

Primaire

8-11 /



climate change initiative

Dossier de ressources pédagogiques

LE CYCLE DE L'EAU

Guide du professeur et fiches d'activité de l'élève

Traduction et adaptation par le CNES, ESERO France et le SCO



PRÉSENTATION	page 3
Synthèse des activités	page 4
Climate from Space	page 6
Le climat et le cycle de l'eau : informations générales	page 7
Activité 1 : LE CYCLE DE L'EAU AUJOURD'HUI ET DEMAIN	page 9
Activité 2 : ÉTUDIER L'ÉVAPORATION	page 11
Activité 3 : EXPLORER LA CONDENSATION	page 13
Activité 4 : LES PLANTES, LE SOL ET LE CYCLE DE L'EAU	page 15
Activité 5 : L'EAU DANS LE SOL	page 17
Activité 6 : MESURER L'HUMIDITÉ DES SOLS DEPUIS L'ESPACE	page 19
Fiche d'activité n°1 d	page 23
Fiche d'activité n°2 d	Page 24
Fiche d'activité n°3	Page 26
Fiche d'activité n°4 d	page 27
Fiche d'activité n°5 d	page 28
Fiche d'activité n°6	page 30
Fiche d'information	page 32
Liens	Page 34

Dossier de ressources pédagogiques du programme Climate Change Initiative
– LE CYCLE DE L'EAU <https://climate.esa.int/fr/educate/>

Concepts d'activités développés par l'université de Twente (Pays-Bas) et le National Centre for Earth Observation (Royaume-Uni).

Le Bureau du climat de l'ESA apprécie les retours et commentaires
<https://climate.esa.int/helpdesk/>

Produit par le Bureau du climat de l'ESA
Copyright © Agence spatiale européenne 2020

Traduction et adaptation par le CNES, ESERO France et SCO France en 2021



LE CYCLE DE L'EAU : Présentation

En bref

Thème(s) : géographie, science, science de la Terre

Tranche d'âge : 8 à 11 ans

Type : lecture et activités pratiques

Difficulté : facile à intermédiaire

Temps requis pour la leçon : 6 heures

Coût : bas (5 à 20 euros)

Lieu : intérieur/extérieur

Implique l'utilisation de : terre, eau, divers contenants, éprouvettes graduées, colorants alimentaires, logiciels standard, Internet

Mots clés : solide, liquide, gaz, état, vapeur d'eau, évaporation, condensation, satellite

Aperçu

Dans cet ensemble d'activités, les élèves étudieront le cycle de l'eau et, plus particulièrement de quelle manière l'eau présente dans le sol contribue au cycle et réagit à ses modifications.

La première activité utilise l'histoire d'un flocon de neige pour illustrer le cycle de l'eau.

Une série d'activités pratiques permet aux élèves d'examiner de plus près les processus d'évaporation et de condensation de l'eau libre et de l'eau contenue dans le sol.

Dans la dernière activité, les élèves utilisent de vraies données satellite pour étudier les changements d'humidité du sol dans le monde au cours des dernières années.

Résultats d'apprentissage attendus

Au terme de ces activités, les élèves seront capables de :

- Décrire la façon dont l'eau change d'état dans le cadre du cycle de l'eau.
- Utiliser leurs connaissances sur le cycle de l'eau pour imaginer les changements possibles suite au réchauffement de la planète.
- Énumérer les facteurs qui influencent le taux d'évaporation.
Évaluer une procédure expérimentale.
- Consigner des observations détaillées.
Reconnaître que les sols retiennent l'eau.
- Expliquer le rôle des plantes dans le transfert de cette eau dans l'atmosphère.
Réaliser une expérience pour déterminer la quantité d'eau que peut retenir un sol.
Établir un lien entre les résultats de l'expérience et le rôle des sols dans le cycle de l'eau.
- Utiliser l'application web Climate from Space pour explorer les changements des niveaux d'humidité du sol et les variables associées.
- Sélectionner les données appropriées pour étudier une hypothèse.
- Intégrer des informations de différentes sources pour préparer un résumé concis de leurs recherches individuelles.

Synthèse des activités

	Titre	Description	Résultat	Apprentissage préalable	Durée
1	Le cycle de l'eau aujourd'hui et demain	Élaborer un schéma du cycle de l'eau à partir d'un exercice de lecture Discussion sur l'importance de l'eau douce	Décrire la façon dont l'eau change d'état dans le cadre du cycle de l'eau. Utiliser ses connaissances du cycle de l'eau pour dire comment il pourrait changer en raison du réchauffement global.	Aucun	1 heure
2	Étudier l'évaporation	Mesurer le taux d'évaporation dans différentes conditions	Énumérer les facteurs qui influencent le taux d'évaporation. Évaluer une procédure expérimentale.	Savoir mesurer une longueur avec une règle au millimètre près	15 min de préparation 10 min une ou deux fois par jour pendant plusieurs jours 30 min en plénière
3	Explorer la condensation	Observer en détail la condensation de l'eau	Consigner des observations détaillées.	Aucun	15 min de préparation 4 x 5 min durant 1 à 2 heures 20 min en plénière
4	Les plantes, le sol et le cycle de l'eau	Démontrer que l'eau du cycle de l'eau peut provenir des sols et que les plantes contribuent à ce processus	Reconnaître que les sols retiennent l'eau. Expliquer que les plantes jouent un rôle dans le transfert de cette eau dans l'atmosphère.	Aucun L'activité 3 peut être utile	15 min de préparation 5 min 20 à 60 min plus tard 20 min pour les résultats finaux et la plénière 20 à 60 min plus tard
5	L'eau dans le sol	Mesurer la quantité d'eau que peut retenir un sol	Réaliser une expérience pour déterminer la quantité d'eau que peut retenir un sol. Établir un lien entre les résultats de l'expérience et le rôle des sols dans le cycle de l'eau.	Savoir utiliser une éprouvette graduée	30 min pour les étapes 1 et 2 30 min plusieurs heures plus tard pour l'étape 3 et la plénière
6	Mesurer l'humidité des sols depuis l'espace	Faire un travail de recherche à l'aide de l'application web Climate from Space	Utiliser l'application web Climate from Space pour explorer les changements des niveaux d'humidité du sol et les variables associées. Sélectionner les données appropriées pour étudier une hypothèse. Intégrer des informations de différentes sources pour préparer un résumé concis de leurs recherches individuelles.	Aucun L'activité 5 donnera aux élèves une idée de ce que les chiffres représentent	30 à 60 min plus le temps consacré à la recherche (apprentissage à la maison) et aux commentaires

Remarques d'ordre pratique pour les professeurs

Les **durées** indiquées couvrent les principaux exercices, en supposant un accès total aux outils informatiques et/ou une répartition des calculs répétitifs et des graphiques entre les élèves de la classe. Elles englobent le partage des résultats mais pas la présentation des conclusions, car celle-ci peut varier en fonction de la taille de la classe et des groupes. Les approches alternatives peuvent prendre plus de temps.

Le **matériel nécessaire** pour chaque activité est précisé au début de la section correspondante, avec des remarques relatives à toute préparation requise autre que la photocopie des fiches d'activité et d'information.

Les **fiches d'activité** sont conçues pour un usage unique et peuvent être photocopiées en noir et blanc.

Les **fiches d'information** peuvent contenir des images plus grandes que vous pouvez insérer dans vos présentations en classe, des informations supplémentaires pour les élèves ou des données sur lesquelles ils peuvent travailler.

Ces ressources ont un meilleur rendu si elles sont imprimées ou photocopiées en couleur, mais elles peuvent être réutilisées.

Les **feuilles de calcul, jeux de données ou documents supplémentaires** requis pour l'activité peuvent être téléchargés en suivant les liens vers ce dossier depuis le site <https://climate.esa.int/fr/educate/climate-for-schools/>

Des idées et suggestions **complémentaires** à des fins de **différenciation** sont incluses en des points stratégiques de la description de chaque activité.

Les réponses des fiches d'activité et les résultats des activités pratiques sont inclus pour faciliter l'**évaluation**. Les occasions d'utiliser des critères locaux pour évaluer les compétences de base, comme la communication ou le traitement des données, sont indiquées dans la partie concernée de la description de l'activité.

Hygiène et sécurité

Pour toutes les activités, nous avons supposé que vous continuerez d'appliquer vos procédures habituelles relatives à l'utilisation des équipements communs (y compris les appareils électriques, comme des ordinateurs), aux déplacements dans l'environnement d'apprentissage, aux chutes, aux débordements, aux premiers secours, etc. La nécessité de ces procédures est universelle mais leur mise en œuvre varie considérablement, de sorte que nous ne les avons pas détaillées à chaque fois. En revanche, nous avons souligné les dangers propres à chaque activité pratique afin de vous informer de l'évaluation des risques.

Certaines de ces activités utilisent la ressource en ligne Climate from Space. Il est possible d'accéder, depuis cette ressource, à d'autres parties du site web Climate Change Initiative de l'ESA, et donc vers des sites web externes. Si vous ne pouvez pas ou ne souhaitez pas limiter les pages que les élèves peuvent consulter, rappelez-leur vos règles locales en matière de sécurité sur Internet.

Climate from Space

Les satellites de l'ESA jouent un rôle important dans la surveillance du changement climatique. Climate from Space (cfs.climate.esa.int) est une ressource en ligne qui utilise des histoires illustrées pour synthétiser certains des changements subis par notre planète et mettre en lumière le travail des scientifiques de l'ESA.

