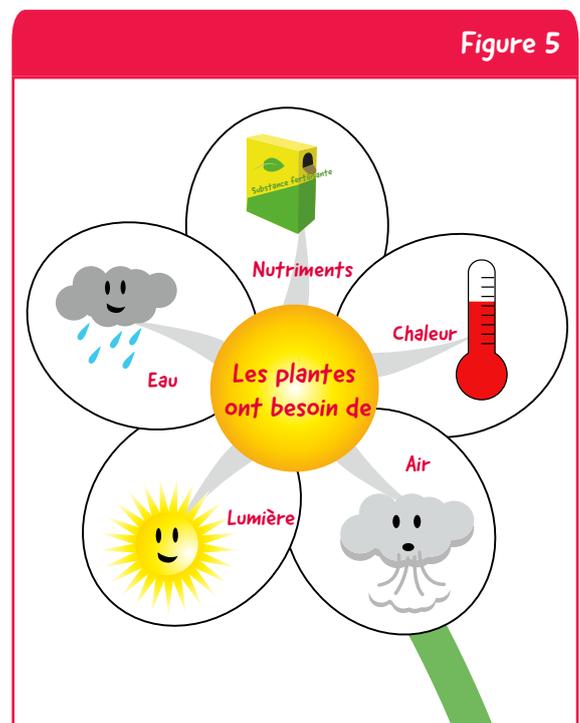
- la température est trop froide ou trop chaude,
- il n'y a pas assez ou trop d'eau,
- il n'y a pas assez ou trop de lumière,
- il n'y a pas de nutriments,
- il n'y a pas d'air.

Demander aux élèves de dessiner les cinq facteurs qui influent sur la santé d'une plante dans les pétales de la fleur de leur fiche de TP : température tempérée, nutriments, lumière, air et eau. Terminer les exercices en discutant de ce que les élèves pourraient faire pour satisfaire les besoins d'une plante et en assurer la survie. Ils peuvent, par exemple, mettre la plante devant une fenêtre pour qu'elle reçoive la lumière du soleil ou garder une plante à l'intérieur pour qu'elle bénéficie d'une température constante.

Résultats

Les élèves doivent dessiner ce dont une plante a besoin pour être en bonne santé dans les pétales de la fleur sur leurs fiches de TP. Un exemple est indiqué ci-dessous.

1. Température tempérée
2. Eau
3. Lumière
4. Nutriments
5. Air



↑ Exemple de réponse attendue pour l'Exercice 1.

Les cinq conditions les plus importantes pour la croissance des plantes sont la chaleur (une température tempérée constante), les nutriments, l'eau, la lumière et l'air.

Exercice 2

Demander aux élèves d'analyser les fiches informatives sur la Lune et s'ils pensent que les plantes peuvent pousser dans cet environnement extra-terrestre. Leur demander de noter leurs idées sur leur fiche de TP. Échanger sur ce sujet avec la classe et demander aux élèves de partager leurs réflexions et opinions.

Les élèves ont-ils une idée de ce que l'on pourrait faire pour surmonter certaines des conditions présentes sur la Lune. Les guider vers le concept de construire un environnement contrôlé comme une serre.

Discussion

En échangeant avec les élèves, mentionner clairement qu'il n'y a pas de vie sur la Lune. L'objectif est d'examiner des hypothèses : comment les plantes apportées depuis la Terre dans ces différents environnements s'adapteraient-elles ? Pourraient-elles quand même pousser ? Leur croissance serait-elle saine ? Comment pourrions-nous contrôler certaines variables environnementales ?

Les points suivants sont certains des principaux défis à résoudre pour cultiver des plantes dans les missions spatiales :

Microgravité : Sur Terre, nous avons l'habitude de nous sentir attirés vers le bas par la gravité terrestre. Dans l'espace, une des plus grosses différences est que cette gravité varie selon l'endroit où nous nous trouvons. En voyageant dans l'espace, les astronautes ont l'impression de ne rien peser, tandis que sur la Lune ils seraient soumis à $1/6$ de la gravité terrestre. Or, les plantes sont habituées à pousser sur Terre et les transporter dans un endroit où la gravité est différente pourrait être à l'origine de variations inconnues dans leur croissance.