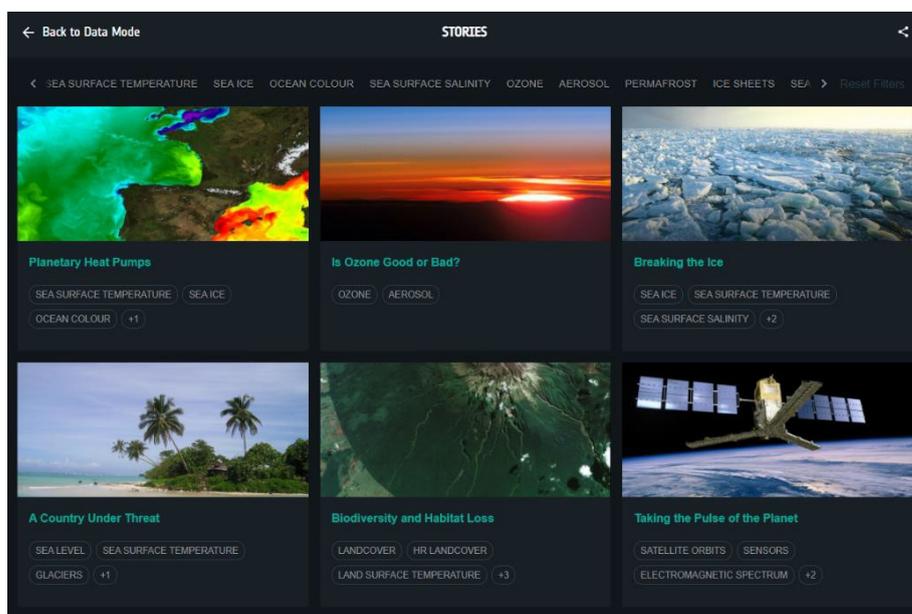


Figure 1 : Histoires de l'application Climate from Space (Source : ESA CCI)

Le programme Climate Change Initiative (CCI) de l'ESA produit des enregistrements globaux fiables de certains des aspects clés du climat appelés variables climatiques essentielles (VCE). L'application web Climate from Space vous permet d'en apprendre plus sur les impacts du changement climatique en explorant ces données par vous-même.

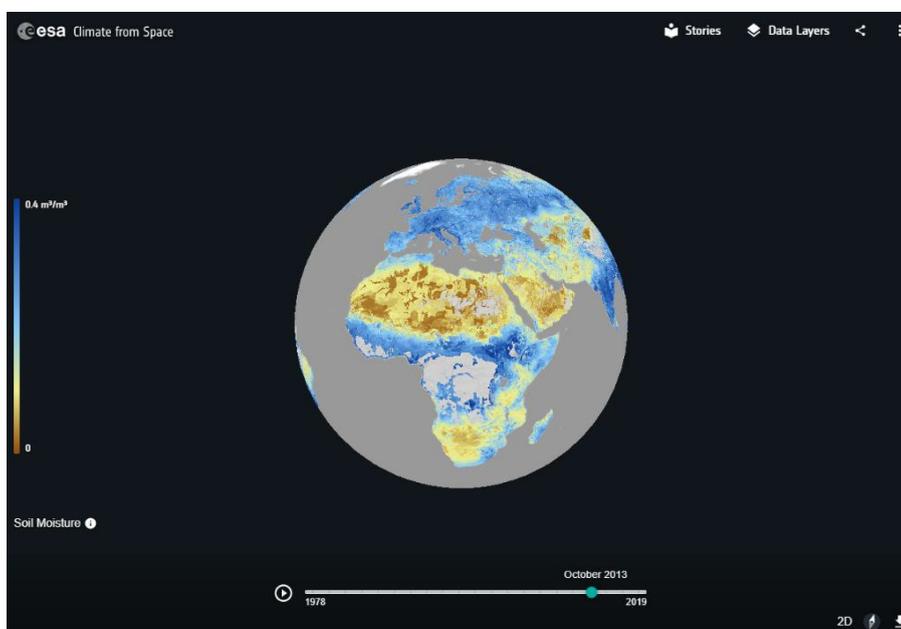


Figure 2 : Exploration de l'humidité des sols dans l'application Climate from Space (Source: ESA CCI)

Le climat et le cycle de l'eau : informations générales

Lorsque le soleil chauffe la Terre, de l'air chaud et humide se dégage de la surface du sol, des océans et d'autres étendues d'eau ; la vapeur d'eau contenue dans l'air se condense pour former des nuages ; lorsque les gouttelettes d'eau des nuages sont suffisamment lourdes, elles retombent sur Terre sous forme de pluie ou de neige. L'eau de pluie et la neige ou la glace fondues peuvent s'écouler vers l'océan ou s'infiltrer dans le sol. L'eau infiltrée dans le sol peut s'accumuler dans les aquifères souterrains ou être absorbée par les racines des plantes qui la rejettent finalement dans l'air. Ce cycle de l'eau est indispensable pour maintenir la vie sur Terre et nous dépendons de l'eau douce qui passe par ce cycle pour l'hygiène et l'industrie, mais aussi pour notre consommation et la culture de nos aliments.

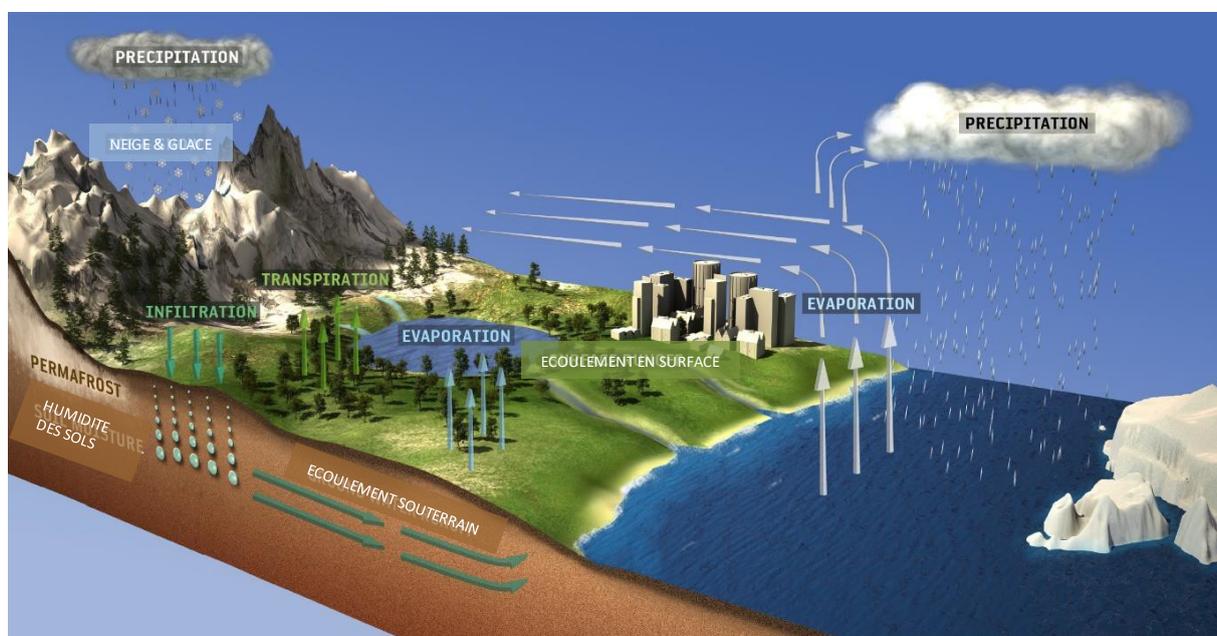


Figure 3 : Le cycle de l'eau (Source : ESA)

La description la plus simple du cycle de l'eau, comme celle présentée ci-dessus, montre qu'il est étroitement lié au climat. L'impact de la hausse des températures sur ce cycle peut sembler évident au premier abord : à mesure que la planète se réchauffe, la glace fond, l'évaporation augmente et une plus grande quantité d'eau circule dans le cycle. Mais l'air chaud peut contenir plus d'humidité, alors y aura-t-il effectivement plus de pluie ? Ou bien davantage de terres vont-elles s'assécher ? Plus de vapeur d'eau dans l'air signifie plus de nuages. Ces nuages réfléchiront-ils vers l'espace une plus grande partie du rayonnement solaire ou agiront-ils comme une couverture, car l'eau est également un gaz à effet de serre ? Le climat influence le cycle de l'eau et le cycle de l'eau lui-même influe sur le climat de manière complexe et variable selon les endroits du monde.

Les climatologues qui s'efforcent de répondre à ces questions utilisent des mesures par satellite de nombreux éléments liés au cycle de l'eau, notamment la glace, la neige, la température des océans, l'occupation des sols et la couverture nuageuse. Les activités proposées dans ce dossier conduisent les élèves à s'intéresser de plus près à l'eau contenue dans le sol.

Un mot sur le vocabulaire

L'« eau » fait partie de ces termes que nous utilisons de manières légèrement différentes dans la vie quotidienne et dans un environnement scientifique. Pour un scientifique, l'eau est de l'eau, indépendamment de l'état dans lequel elle se trouve, c'est-à-dire sous forme de vapeur d'eau (gaz), de glace (solide) ou de liquide. Pour d'autres mots associés à l'eau et également très courants, il est important de s'assurer que nous les utilisons correctement lorsque nous enseignons les sciences.

Nous avons tendance à dire que l'eau bout, se transforme en nuages de vapeur à 100°C et nous pensons qu'il s'agit là du changement d'état du liquide au gaz. Or, la vapeur que nous voyons est en fait constituée de petites gouttelettes d'eau liquide qui se sont condensées dans l'air plus froid : le gaz lui-même, la vapeur d'eau, est invisible. Et l'eau liquide n'a pas besoin de bouillir pour se transformer en gaz. Elle peut s'évaporer à n'importe quelle température*. C'est ce dernier changement qui est important dans le cycle de l'eau.

Le mot désignant le changement inverse est également utilisé de manière très précise en science. La « condensation » désigne le *processus* de transformation d'un gaz en liquide plutôt que la formation de gouttelettes d'eau sur une surface froide ou dans l'air.

*Ce phénomène est dû au fait qu'il y a toujours des molécules d'eau qui ont assez d'énergie pour s'échapper de la surface du liquide. Plus la température du liquide est élevée, plus les molécules s'échappent facilement. Lorsque l'eau bout, des bulles de gaz se forment partout dans le liquide, remontent à la surface et éclatent. L'évaporation dépend de la vitesse des molécules individuelles et ne se produit qu'à la surface ; l'ébullition se produit lorsque la vitesse moyenne de toutes les molécules est suffisamment élevée et concerne l'ensemble du liquide.

Activité 1 : LE CYCLE DE L'EAU AUJOURD'HUI ET DEMAIN

L'histoire de Stéphane le flocon de neige illustre le cycle de l'eau et les changements d'état associés. Dans cette activité, les élèves étudient l'importance de l'eau pour la vie, élaborent des schémas du cycle de l'eau à partir de leur lecture de l'histoire et s'en servent pour réfléchir à l'impact possible du changement climatique sur ce cycle. Les élèves bons lecteurs peuvent lire l'histoire de manière autonome pour préparer la leçon.

Matériel

- Fiche d'information n°1 (2 pages, 2^e page facultative)
- Fiche d'activité n°1 de l'élève
- Papier ordinaire et crayons de couleur, ou un logiciel approprié pour créer des images.

Exercice

1. Commencez par discuter des raisons pour lesquelles l'eau, en particulier l'eau douce, est importante. Stimulez les élèves en leur demandant comment les plantes, les animaux et les humains l'utilisent. Ils peuvent noter leurs idées en répondant à la question 1 de la fiche d'activité, avant ou après cette discussion. Vous pouvez aussi leur demander d'où vient l'eau douce.
2. Si les élèves n'ont pas lu l'histoire de Stéphane le flocon de neige de la fiche d'information n°1 avant la leçon, lisez ce texte à ou avec la classe. Vous pouvez faire découvrir l'histoire à l'aide d'une carte en ligne ou d'une application telle que Google Earth pour localiser les lieux mentionnés. Vous pouvez télécharger une version agrandie de l'image du glacier sur https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2019/01/Gangotri_India
3. Profitez de la discussion pour vous assurer de la compréhension des mots-clés en gras et de tout autre mot ou concept peu familier, y compris ceux de la deuxième page (solide, liquide, gaz, état) si vous choisissez de ne pas l'imprimer.
4. Demandez aux élèves de répondre individuellement à la question 2 de la fiche d'activité.
5. Les élèves peuvent ensuite travailler seuls, en binômes ou en petits groupes pour réaliser des schémas annotés du cycle de l'eau. Ce travail peut également être proposé comme devoir à la maison. Vous pouvez utiliser le résultat à des fins d'évaluation, ou demander aux élèves de commenter leurs schémas entre eux ou avec d'autres groupes.
6. Demandez aux élèves de discuter des deux dernières questions de la fiche d'activité par petits groupes, en les encourageant à se référer à leurs schémas pour déterminer ce qu'il se passe à une étape du cycle, et ensuite quel effet ce changement aura sur chaque étape suivante. Ils devraient poursuivre en réfléchissant à l'impact que ces changements auront sur les terres, l'océan et les êtres vivants.

Réponses de la fiche d'activité

Toutes les questions de la feuille d'activité sont ouvertes, mais les réponses peuvent englober certaines des idées suivantes.

1. Pour boire, produire de la nourriture, produire des biens, assurer l'hygiène, etc.
2. Les nuages de mots ou les schémas en toile d'araignée doivent inclure tous les mots-clés indiqués en gras dans l'histoire.
3. Voir la figure 3 à la page 7. Le vocabulaire utilisé est relativement complexe, mais de nombreux manuels et ressources standard comprennent des schémas avec des légendes explicites.
4. La hausse des températures entraîne une augmentation de l'évaporation. L'air plus chaud peut contenir plus d'humidité, ce qui risque d'entraîner des pluies plus abondantes et des orages plus violents. Une plus grande quantité de glace est susceptible de fondre avec la hausse des températures.
5. Une plus grande quantité d'eau douce disponible, des inondations accrues, des changements dans les surfaces utilisables pour l'agriculture (certains lieux avec désormais assez d'eau, d'autres saturés), accélération du débit des rivières, etc.

Activité 2 : ÉTUDIER L'ÉVAPORATION

Il s'agit de la première des trois activités pratiques liées qui peuvent être utilisées, comme indiqué ici, pour examiner les processus clés du cycle de l'eau. Une autre approche peut consister à réaliser ces activités en premier, afin d'introduire, plutôt que de consolider, les concepts clés.

Dans cette activité, les élèves suivent l'évaporation de l'eau sur une certaine durée et évaluent la solidité de leurs conclusions, en envisageant d'autres explications.

Matériel

- 3 gobelets, petits bacs ou bols pour chaque groupe - de préférence à bords droits (les résultats seront plus perceptibles avec des contenants plus larges).
- 3 étiquettes adhésives ou un marqueur
- De l'eau
- Des règles - de préférence avec le zéro au bord
- Des serviettes pour les mains et pour éponger tout éventuel débordement.
- Une copie de la fiche d'activité n°2 (2 pages) par élève, plus quelques copies de réserve - les deux faces séparées plutôt que recto-verso si vous voulez.
- Du papier millimétré (facultatif)

Préparation

Vous devrez trouver un endroit où laisser les contenants en toute sécurité pendant les quelques jours que durera l'expérience et, peut-être, assez spacieux pour permettre à plusieurs élèves de travailler ensemble. Si l'espace est limité, vous pouvez réaliser cette expérience avec la classe entière et des groupes d'élèves qui se relaient pour effectuer les mesures. Ils peuvent consigner ces dernières sur une copie du tableau des mesures, sur un tableau à feuilles mobiles.

Les résultats dépendent dans une large mesure de la taille et de la forme du contenant utilisé et des conditions ambiantes. Il est donc utile de faire un essai préalable pour déterminer un intervalle de temps approprié pour votre classe.

Hygiène et sécurité

Vérifiez qu'il y a du matériel disponible pour éponger d'éventuels débordements.

Exercice

1. Demandez aux élèves ce qu'il, selon eux, se produira dans le cycle de l'eau si le monde est plus exposé au soleil et expliquez que vous allez explorer cette idée.
2. Faites travailler les élèves en groupes pour installer le matériel comme décrit sur la fiche d'activité n° 2.1 de l'élève. En fonction de l'âge et du niveau du groupe, vous pouvez discuter de l'importance d'utiliser la même quantité d'eau dans chaque contenant ou/et demander à chaque élève du groupe de mesurer la hauteur dans chaque contenant et de prendre la moyenne.
3. Demandez aux élèves de mesurer la hauteur de l'eau de chacun des contenants à intervalles réguliers au cours de la semaine, par ex. au début ou à la fin de chaque journée.

Il faudra peut-être leur rappeler qu'un résultat inchangé est tout aussi valable, et souvent aussi utile, qu'un résultat indiquant une différence.

Ils peuvent tracer un graphique des résultats, mais attention, cela sera plus difficile s'ils prennent plus d'une mesure par jour, car les intervalles entre les relevés de mesures ne seront pas uniformes.

4. Une fois tous les résultats recueillis, demandez aux élèves de répondre aux questions de la fiche d'activité n°2.2.
Vous pouvez leur demander de faire cet exercice en autonomie, peut-être comme devoir à la maison, si vous voulez évaluer leur compréhension individuelle ; ou bien les élèves de chaque groupe peuvent en discuter avant de noter les réponses retenues pour les partager avec la classe ou en discuter avec un autre groupe.
Voir les réponses de la fiche d'activité ci-dessous pour des informations supplémentaires que vous pouvez utiliser pour aider les élèves.

Résultats

Comme indiqué ci-dessus, ces résultats seront très variables, mais les différences de hauteur seront probablement de l'ordre du mm plutôt que du cm.