Eau : Sur la Lune, il n'y a pas d'eau liquide disponible dans des rivières et des océans comme c'est le cas sur Terre. L'eau présente sur la Lune l'est sous forme de glace, ce qui signifie qu'y accéder est bien plus difficile et coûteux que cela ne l'est sur Terre.

Lumière : La durée du jour et de la nuit varie selon la rotation de la planète ou de la lune. Sur la Lune, les jours sont très longs : 28 fois plus longs que sur Terre. Les plantes devraient s'adapter à un cycle de 14 jours de lumière et 14 jours d'obscurité.

Atmosphère : La Lune n'a pratiquement pas d'atmosphère. Il n'y a pas de protection contre le rayonnement, ce qui peut avoir un impact sur la santé des plantes.

Température : La plupart des plantes poussent mieux à des températures comprises entre 10°C et 30°C . Or, l'espace extra-atmosphérique, parce qu'il est constitué de vide, se caractérise par des variations de température extrêmes. On observe des variations similaires sur la Lune car elle n'a pratiquement pas d'atmosphère.

Terre : Sur la Lune, le sol est très pauvre en nutriments et pourrait même être toxique pour les plantes dans certaines régions.

Conclusion

Les élèves devraient arriver à la conclusion que même si les plantes sur Terre poussent pratiquement partout, les conditions environnementales sont différentes sur la Lune et qu'il manque sur celle-ci certaines des conditions les plus importantes pour que les plantes poussent sainement. Pour que les plantes poussent dans l'espace, nous devons créer un environnement contrôlé avec des serres spéciales.

→ ASTROFARMER

Découvrir les conditions pour la croissance des plantes

→ Activité 1 : Les plantes ont-elles besoin d'air ?

Exercice

1. Compléter les phrases suivantes en remplissant les blancs. Utiliser les mots de la liste ci-dessous.

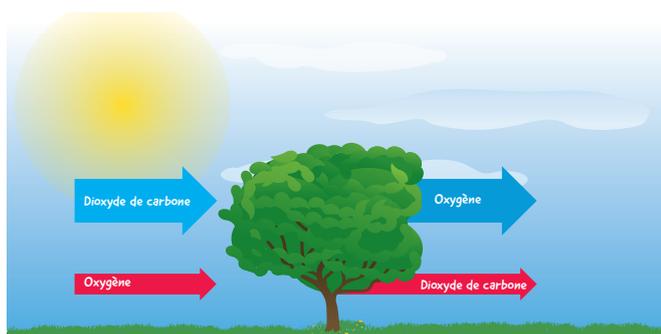
Plantes Photosynthèse Oxygène Dioxyde de carbone Atmosphère
Air

L'_____ est un mélange de différents gaz, qui se compose d'azote (78 %) et d'_____ (21%). Les autres gaz, comme le dioxyde de carbone, représentent moins de 1 % de l'atmosphère terrestre.

Les _____, comme tous les êtres vivants, doivent respirer pour rester en vie. La respiration convertit le sucre et l'oxygène en énergie, en relâchant du _____ et de l'eau au cours du processus.

La plupart des plantes ne peuvent pas survivre dans l'obscurité totale car il leur faut de la lumière pour produire les sucres dont elles ont besoin pour avoir de l'énergie pour pousser. Ce processus, qui s'appelle la _____, utilise la lumière pour convertir le dioxyde de carbone et l'eau en sucre et en oxygène. La photosynthèse est la première source d'oxygène de l'_____.

2. Les flèches sur les images représentent deux processus qui se produisent dans les plantes : la photosynthèse et la respiration. Colorer les mots encadrés ci-dessous en utilisant la couleur utilisée pour représenter le processus correspondant sur l'image : rouge ou bleu.



Respiration



Photosynthèse



→ Activité 2 : Les plantes ont-elles besoin de lumière ?

Dans cette activité, tu vas étudier ce qui arrive aux plantes quand elles sont privées de la lumière du soleil.

Exercice

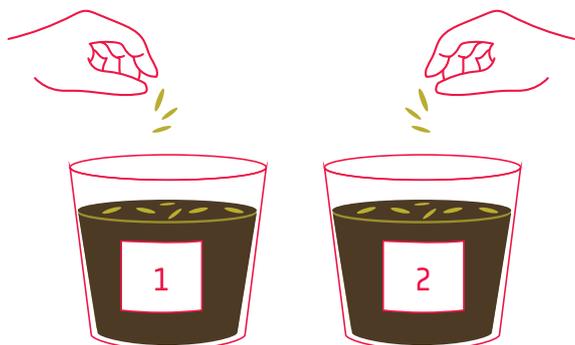
1. Mettre la terre dans deux pots identiques.