Réponses de la fiche d'activité

1. **Similitudes** : il peut y avoir une (petite) baisse de niveau dans tous les contenants.
Différences : il y aura probablement une plus grande baisse dans le contenant laissé au soleil.
2. Les réponses des élèves à cette question dépendront de leurs connaissances préalables et vous pouvez éventuellement leur rappeler certaines idées importantes ou améliorer leur compréhension en discutant des réponses avec la classe.
L'eau est allée dans l'air/elle s'est évaporée.
Les particules qui se déplacent plus vite que les autres ont eu assez d'énergie pour s'échapper de la surface du liquide.
3. a. Il y aura plus d'évaporation. Cela signifie qu'il y aura plus d'eau dans le cycle avec toutes les conséquences énumérées dans la réponse à la question 4 de l'activité 1.
b. Il y aura moins d'évaporation, donc une quantité moindre d'eau dans le cycle.
4. a. Les principaux éléments qui pourraient être différents sont la température et le courant d'air/le vent. (La quantité de lumière a un effet uniquement parce qu'un lieu ensoleillé est susceptible d'être plus chaud ou/et un lieu dans l'obscurité risque d'être à l'abri des courants d'air).
b. Réfléchissez aux bonnes conditions pour faire sécher le linge.
Des températures élevées augmentent le taux d'évaporation, de même qu'un courant d'air ou du vent.
c. La réponse à cette question ouverte dépend des précédentes réponses, mais les élèves peuvent indiquer l'utilisation de conditions expérimentales différentes pour vérifier leurs idées comme par exemple laisser les contenants dans des endroits froids, chauds et très chauds, à côté d'un ventilateur ou d'une fenêtre ouverte, dans la salle de classe ou dans une boîte.

Activité 3 : EXPLORER LA CONDENSATION

Cette activité met l'accent sur l'observation détaillée et approfondie d'un processus que les élèves connaissent probablement déjà, mais qu'ils n'ont pas examiné de près.

Matériel

- Une bouteille ou un bocal transparent avec un couvercle hermétique par groupe
- Une étiquette adhésive ou un marqueur
- Du colorant alimentaire ou de l'encre
- Une carafe ou un bécher pour chaque groupe
- Un entonnoir pour chaque groupe (pas indispensable mais il limite les éclaboussures)
- Des serviettes pour les mains et pour éponger tout éventuel débordement.
- La fiche d'activité n°3 de l'élève - une copie par élève + quelques copies de réserve
- Un appareil photo (par ex., un smartphone) pour chaque groupe
- Un logiciel de présentation, de traitement d'images ou/et de texte bien connu des élèves (si vous utilisez des appareils photo)

Préparation

Vous devrez identifier un endroit chaud où les élèves pourront laisser les bouteilles pendant une durée éventuelle de plusieurs heures et faire leurs observations si possibles sans déplacer les bouteilles.

Comme dans l'activité précédente, les résultats dépendent du matériel et des conditions ambiantes ; il est donc utile de faire un essai préalable pour déterminer un intervalle de temps et une durée appropriés. Ciblez 3 à 5 observations à intervalles réguliers.

Vous pouvez préparer les carafes d'eau colorée plutôt que de laisser les enfants utiliser le colorant ou l'encre.

Hygiène et sécurité

Dites aux élèves de ne rien mettre à la bouche, y compris leurs doigts.
Vérifiez qu'il y a du matériel disponible pour éponger d'éventuels débordements.
Il convient de faire attention si des bouteilles ou des bocaux en verre sont utilisés.

Exercice

1. Évoquez des exemples quotidiens où la vapeur d'eau contenue dans l'air se condense sur des surfaces froides telles que des miroirs ou des canettes. Comment cela se présente-t-il ? Expliquez que l'un des aspects importants de la science consiste à observer les choses de très près pour voir exactement ce qu'il se passe : c'est ce que nous allons faire avec la condensation.
2. Il est parfois difficile de maintenir une surface froide et il se peut qu'il n'y ait pas assez de vapeur d'eau dans l'air, nous allons donc mettre de l'eau dans une bouteille où elle pourra s'évaporer mais pas s'envoler. Discutez des lieux qui pourraient être utilisés. Expliquez que l'eau sera colorée pour être plus visible.
3. Demandez aux élèves de disposer leurs bouteilles comme indiqué sur la fiche d'activité n°3.

4. Discutez de la manière de consigner leurs résultats - plusieurs idées sont proposées sur la fiche d'activité. S'ils font une description ou un dessin, ils peuvent tracer un tableau au dos de la fiche d'activité ou dans leur cahier d'exercices.
5. Demandez régulièrement aux élèves de retourner à leur bouteille et d'observer ce qu'il se passe. Des questions clés figurent dans l'encadré de la fiche d'activité pour les aider à décrire ce qu'ils voient ou à ajouter des légendes à leurs schémas ou images. L'utilisation d'un appareil photo permet aux élèves de zoomer et de voir plus de détails. Ils auront également moins besoin de manipuler la bouteille.
6. Les résultats peuvent être reliés au cycle de l'eau : demandez aux groupes de faire une frise chronologique montrant comment la vapeur d'eau se transforme en pluie à l'intérieur d'un nuage. La fiche d'activité demande également aux élèves de faire un commentaire sur la qualité des résultats. Les réponses peuvent être partagées avec la classe et servir de point de départ à une exposition, incluant éventuellement des productions créatives si les élèves ont fait des dessins ou pris des photos.
7. Si les élèves ont remarqué que les gouttes qui se forment sont transparentes et non pas colorées comme l'eau au fond de la bouteille, vous pouvez les encourager à utiliser cette observation pour expliquer la raison pour laquelle l'eau des lacs saisonniers devient plus salée à mesure que le lac s'évapore ou/et dire quel effet le réchauffement climatique pourrait avoir sur la salinité de la mer. (L'eau s'évapore et se condense, mais ce n'est pas le cas des substances dissoutes dans l'eau.)

Résultats



Figure 4 : Résultats des échantillons d'un bocal en verre et d'une bouteille en plastique laissés dans un endroit ensoleillé pendant environ une demi-heure. Les images zoomées en bas à droite montrent des gouttelettes de différentes tailles et formes. (Source : ESA CCI)

Activité 4 : LES PLANTES, LE SOL ET LE CYCLE DE L'EAU

Cette activité illustre le rôle que jouent les plantes dans le transfert de l'eau du sol vers l'atmosphère.

Matériel

- 2 pots ou gobelets en papier identiques par groupe, l'un contenant une plante et l'autre seulement de la terre
- Des étiquettes adhésives ou un marqueur
- 2 sacs en plastique transparents pour chaque groupe (voir la note ci-dessous)
- Des élastiques (en fonction des sacs utilisés)
- Une pelle et une brosse pour nettoyer les projections.
- La fiche d'activité n°4 de l'élève - une copie par élève

Préparation

Cette activité fonctionne mieux avec des plantes qui ont un système racinaire bien établi et un bon nombre de feuilles, il faudra donc préparer la première série de pots à l'avance. Si les élèves étudient la croissance des plantes en partant de la graine, vous pouvez les utiliser une fois qu'elles ont atteint un stade de développement approprié.

Le second gobelet ou pot doit contenir à peu près la même quantité de terre, à peu près aussi humide que celle de l'autre pot. En demandant aux élèves de préparer eux-mêmes cette expérience, vous leur donnerez l'occasion de s'exercer aux techniques de mesure. Mais l'exercice peut être assez salissant et conduit souvent à un arrosage excessif qui réduit ensuite les différences entre les deux pots.

Les sacs en plastique doivent être assez rigides pour ne pas adhérer au sol lorsqu'ils sont remplis d'air. Les sacs de type Ziploc sont les plus faciles à utiliser car il est possible de remonter la fermeture de façon à ajuster le sac autour du pot. Les sacs de congélation, moins chers, peuvent être maintenus sur les pots avec des élastiques. Il faudra probablement faire appel à deux élèves pour cette opération, pour garantir une meilleure étanchéité de l'installation.

Hygiène et sécurité

Dites aux élèves de ne rien mettre à la bouche, y compris leurs doigts.

Vérifiez qu'il y a du matériel disponible pour éponger d'éventuels débordements.

Les élèves devraient se laver les mains après avoir manipulé de la terre.

Exercice

1. Introduisez l'activité en vous référant aux activités précédentes qui ont permis de modéliser efficacement le cycle de l'eau, au-dessus de l'eau. Dans cette activité, nous allons étudier le cycle de l'eau au-dessus de la terre : la terre nue et la terre avec des végétaux.
2. Demandez aux élèves de suivre les instructions de la fiche d'activité n°4. Une fois de plus, la durée de l'activité dépend de chaque situation, mais si les pots sont placés dans un endroit chaud et ensoleillé (à l'intérieur ou à l'extérieur) et que le sol

est assez humide, des observations à intervalles de 20 à 30 minutes devraient suffire pour observer la condensation et la différence entre les deux pots.

3. Lorsque les élèves ont recueilli leurs résultats, discutez des réponses aux questions posées à la fin de la fiche d'activité.

Vous pouvez vérifier que les élèves sont bien conscients que l'eau provient de la terre en leur demandant ce qu'il se passerait si l'on utilisait des cailloux dans un troisième gobelet.

Si l'emploi du temps le permet, ils peuvent faire cet essai, ou le réaliser à la maison, en utilisant la méthode alternative décrite ci-dessous.

4. Encouragez les élèves à appliquer ce qu'ils ont appris en discutant en groupes des effets que la déforestation et/ou l'urbanisation croissante pourraient avoir sur le cycle de l'eau.

Méthode alternative

Cette autre méthode consiste à utiliser un verre (ou une cloche fabriquée à partir de la moitié inférieure d'une bouteille en plastique de deux litres) placé sur le sol à l'extérieur, directement au-dessus de l'herbe, de plantes à grandes feuilles, du sol nu et du béton.