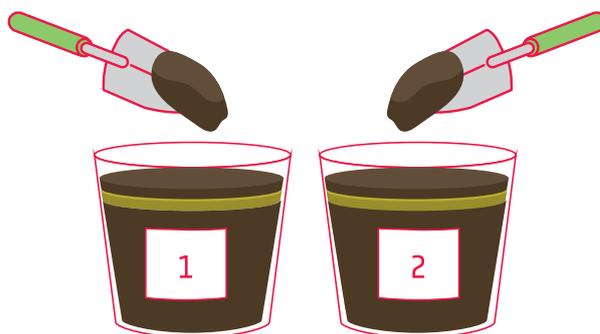
2. Étiqueter les pots 1 et 2.



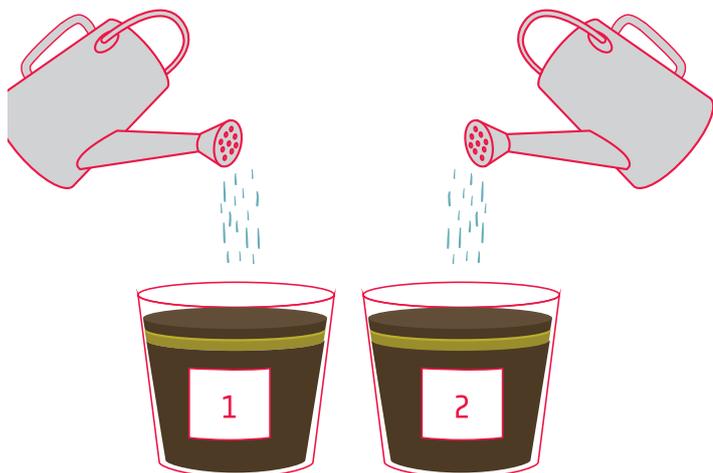
3. Semer approximativement la même quantité de graines de cresson dans chaque pot.



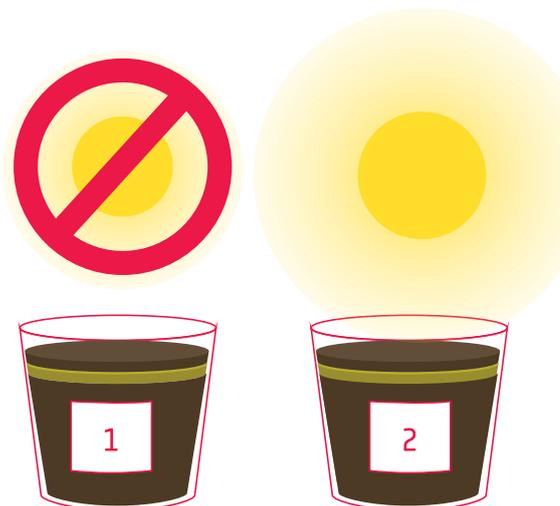
4. Recouvrir les graines de cresson d'un peu de terre.



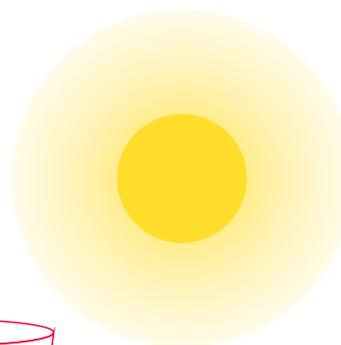
5. Arroser les deux pots avec la même quantité d'eau.



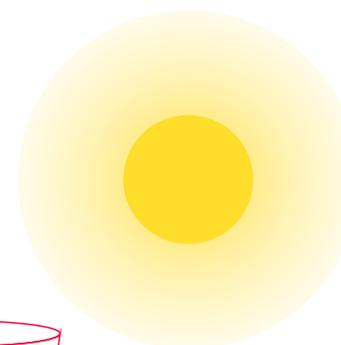
6. Mettre un pot dans l'obscurité et l'autre à la lumière.



1. Prévois ce qui va se passer dans tes deux pots. Écris tes prévisions ci-dessous et dessine ce à quoi, selon toi, ressembleront les plantes.



2. Au bout d'une semaine, observe les plantes. Dessine ce à quoi ressemble le cresson dans chaque pot. Note sa couleur et sa hauteur.



Hauteur du cresson : _____ cm Hauteur du cresson _____ cm

Couleur : _____ Couleur : _____

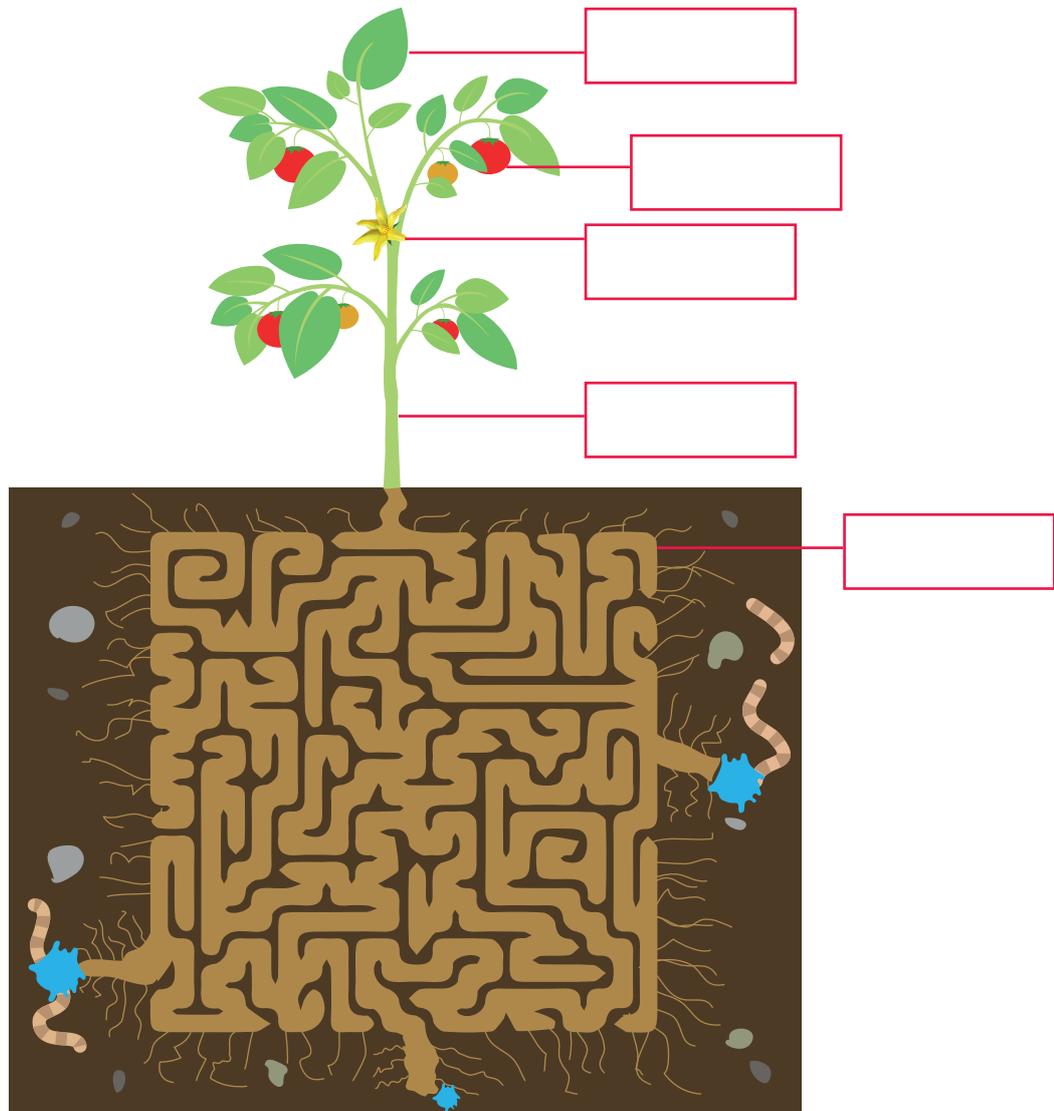
3. À ton avis, à quoi ces différences sont-elles dues ?