Figure 5: La méthode alternative utilisée lors d'une journée ensoleillée après une nuit de pluie : installation (à gauche) et résultats (à droite) après trois heures (Source : ESA CCI)

Réponses de la fiche d'activité

1. a. Les élèves devraient voir quelques gouttelettes d'eau sur les deux sacs.
b. La vapeur d'eau contenue dans l'air piégé dans le sac s'est condensée sur le plastique. Une partie/la majorité de cette eau se trouvait à l'origine dans la terre.
2. a. Il devrait y avoir plus d'eau ou/et les gouttelettes devraient commencer à se former plus tôt sur le sac au-dessus de la plante.
b. Dans les deux pots, l'eau de la terre s'est évaporée dans l'air. La plante absorbe l'eau par ses racines et la rejette dans l'air à travers ses feuilles. Cela signifie qu'une plus grande quantité d'eau est transportée de la terre vers l'air au-dessus du pot où se trouve la plante.

Activité 5 : L'EAU DANS LE SOL

Dans cette activité, les élèves effectuent des travaux pratiques et des calculs pour déterminer la quantité d'eau que le sol peut retenir.

Matériel

- Un pot avec des trous à sa base et rempli de terre pour chaque groupe - vous pouvez utiliser une grosse aiguille pour trouser le fond d'un gobelet en papier ou utiliser un pot de fleurs avec de la gaze pour rendre les trous plus petits, par exemple
- Un petit bac ou un plat destiné à recevoir le pot ; un modèle avec des coins ou un rebord sera plus facile à utiliser qu'une soucoupe
- Une éprouvette ou un verre gradué pouvant mesurer 25 cm³ et 50 cm³ pour chaque groupe
- Une carafe ou un béccher d'eau pour chaque groupe
- Un minuteur ou un chronomètre par groupe.
- Une copie de la fiche d'activité n°5 (2 pages) pour chaque élève, plus quelques copies de réserve - les deux faces séparées plutôt que recto-verso si vous voulez.
- Des pots vides identiques à ceux remplis de terre (facultatif).
- Des serviettes pour les mains et pour éponger tout éventuel débordement

Préparation

Nous vous suggérons de préparer les pots à l'avance, mais les élèves peuvent le faire eux-mêmes si vous avez le temps. Assurez-vous que la terre est raisonnablement bien tassée mais pas compacte : l'ajout d'eau ne doit pas entraîner d'abaissement notable de son niveau dans le contenant. N'importe quelle terre convient, mais il peut être intéressant d'en étudier différents types si vous en avez à votre disposition.

Notez le volume de terre que vous utilisez dans chaque contenant, si vous ne demandez pas aux élèves de le mesurer (voir ci-dessous).

Hygiène et sécurité

Dites aux élèves de ne rien mettre à la bouche, y compris leurs doigts.

Vérifiez qu'il y a du matériel disponible pour éponger d'éventuels débordements.

Les élèves devraient se laver les mains après avoir manipulé de la terre.

Exercice

1. Commencez par interroger les élèves sur l'eau contenue dans le sol. Qu'ont-ils constaté au cours des activités précédentes ? Pourquoi l'eau présente dans le sol est-elle importante ? Expliquez-leur qu'ils vont mesurer la quantité d'eau que la terre peut retenir.
2. Demandez aux élèves de réaliser l'étape 1 telle que décrite sur la fiche d'activité n° 5.1. Vous pouvez leur expliquer les instructions avant le début de l'activité. En fonction du matériel utilisé, il peut être utile de leur rappeler que 1 cm³ = 1 ml.

3. Entre les étapes 1 et 2, vous pouvez faire une ou plusieurs des activités suivantes en fonction de l'âge, du niveau des élèves et des ressources :
 - Demandez aux élèves de mesurer le volume d'un pot vide.
 - Aidez-les à convertir leur mesure en volume d'eau.
 - Dans leur groupe, via une discussion en classe, évaluez le travail qu'ils ont effectué jusque-là. Y a-t-il eu des difficultés ? Si les choses ne se sont pas déroulées comme prévu, est-ce important ?
 - Faites un schéma pour représenter ce qu'ils pensent voir s'ils utilisent une loupe pour observer (a) la terre sèche, (b) la terre après avoir ajouté un peu d'eau et (c) la terre une fois que l'eau a commencé à sortir.
4. Demandez aux élèves de réaliser l'étape 2, puis de passer à d'autres activités avant de faire leurs mesures finales (étape 3) et d'effectuer les calculs sur la fiche d'activité n° 5.2.
5. Comparez les résultats de toute la classe, en discutant des similitudes et des différences. Faites le lien avec l'importance de la contribution des sols au cycle de l'eau et leur capacité à réagir aux changements de ce cycle (ce point sera développé dans l'activité 6). Vous pouvez aussi parler de la façon dont nous modifions les sols (en utilisant des paillis, du compost, du sable, etc.) pour qu'ils retiennent plus ou moins d'eau afin de convenir à différentes plantes ou utilisations.

Résultats et réponses de la fiche d'activité

La terre

Quel type de terre ?	provenant du terrain de l'école
Quelle quantité de terre se trouve dans le pot ?	750 cm ³

L'eau entrée

Nombre de doses d'eau de 25 cm ³	
Quantité d'eau ajoutée à l'étape 1	8 × 25 cm ³ = 200 cm ³
Quantité totale d'eau ajoutée à la terre	200 cm ³ + 50 cm ³ = 250 cm ³

L'eau sortie

Quantité d'eau dans le bac après un quart d'heure	Environ 3 cm ³
Quantité d'eau dans le bac après plusieurs heures	72 cm ³
Quantité totale d'eau qui provient de la terre	3 cm ³ + 72 cm ³ = 75 cm ³

Eau restée dans la terre : $250 \text{ cm}^3 - 75 \text{ cm}^3 = 175 \text{ cm}^3$

Centimètres cubes d'eau par centimètre cube de terre : $175 \text{ cm}^3 \div 750 \text{ cm}^3 = 0,23$ (bien que les données sur l'humidité du sol dans l'activité suivante soient données en m³/ m³, il s'agit bien de la même unité puisque les deux sont des rapports entre volumes).

Les réponses à la question finale seront variables.

Si tous les groupes ont utilisé une terre similaire, ils devraient obtenir des réponses similaires, mais il peut y avoir quelques variations. La plupart des sols sont un mélange de plusieurs composants qui absorbent différentes quantités d'eau ; par exemple, un prélèvement effectué à l'école peut contenir plus de matériel végétal qu'un autre.

Si les groupes ont utilisé différents types de terre, les réponses varieront. Le sable ou les sols sablonneux (grosses particules) retiennent moins d'eau que les sols argileux (particules plus fines). Vous pouvez demander aux élèves les plus aptes de faire un schéma pour expliquer ce phénomène.

Activité 6 : MESURER L'HUMIDITÉ DES SOLS DEPUIS L'ESPACE

Dans cette activité, les élèves utilisent l'application en ligne Climate from Space pour examiner les mesures par satellite de l'humidité des sols à travers le monde dans le temps, et étudier les causes et les effets des variations de la quantité d'eau dans le sol. Ils s'en servent comme point de départ pour mener leurs propres recherches, individuellement ou en groupe.

Matériel

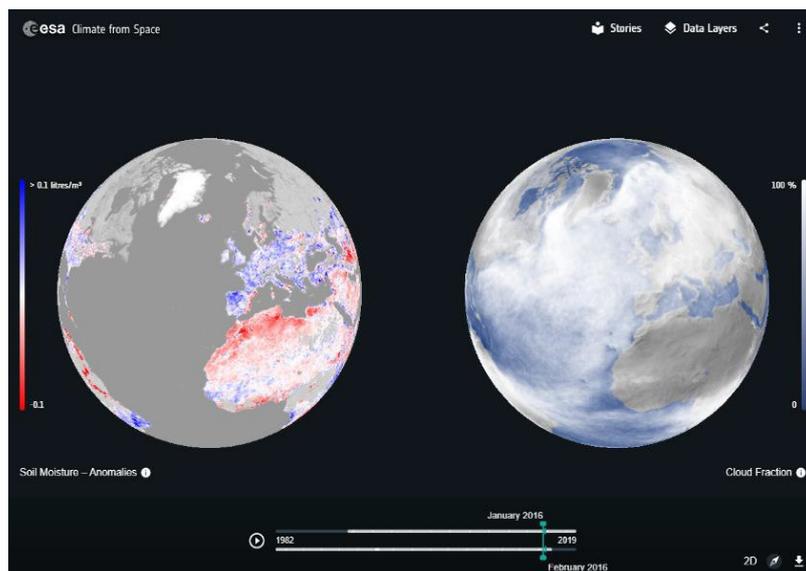
- Accès Internet
- Application en ligne Climate from Space
- Fiche d'activité n°6 de l'élève (2 pages)
- Un logiciel de présentation tel que PowerPoint (facultatif)
- Le matériel nécessaire à la réalisation d'un poster (facultatif)

Exercice

1. Discutez des problèmes que l'on pourrait rencontrer si l'on voulait mesurer l'eau contenue dans le sol à travers le monde. Amenez les élèves à réfléchir au fait qu'il faudrait creuser et extraire de grandes quantités de terre en de nombreux lieux différents. Il faudrait aussi effectuer des mesures répétées pour observer les changements au fil du temps.
Expliquez que des caméras spéciales, installées à bord de satellites en orbite autour de la Terre, peuvent prendre des images qui permettent de déterminer la quantité d'eau contenue dans le sol sans avoir à le creuser. Vous pouvez ajouter que les scientifiques continuent d'effectuer des mesures sur Terre afin de vérifier le bon fonctionnement des instruments du satellite et d'analyser et interpréter les mesures.
2. Demandez aux élèves d'ouvrir l'application web Climate from Space et de consulter la couche de données sur l'humidité des sols. Laissez-leur un peu de temps pour découvrir le site. L'application est relativement explicite, mais vous pouvez afficher la couche de données dont ils ont besoin et/ou faire une démonstration des commandes.
3. Indiquez les couleurs de la visualisation : le bleu correspond à des sols humides, le marron à des sols secs, les jaunes et bleus pâles à des sols intermédiaires. (Il est plus important pour eux de comprendre les couleurs que les chiffres). Les unités sont un rapport volume/volume, vous pouvez donc demander aux élèves qui ont réalisé l'activité précédente de se reporter à leurs résultats.
Expliquez qu'il existe des lacunes dans les données (là où le fond de carte gris apparaît) correspondant à des moments et à des endroits où le satellite n'a pas pu effectuer de mesures. Dans bien des cas, c'est parce qu'il y avait beaucoup de nuages ce mois-là et que le satellite ne pouvait pas « voir » le sol.
4. Les élèves peuvent ensuite utiliser les informations tirées de Climate from Space pour répondre aux questions de la fiche d'activité n°5.1.
 - Les élèves devront peut-être consulter une carte ou un atlas en ligne pour identifier/nommer les endroits où le taux d'humidité est élevé ou faible.
 - Certains auront peut-être besoin d'aide pour localiser l'Inde afin de répondre à la question 3.
 - Ils devront s'appuyer sur leurs connaissances du cycle de l'eau pour répondre à la question 4.

- La question 5 est plus délicate et vous souhaiterez peut-être en dispenser certains élèves. Elle nécessite une certaine connaissance de la localisation des régions montagneuses, des forêts tropicales ou/et des glaciers. Vous pourrez aider les élèves en les guidant (voir les réponses de la feuille d'activité, ci-dessous) et/ou en discutant des réponses possibles avec la classe.
5. Demandez à la classe quelle quantité d'eau doit être présente dans le sol pour que les plantes poussent bien. Orientez la discussion vers la réponse « cela dépend de la plante » en évoquant, par exemple, les cactus et les roseaux.
Faites le lien avec l'idée qu'il peut être plus utile de savoir dans quelle mesure le sol est plus sec (ou plus humide) que d'habitude, que de connaître la quantité d'eau dans le sol.
 6. Demandez aux élèves de consulter la couche de données sur les anomalies d'humidité du sol et vérifiez qu'ils comprennent comment l'échelle de couleurs indique si le sol est plus sec ou plus humide que d'habitude. (Une fois de plus, il n'est pas nécessaire qu'ils connaissent la signification des chiffres, mais vous pouvez en discuter avec les élèves plus âgés ou plus aptes).
 7. Demandez aux élèves de répondre aux questions de la fiche d'activité n° 5.2.
 8. Montrez aux élèves comment comparer les données sur les anomalies d'humidité du sol avec les informations d'une autre couche de données, comme le montre la figure 6, et discutez des ensembles de données qui pourraient être liés à l'humidité du sol (ceux sur les nuages, la neige et les incendies sont disponibles au moment de la rédaction du document, et celui sur la température de la surface terrestre le sera ultérieurement).
 9. Demandez aux élèves d'utiliser l'application Climate from Space ou/et Internet pour effectuer d'autres recherches. Vous trouverez quelques suggestions à la fin de la fiche d'activité n° 5.2. Vous pouvez attribuer des questions à des élèves ou des groupes d'élèves, ou permettre aux élèves les plus enthousiastes ou les plus aptes de choisir leurs propres questions. Le travail de recherche peut être effectué en classe ou comme devoir à la maison.
 10. Vous pouvez proposer une approche supplémentaire à certains élèves, par exemple en leur demandant d'enquêter sur un événement particulier ou en leur fournissant une liste de mots-clés.
 11. Invitez les élèves à présenter leurs résultats au reste de la classe de manière concise, par ex. sous la forme d'un petit poster ou d'une présentation d'une minute avec seulement trois diapos. Ces résultats pourraient être utilisés pour évaluer leur compréhension du sujet dans son ensemble.

Figure 6. Comparer l'anomalie de l'humidité du sol et les nuages dans l'application Climate from Space (Source: ESA CCI)



Réponses de la fiche d'activité

Des points clés ou des exemples sont fournis pour les questions ouvertes.

Dans quelle mesure la quantité d'eau présente dans le sol varie-t-elle à travers le monde ?

1. Parmi les lieux où l'humidité du sol est d'environ $0,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$, on trouve le Brésil en juillet 1980, l'Irlande du Nord en septembre 1994 et la Chine en avril 2006.
2. Parmi les lieux où l'humidité du sol est d'environ $0 \text{ m}^3/\text{m}^3$, on trouve certaines parties de la Californie en décembre 1980, certaines parties du Sahara en juin 2001 et le centre de l'Australie en décembre 2019.
3. a. septembre - décembre.
b. avril - juin.
4. a. Pluie abondante, proximité d'une rivière, fonte de la neige/glace, *etc.*
b. Temps chaud, vent fort, personnes utilisant de l'eau souterraine, *etc.*
5. Les forêts d'Amazonie ou d'Afrique centrale, parce que le capteur ne « voit » pas à travers les arbres ; les régions polaires, parce que le sol est toujours gelé ; l'Himalaya ou les Alpes, parce que les sommets des montagnes sont des rochers nus (ou couverts de glace/neige).

Comment la quantité d'eau présente dans le sol varie-t-elle d'une année à l'autre ?

1. La réponse dépendra de la réponse de l'élève à la question précédente...
b. ... et cette réponse dépendra à son tour de la réponse à la partie a. Si le lieu est plus humide que d'habitude, il peut s'agir d'une inondation ; s'il est comme d'habitude, il peut s'agir de la saison des pluies/d'une période pluvieuse de l'année ; s'il est plus sec que d'habitude mais encore très humide (ce qui est peu probable si les élèves ont choisi un lieu où l'humidité du sol est de $0,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$), il s'agit probablement de marécages ou de tourbières la plupart du temps.
2. a. Là encore, la réponse dépendra de la réponse à la question précédente ...
b. ... et cette réponse s'ensuivra. Si le lieu est plus humide que d'habitude (ce qui est peu probable si les élèves ont choisi un lieu où l'humidité du sol est de $0 \text{ m}^3/\text{m}^3$), il s'agit probablement d'un désert ; si la température est la même que d'habitude, il peut s'agir de la saison sèche / d'une période sèche de l'année ; s'il est plus sec que d'habitude, il peut s'agir d'une sécheresse.
3. a. Conditions de sécheresse. Les plantes ne poussent pas sans irrigation, la terre risque de s'envoler avec le vent, les feux de friches sont favorisés par l'assèchement de la végétation, *etc.*
b. Sols gorgés d'eau ou inondations. Ces conditions perturbent les transports, détruisent les habitations, *etc.* Il peut y avoir des glissements de terrain. Les élèves ne savent peut-être pas qu'un sol gorgé d'eau - même s'il n'y a pas d'inondation - est également problématique pour les plantes car il empêche les racines de se développer et peut les faire pourrir.

Pour en savoir plus

Les élèves peuvent se servir des questions proposées dans différentes directions ou développer leurs propres questions de recherche. Les remarques ci-dessous comprennent quelques éléments clés et offrent un point de départ aux élèves qui sont bloqués par l'une des questions proposées.

- Voyez si vous pouvez trouver des preuves pour étayer vos idées de la question 4 de la fiche d'activité n° 5.1 ou de l'une des questions de cette page.
Les élèves peuvent aussi utiliser l'option de comparaison dans la liste des couches de données pour ouvrir un autre jeu de données pertinent à côté des données sur l'humidité du sol ou les anomalies d'humidité du sol. En fonction de l'idée et/ou du lieu qu'ils étudient, ils peuvent se pencher sur les nuages, la température de la surface terrestre (dès qu'elle sera disponible), la neige, la couverture terrestre ou le pergélisol. Ils pourraient aussi utiliser des cartes en ligne et/ou un site qui fournit des données météorologiques moyennes mensuelles par lieu (par ex. <https://www.timeanddate.com>).
- Recherchez des articles sur des épisodes de sécheresse ou d'inondation et voyez ce que l'application en ligne vous montre sur cette période et ce lieu. Wikipédia répertorie des épisodes majeurs d'inondation et de sécheresse qui peuvent constituer un bon point de départ - consultez la liste, l'article correspondant, puis les sources de l'article pour obtenir un document d'actualité approprié. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_floods#1990%E2%80%932000
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_droughts
- Renseignez-vous sur les satellites qui permettent de mesurer l'humidité des sols. Quelques satellites et instruments pertinents sont présentés ci-dessous.

<i>Satellite</i>	<i>Instrument</i>
MetOp-A	ASCAT
MetOp-B	ASCAT
SMOS	MIRAS
GCOM	AMSR2
Aqua	AMSR-e

Fiche d'activité n° 1 : LE CYCLE DE L'EAU AUJOURD'HUI ET DEMAIN

Pourquoi l'eau est-elle importante ?