→ Activité 3 : Les plantes ont-elles besoin d'eau ?

L'eau est essentielle pour tous les êtres vivants, plantes incluses. Les plantes absorbent l'eau du sol à travers les racines et la transportent vers leurs parties supérieures.

Exercice 1

1. Nomme les différentes parties de la plante.

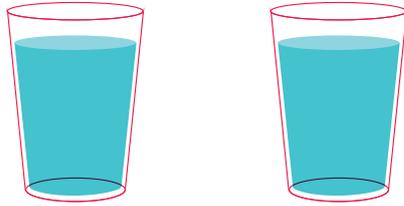


2. Aide la plante à trouver le meilleur chemin dans le labyrinthe pour transporter l'eau des racines à l'extrémité d'une feuille. Trace le chemin en bleu.
3. Nomme trois fonctions différentes des racines.

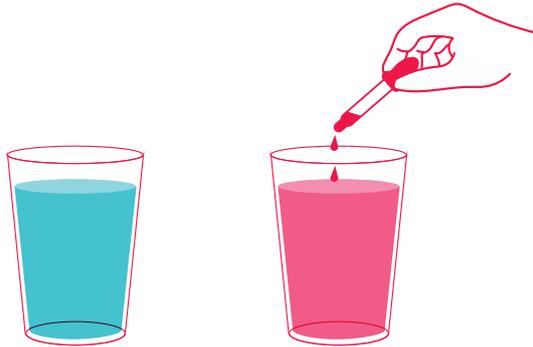
Exercice 2

Étudions un peu comment l'eau est transportée dans une plante. Suis les instructions ci-dessous :

1. Remplir deux verres d'eau.



2. Ajouter du colorant alimentaire dans un des deux verres et mélanger.



3. Mettre une fleur dans chaque verre et patienter une journée.



1. Que penses-tu qu'il va se passer en laissant la fleur blanche dans l'eau teintée ?

2. Tes prévisions se sont-elles confirmées ? Qu'est-il arrivé à la fleur blanche dans l'eau avec le colorant ?

3. Le résultat serait-il le même si la racine de la plante était intacte ?

→ Activité 4 : Les plantes ont-elles besoin de terre ?

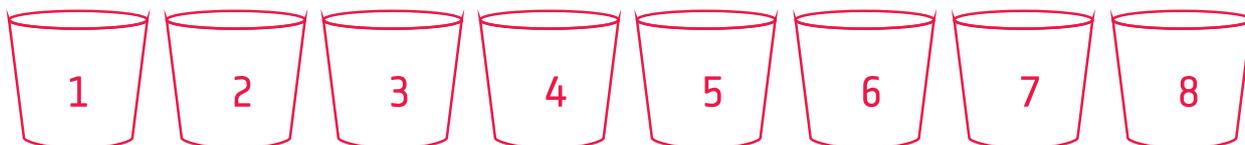
Exercice

1. Penses-tu que les plantes puissent pousser sans terre ? Explique ta réponse.

2. Il y a ci-dessous huit pots vides.

- Les pots 1 et 2 devraient être remplis avec du terreau.
- Les pots 3 et 4 devraient être remplis avec du sable.
- Les pots 5 et 6 devraient être remplis avec du coton hydrophile.
- Les pots 7 et 8 devraient être remplis avec une serviette en papier.
- De la substance fertilisante sera ajoutée dans tous les pots qui ont un numéro **pair**.

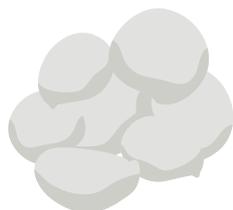
Trace des lignes pour relier le matériel et les pots ci-dessous.



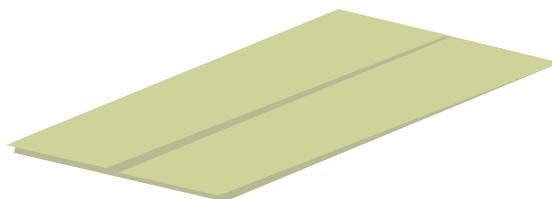
Terreau



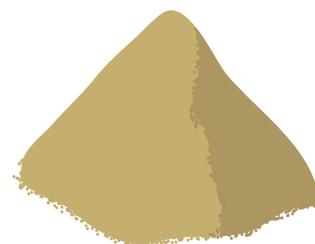
Substance fertilisante



Coton hydrophile



Serviette en papier



Sable

3. Pourquoi penses-tu que nous avons ajouté de la substance fertilisante (des nutriments) dans certains pots ?

4. Penses-tu que les résultats seront différents pour les pots avec et sans substance fertilisante ?

5. Penses-tu que c'est un test impartial ?

6. À ton avis, dans quels pots les plantes pousseront-elles mieux ? Pourquoi ?