1. À quels usages utilisons-nous l'eau ?
Écris ci-dessous le maximum d'éléments de réponse qui te viennent à l'esprit.

Le cycle de l'eau

Lis ou écoute l'histoire de Stéphane le flocon de neige.

2. Dessine un schéma en toile d'araignée ou un nuage de mots sur le cycle de l'eau. Pense à y inclure les mots scientifiques de l'histoire.

3. Utilise ces notes et ces idées pour faire un grand schéma du cycle de l'eau sur une nouvelle feuille de papier. Ton schéma devra indiquer :
 - les endroits où l'on trouve de l'eau
 - l'état dans lequel se trouve l'eau à chaque endroit
 - qui utilise cette eau et dans quels buts
 - où et comment l'eau change d'état.

Modifier le cycle de l'eau

Utilise ton schéma du cycle de l'eau pour débattre de ces questions avec ton groupe.

4. Comment le cycle de l'eau pourrait-il être modifié si la planète se réchauffe ?
5. Comment ces changements nous affecteraient-ils ?

Fiche d'activité n° 2 : ÉTUDIER L'ÉVAPORATION

Ce dont tu as besoin

- 3 gobelets
- 3 étiquettes adhésives ou un marqueur
- De l'eau
- Une règle
- Une horloge

Hygiène et sécurité

- Éponge rapidement tout débordement.
- Lorsque tu remplis un gobelet ou un bac, ne le remplis pas à ras bord afin de pouvoir le transporter sans renverser de l'eau.

Ce que tu dois faire

1. Mets une étiquette sur tes trois gobelets avec le nom de ton groupe.
2. Verse un peu d'eau dans chaque gobelet. Essaie de mettre la même quantité dans chacun.
3. Mesure la hauteur de l'eau dans chaque gobelet à l'aide d'une règle. Note tes mesures sur le tableau ainsi que la date et l'heure.
4. Dépose un de tes gobelets dans un lieu ensoleillé, un autre dans un lieu ombragé/à l'abri de la lumière et le troisième dans l'obscurité.
5. De temps en temps (ton professeur te dira à quelle fréquence), mesure la hauteur de l'eau dans chaque gobelet et inscris-la dans le tableau.

Résultats

Jour	Heure	Durée depuis le début	Hauteur de l'eau en cm		
			Gobelet au soleil	Gobelet à l'abri de la lumière	Gobelet dans l'obscurité

Tu peux aussi faire un graphique pour représenter tes résultats.

Discussion

1. Que s'est-il passé en ce qui concerne la hauteur de l'eau dans les trois gobelets ?
N'oublie pas de dire ce qui est **identique** et ce qui est **différent**.

2. Qu'est-il arrivé à l'eau qui a disparu ?
Si possible, utilise la notion de particules dans ta réponse.

3. D'après tes résultats, que se passe-t-il dans le cycle de l'eau :

a. un jour ensoleillé _____

b. un jour nuageux _____

4. Les gobelets se trouvaient dans des lieux où la luminosité était différente (du moins pendant la journée).

a. Quels autres éléments ont pu varier entre ces trois endroits ?

b. Comment cela a-t-il pu avoir une influence sur ce qui est arrivé à l'eau ? Essaie de donner un exemple pour illustrer ton (tes) idée(s).

c. Comment pourrais-tu vérifier ton (tes) idée(s) ?

Fiche d'activité n° 3 : EXPLORER LA CONDENSATION

Ce dont tu as besoin

- Une bouteille avec un couvercle
- Une étiquette adhésive ou un marqueur
- Un entonnoir
- De l'eau colorée
- Une horloge ou un minuteur

Tu peux aussi utiliser

- Un appareil photo

Hygiène et sécurité

- Verse soigneusement l'eau colorée pour éviter de tacher ta peau ou autre chose.
- Éponge rapidement tout débordement.
- Ne goûte rien. Ne mets pas tes mains dans ta bouche.

Ce que tu dois faire

1. Mets une étiquette sur la bouteille avec le nom de ton groupe.
Écris le nom ou colle l'étiquette en bas de la bouteille.
2. À l'aide de l'entonnoir, verse doucement un peu d'eau colorée dans ta bouteille. Il faut atteindre une hauteur d'environ 1 cm.
Veille à ne pas projeter de gouttes plus haut sur la paroi de la bouteille.
3. Place le couvercle sur la bouteille.
4. Amène délicatement la bouteille dans un endroit où l'eau s'évaporerait assez vite.
Souviens-toi que nous ne voulons pas projeter de gouttes plus haut sur la paroi de la bouteille.
5. De temps en temps (ton professeur dira à quelle fréquence), observe attentivement la partie supérieure de la bouteille.

Résultats

Chaque fois que tu regardes la bouteille, note l'heure et ce que tu vois en haut de la bouteille. Les questions clés de l'encadré ci-dessous t'aideront à scruter de plus près.

Tu peux faire un tableau et noter ou dessiner ce que tu vois, ou prendre des photos pour les mettre dans un document ou une présentation.

Questions clés

1. Quelque chose s'est-il déjà produit ?
2. Y a-t-il de la brume ou du brouillard ?
Est-ce sur la paroi de la bouteille, au milieu ou les deux ?
3. Y a-t-il des gouttelettes sur la paroi de la bouteille ?
 - De quelle taille sont-elles ?
 - De quelle forme ?
 - De quelle couleur ?
 - Combien ?
 - Se déplacent-elles ?
 - Comment ?

Discussion

Quelle est la chose la plus intéressante ou la plus surprenante que tu as remarquée en observant de près ?

Fiche d'activité n° 4 : LES PLANTES, LE SOL ET LE CYCLE DE L'EAU

Ce dont tu as besoin

- Une plante dans un pot
- Un pot de terre sans plante
- 2 étiquettes adhésives ou un marqueur
- 2 sacs plastique transparents
- De l'eau
- Une horloge ou un minuteur

Hygiène et sécurité

- Nettoie rapidement tout débordement.
- Ne goûte rien. Ne mets pas tes mains dans ta bouche.
- Lave-toi les mains après avoir installé ton matériel et à nouveau après avoir nettoyé.

Ce que tu dois faire

1. Mets une étiquette sur tes pots avec le nom de ton groupe.
2. Secoue les sacs en plastique pour laisser entrer de l'air.
3. Fixe un sac plastique au-dessus de chaque pot de façon à le faire tenir droit.
4. Installe les pots dans un lieu ensoleillé.
5. De temps en temps (ton professeur te dira à quelle fréquence), regarde attentivement les sacs en plastique. Utilise le tableau ci-dessous pour noter ce que tu vois.

Résultats

Heure	Ce que nous avons vu sur les sacs en plastique	
	Une plante et de la terre	Uniquement de la terre

Discussion

1. a. Que voyais tu sur le sac en plastique au-dessus des deux pots ? _____
 b. Pourquoi cela s'est-il produit ? _____

2. a. Quelle était la différence entre les deux pots ? _____

 b. Pourquoi y avait-il une différence ? _____

Fiche d'activité n° 5 : L'EAU DANS LE SOL

Ce dont tu as besoin

- De la terre dans un pot dont le fond est troué.
- Un bac
- Un verre ou une éprouvette gradué(e)
- De l'eau
- Un minuteur ou un chronomètre

Hygiène et sécurité

- Nettoie rapidement tout débordement.
- Ne goûte rien.
Ne mets pas tes mains dans ta bouche.
- Lave-toi les mains à la fin de chaque étape.

Ce que tu dois faire

Étape 1

1. Dispose le pot de terre sur le bac.
2. Mesure 25 cm³ d'eau.
3. Verse l'eau sur la terre (attention aux projections) et démarre le minuteur.
4. Mesure à nouveau 25 cm³ d'eau.
5. Au bout d'une minute, regarde si de l'eau est sortie par les trous du pot et se trouve dans le bac.
6. S'il n'y a pas d'eau dans le bac, reviens au point 3. Note combien de fois tu effectues cette opération.
7. S'il y a de l'eau dans le bac, il est temps d'arrêter d'ajouter de l'eau pour le moment. Calcule la quantité d'eau que tu as ajoutée à cette étape.

Étape 2

À faire environ 15 minutes après la fin de l'étape 1.

1. Mesure la quantité d'eau qui est dans le bac. N'oublie pas de noter cette mesure.
2. Remets le pot de terre dans le bac.
3. Mesure 50 cm³ d'eau.
4. Verse l'eau sur la terre. Vas-y doucement pour éviter les projections.
5. Calcule la quantité totale d'eau que tu as ajoutée.

Étape 3

À faire quelques heures après la fin de l'étape 2.

1. Mesure la quantité d'eau qui est dans le bac.
2. Note la valeur relevée.
Calcule la quantité totale d'eau qui est sortie de la terre.

Résultats

Pense à montrer comment tu as procédé pour le calcul.

La terre

Quel type de terre utilise-t-on ?	
Quelle quantité de terre y a-t-il dans le pot ?	

L'eau entrée

Nombre de fois où on a ajouté 25 cm ³ d'eau à la terre (utilise des marques de comptage telles que IIII)	
Quantité d'eau ajoutée à l'étape 1	
Quantité totale d'eau ajoutée à la terre (étape 1 et étape 2)	

L'eau sortie

Quantité d'eau dans le bac après un quart d'heure (étape 2)	
Quantité d'eau dans le bac après plusieurs heures (étape 3)	
Quantité totale d'eau qui est sortie de la terre (étape 2 et étape 3)	

Quelle quantité d'eau y a-t-il dans la terre ?