7. Y a-t-il des pots dans lesquels tu penses qu'une plante ne peut pas pousser ? Pourquoi ?



Patiente une semaine le temps que les graines poussent.

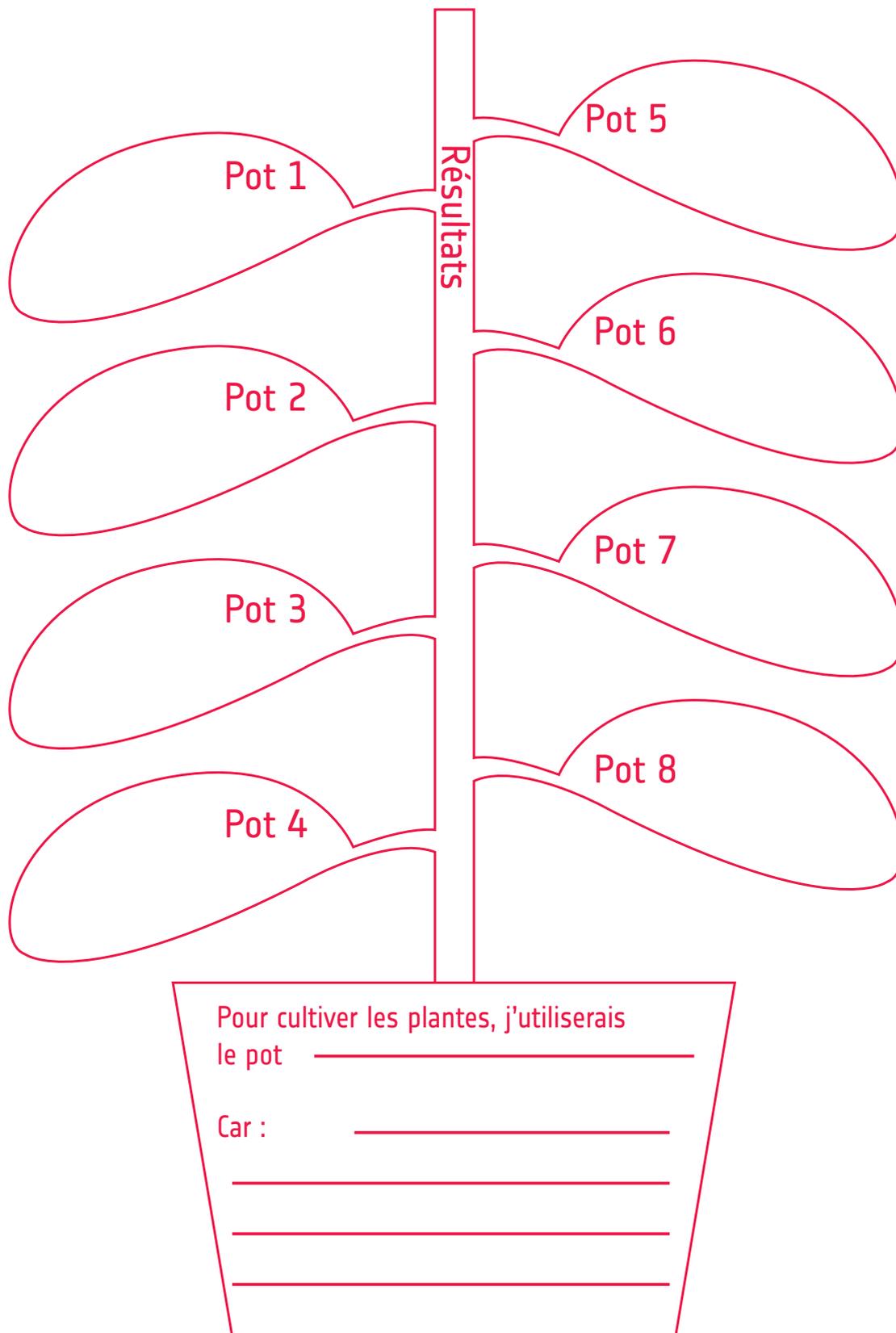
Le savais-tu ?

Des astronautes ont déjà mangé des aliments cultivés dans l'espace ! En août 2015, les astronautes qui étaient à bord de la Station spatiale internationale ont dégusté la première salade spatiale : une variété de laitue romaine rouge. Elle avait été cultivée dans une unité de culture de plantes spéciale appelée Veggie, qui avait apporté la lumière et les nutriments nécessaires. Sur cette photo, tu peux voir la laitue pousser.



8. Au bout d'une semaine, analyse chaque pot. Indique tes commentaires dans la plante ci-dessous : les semis ont-ils poussé, quels en sont la hauteur, l'état de santé, la couleur ? Combien de feuilles ont-ils ?

Choisis le meilleur pot pour faire pousser des plantes.



→ Activité 5 : Les plantes ont-elles besoin d'une température tempérée ?

Il y a des plantes pratiquement partout sur Terre, mais elles sont loin de se ressembler ! Les plantes ont la faculté de s'adapter à leur environnement. Par exemple, certaines plantes vivent dans des zones chaudes, tandis que d'autres ont besoin de températures plus froides.

Exercice

1. La carte ci-dessous représente les principales zones climatiques de la Terre. Regarde les photos de la page suivante et place-les sur la carte.

The image shows a world map divided into six climate zones, each with a different color and a label. The zones are: Zone polaire (North and South poles, light blue), Zone tempérée (Northern Hemisphere, orange), Zone tropicale (Equator, yellow), Zone tempérée (Southern Hemisphere, green), Zone polaire (South pole, light blue), and Zone tempérée (Southern Hemisphere, brown). A small photograph of a snowy mountain landscape is placed over the northern polar zone. Six red boxes with numbers 1 through 6 are connected to various parts of the map by red lines. Box 1 points to the northern polar zone, box 2 to the northern temperate zone, box 3 to the southern temperate zone, box 4 to the southern polar zone, box 5 to the tropical zone, and box 6 to the southern temperate zone.



A



B



C



D



E



F

2. Il n'y a pas de plantes du tout sur les photos A et B. Explique pourquoi pour chaque photo.

A. _____

B. _____

Le savais-tu ?