Détermine la quantité d'eau qui est restée dans la terre.

Calcule à présent combien de centimètres cubes d'eau il y a dans chaque centimètre cube de terre.

Compare tes résultats avec ceux d'un autre groupe. Sont-ils similaires ?

Pourquoi ? _____

Fiche d'activité n° 6 : MESURER L'HUMIDITÉ DES SOLS DEPUIS L'ESPACE

Ouvre l'application web Climate from Space (cfs.climate.esa.int).

Clique sur le symbole **Couches de données** (en haut à droite) puis sélectionne **Soil Moisture** dans la liste.

Assure-toi de bien comprendre les couleurs et le fonctionnement des commandes à l'écran pour regarder plus en détail des lieux ou des périodes spécifiques.

Dans quelle mesure la quantité d'eau présente dans le sol varie-t-elle à travers le monde ?

La quantité d'eau dans le sol est différente selon les endroits et change avec le temps.

1. Déplace-toi sur le globe et utilise le curseur sur la ligne de temps pour voir différentes dates et différents lieux.

Trouve un lieu et une date où il y avait beaucoup d'eau dans le sol (une valeur élevée d'humidité du sol).

Date _____

Lieu _____

Humidité estimée du sol _____ m³/m³

2. Cherche à présent un lieu et une date où le sol ne contenait pas beaucoup d'eau

Date _____

Lieu _____

Humidité estimée du sol _____ m³/m³

3. Fais un zoom sur l'Inde.

Appuie sur le bouton de lecture et regarde les données changer.

Reste attentif à la ligne de temps et aux couleurs.

a. Cite un mois où le sol indien est souvent très humide. _____

b. Cite un mois où le sol indien est souvent très sec. _____

4. Qu'est-ce qui pourrait rendre le sol d'un lieu particulier :

a. très humide? _____

b. très sec ? _____

5. L'application web fait apparaître en gris sur la carte les endroits où le satellite n'a pas pu mesurer la quantité d'eau contenue dans le sol ce mois-là.

Trouve un endroit où le satellite ne peut **jamais** mesurer l'humidité du sol.

Pourquoi penses-tu qu'il ne peut pas obtenir de mesure à cet endroit ?

Comment la quantité d'eau dans le sol varie-t-elle d'une année à l'autre ?

Clique sur le symbole **Couches de données** de l'application web Climate from Space.

Cette fois, sélectionne **Soil Moisture - Anomalies** dans la liste.

La carte montre la teneur en eau du sol par rapport à la valeur habituelle pour cette période de l'année. Les nuances de bleu indiquent que le sol est plus humide que d'habitude, les nuances de rouge indiquent que le sol est plus sec que d'habitude. Plus la couleur est sombre, plus cette différence est importante.

1. Fais bouger le globe et la ligne du temps jusqu'à l'endroit où tu as trouvé beaucoup d'eau dans le sol (question 1 de la fiche de travail n° 5.1).

a. Le sol était-il plus humide, plus sec ou identique à d'habitude ? _____

b. Quelles informations supplémentaires ou idées cela te donne-t-il (le cas échéant) ? _

2. Reviens maintenant à l'endroit et à la date où tu as trouvé qu'il y avait très peu d'eau dans le sol.

a. Le sol était-il plus humide, plus sec ou identique à d'habitude ? _____

b. Quelles informations supplémentaires ou idées cela te donne-t-il (le cas échéant) ? _

3. Que pourrait-il se passer dans un endroit si le sol est :

a. beaucoup plus sec que d'habitude ? _____

b. beaucoup plus humide que d'habitude ? _____

Pour en savoir plus

Fais des recherches sur l'eau dans le sol avec Internet et l'application web. Tu peux :

- essayer de trouver des preuves pour soutenir tes idées sur la question 4 de la fiche d'activité n° 5.1 ou de l'une des questions de cette page ;
- rechercher des articles de presse sur des sécheresses ou des inondations et voir ce que l'application web montre sur les dates et les lieux correspondants ;
- te renseigner sur un satellite qui mesure l'eau dans le sol.

Prépare-toi à présenter tes résultats aux autres élèves de la classe.

Fiche d'information n° 1 : LE CYCLE DE L'EAU AUJOURD'HUI ET DEMAIN

Stéphane le flocon de neige

Au sommet d'un glacier de l'Himalaya se trouve Stéphane, un petit flocon de neige. Depuis là-haut, il peut voir au loin et regarder les fermiers au travail dans leurs champs, les troupeaux de bovins et de chevaux en mouvement, et les rivières qui se jettent dans la mer. Cela éveille sa curiosité, il a envie de se rendre là-bas. Par chance, il n'a pas à attendre longtemps pour voir son rêve se réaliser.



Un glacier de l'Himalaya, vu de l'espace (Source : Contient des données Copernicus Sentinel modifiées (2018), traitées par l'ESA)

La gravité l'entraîne lentement, lui et le reste du glacier, jusqu'à ce qu'il se retrouve à mi-hauteur de la montagne. Il fait plus chaud ici, et il ressent quelque chose d'étrange qui se produit en lui : il rétrécit, et ses contours s'émeussent. Stéphane est en train de **fondre** et de se transformer en goutte d'eau. Mais il constate qu'il n'est pas le seul. Avec ses amis, il continue à descendre de la montagne.

Ils forment un petit ruisseau et se joignent à d'autres petits ruisseaux. De nombreux ruisseaux se rejoignent jusqu'à devenir un puissant fleuve : l'Indus.

Une partie de ses amis s'infiltrent dans le sol près de la rivière, où les racines des plantes absorbent une partie de l'eau. Elles utilisent cette eau pour leur croissance avant de la rejeter dans le ciel sous forme de vapeur d'eau (comme tu le fais lorsque tu expires). Le reste de ses amis s'enfoncent plus profondément dans le sol et la roche, et sont réunis sous terre.

Stéphane dérive dans l'Indus pendant des semaines. Il traverse la Chine, l'Inde et le Pakistan et atteint bientôt la mer d'Oman à des centaines de kilomètres de l'Himalaya. Il fait encore plus chaud ici, si chaud qu'il doit dire au revoir à ses amis et commence à flotter dans le ciel... Il **s'évapore** !

Mais à mesure qu'il monte, l'air devient de plus en plus froid. Il retrouve ses nouveaux amis de la mer d'Oman et ses anciens amis qui ont transité par les plantes, dans le sol. Ils se **condensent** en de minuscules gouttelettes flottant dans l'air. Ils voyagent dans le ciel avec plein d'autres gouttelettes et forment un nuage.

Le vent pousse le nuage vers l'Himalaya. En passant au-dessus des montagnes, les gouttelettes d'eau deviennent de plus en plus lourdes et si grosses qu'elles retombent sur la terre. Stéphane **gèle** et redevient un flocon de neige : il est prêt à recommencer son voyage.

Observer le cycle de l'eau

Le voyage de Stéphane décrit le cycle de l'eau. L'eau est une ressource essentielle à la vie sur Terre. Sans elle, les plantes ne peuvent pas pousser, les hommes n'ont pas d'eau douce à boire, les agriculteurs et les usines ne peuvent pas produire de nourriture et de biens.

L'eau dans tous ses **états** – **gazeux** dans l'air, **liquide** dans les nuages, les rivières ou le sol, et **solide** dans la neige ou la glace – a un impact sur notre climat, d'où l'importance de savoir ce qu'il advient de l'eau pour prendre soin de la Terre.

Il existe des caméras spéciales pour la détection de l'eau sous toutes ses formes (gazeuse, liquide et solide). Embarquées à bord de satellites, elles permettent aux scientifiques de suivre l'eau partout sur Terre. Ils peuvent utiliser des images de nuages pour savoir s'il va pleuvoir ou neiger, observer comment la neige s'accumule pour former des glaciers, et voir la quantité d'eau qui s'infiltré dans le sol.

Liens

Ressources de l'ESA

Ressource en ligne « Climate from Space » <https://cfs.climate.esa.int>

Climat pour les écoles <https://climate.esa.int/fr/educate/climate-for-schools/>

Teach with space

http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3

Paxi – Le cycle de l'eau (animation)

[https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2017/10/Paxi_-_The_water_cycle/\(lang\)/fr](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2017/10/Paxi_-_The_water_cycle/(lang)/fr)

Projets spatiaux de l'ESA

Bureau du climat de l'ESA <https://climate.esa.int/fr/>

Space for our climate

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate

Missions d'observation de la Terre de l'ESA

www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth

Earth Explorers

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers

Copernicus Sentinels

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4

Suivi de la sécheresse grâce à SMOS

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/06/SMOS_monitoring_droughts#.X57vUlj7nvA.link

Informations supplémentaires

Aider à la gestion de l'eau

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Safeguarding_our_most_precious_resource_water

Vidéos « Earth from Space »

http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Earth_from_Space_programme

ESA Kids https://www.esa.int/kids/en/learn/Earth/Climate_change/Climate_change

CNES <https://enseignants-mediateurs.cnes.fr>

ESERO France esero.fr

SCO France <https://www.spaceclimateobservatory.org/fr/sco-france>