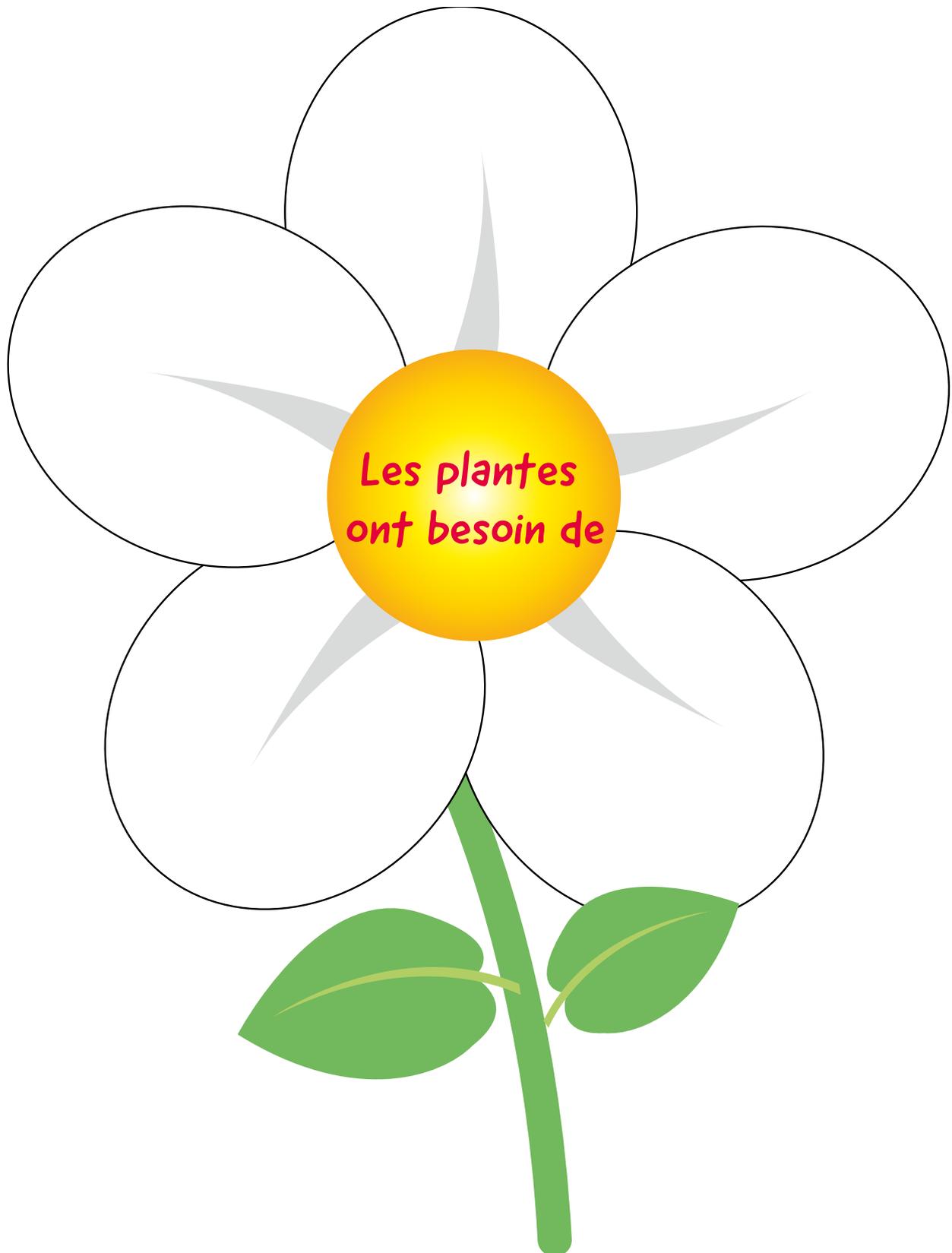
Pour la plupart des plantes, la température optimale pour la photosynthèse est d'environ 25°C. L'effet de la température sur les plantes varie beaucoup selon leur type. Les tomates souffrent lorsque les températures descendent en dessous de 13°C ou dépassent 36°C. Les cactus quant à eux peuvent survivre dans le désert où la plage de température varie de moins de zéro à près de 70 °C.



→ Activité 6 : Les plantes dans l'espace

Exercice 1

1. Dessine ce dont les plantes ont besoin pour une croissance saine dans les pétales de la fleur ci-dessous.



Exercice 2

Notre planète, la Terre, a évolué jusqu'à présenter des conditions idéales pour la croissance des plantes.

Mais dans le milieu spatial, les conditions sont bien différentes !

Analyse les informations sur la Lune ci-dessous.



INFOS SUR LA LUNE

- **Lumière** : le jour dure environ 14 jours terrestres et est suivi d'une nuit (obscurité) de 14 jours terrestres.
- **Eau** : il y a de petites quantités d'eau gelée au niveau des pôles. Pas d'eau liquide.
- **Atmosphère** : aucune
- **Température** : de -233°C à $+123^{\circ}\text{C}$
- **Terre** : pas de nutriments
- **Gravité** : 1/6 de la gravité terrestre

1. Penses-tu que des plantes puissent pousser sur la Lune ? Pourquoi ?

2. Comment penses-tu que l'on pourrait cultiver des plantes sur la Lune ?

→ LIENS

Ressources de l'ESA

Moon Camp Challenge

esa.int/Education/Moon_Camp

Animations illustrant des notions de base sur la vie sur la Lune

esa.int/Education/Moon_Camp/The_basics_of_living

Animations Paxi

esa.int/kids/en/Multimedia/Paxi_animations

Ressources de l'ESA pour les classes

esa.int/Education/Classroom_resources

ESA Kids

esa.int/kids

Projets spatiaux de l'ESA

Projet MELiSSA

esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Melissa

Une décennie de biologie des plantes dans l'espace

esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/A_decade_of_plant_biology_in_space

Informations complémentaires

Astroplant, un projet scientifique citoyen pour en savoir plus sur la croissance des plantes

www.astroplant.io

Science à la NASA : jardiner dans l'espace

youtube.com/watch?v=M7LslyCX7Jg