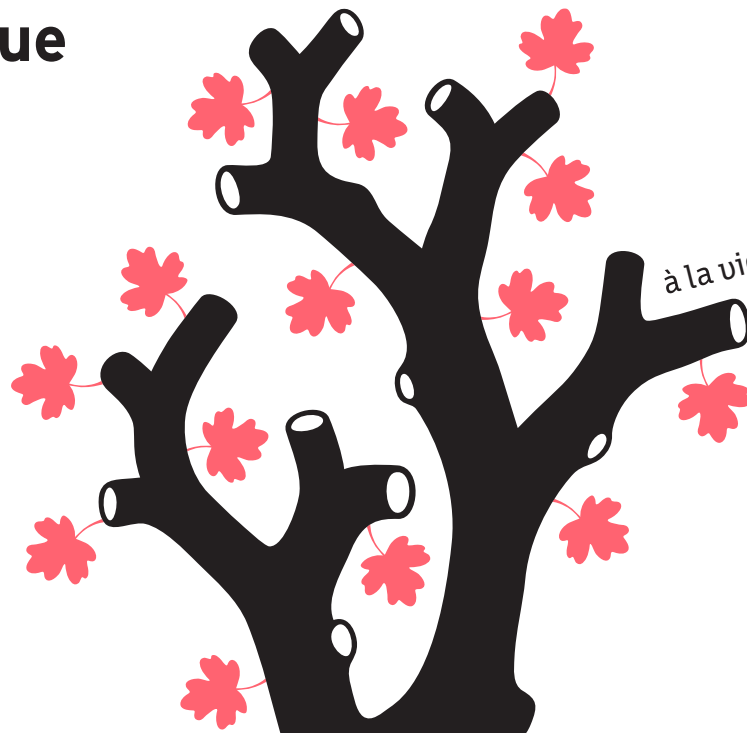
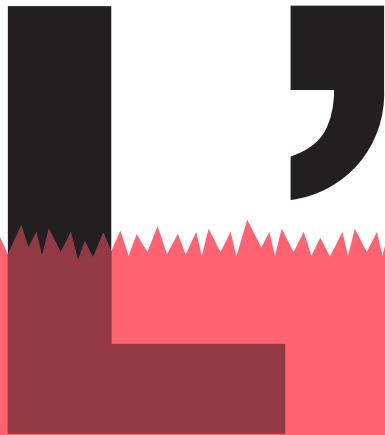


Dossier pédagogique



à la vieille branche!



Cycle 2
8 à 12 ans

De la petite graine

Ce document est le fruit d'une collaboration entre l'Espace des inventions à Lausanne et le Bioscope à Genève, deux institutions romandes actives dans la médiation scientifique et le dialogue entre scientifiques et citoyens. Il fait partie intégrante du projet « Arbres, la vie à tous les étages » proposé par les deux institutions dans le cadre du programme de promotion MINT Suisse 2017-2020. Il est plus particulièrement destiné à accompagner les activités suivantes mises sur pied dans le cadre de ce projet :

Exposition interactive « L'arbre, de la petite graine à la vieille branche » présentée à l'Espace des inventions de novembre 2018 à juin 2020
Informations et réservations : www.espace-des-inventions.ch

Ateliers scolaires « Sol (la biodiversité du sol) » et « Tous vivants » proposés par le Bioscope
Informations et réservations : www.bioscope.ch

Textes et activités :

Julien Leuenberger & Véronique Rosset

Relecture :

Emmanuelle Giacometti, Candice Yvon et Sandrine Hajdukiewicz

Graphisme et illustrations :

Thibault Gruaz & Christophe Rochat

Table des matières

Éléments théoriques	4
Activité 1: Un arbre à observer	7
Activité 2: Des graines de toutes sortes	9
Activité 3: Graine, germeras-tu ?	11
Activité 4: Comment l'eau monte-t-elle dans une plante ?	13
Activité 5: Aux origines des graines	15
Activité 6: Le destin des feuilles mortes	16
Activité 7: Dans la peau de...	17
Activité 8: Les arbres dans notre quotidien	18
Activité 9: Chlorophylle, sensible au soleil	19









Compléments

Retrouvez ce dossier pédagogique et ses ressources complémentaires en téléchargement libre ainsi que des éléments théoriques supplémentaires sur les sites internet de l'Espace des inventions et du Bioscope :

– www.espace-des-inventions.ch/arbre

– www.bioscope.ch

Pour chacune de activités proposées, vous trouverez les informations suivantes:

-  *Les objectifs*
-  *La période de l'année à laquelle peut se faire l'activité*
-  *Si l'activité se pratique à l'intérieur ou à l'extérieur*
-  *La durée approximative de l'activité*
-  *Le type d'activité*
-  *Matériel*
-  *L'essentiel à savoir*
-  *Déroulement*

1. Éléments théoriques

Définition

En forêt, dans les déserts, en montagne ou en ville, les arbres sont partout. Cependant, il n'est pas si simple de les définir. La définition d'un menuisier ne sera pas forcément identique à celle d'un botaniste ou d'un pépiniériste. La plupart des spécialistes s'accorderont néanmoins sur le fait qu'un arbre produit du bois, atteint au moins sept mètres de hauteur et peut vivre plusieurs centaines d'années.

En guise d'introduction... et de conclusion

Proposer aux participants, en utilisant uniquement un crayon gris, de dessiner un arbre. La diversité des dessins reflètera probablement la difficulté à définir un arbre, mais également la diversité des espèces existantes.

Après avoir effectué certaines des activités, proposer le même exercice et comparer.

Les arbres, des êtres vivants ?

Un arbre ne se déplace à priori pas dans son environnement, comme un être humain ou une coccinelle peut le faire. Il est néanmoins vivant, alors qu'un grain de sable ou une voiture se déplacent, mais ne sont pas vivants. Le schéma suivant présente certaines caractéristiques communes qui permettent généralement distinguer les êtres vivants du non-vivant. Si la question peut sembler évidente, dans certains cas, elle est complexe, même pour les scientifiques qui découvrent de plus en plus d'exceptions chez certains organismes.

ADN & Cellule

La cellule est l'élément de base des êtres vivants. Elle renferme l'ADN, qui contient les informations nécessaires au fonctionnement d'un être vivant.

Se nourrir*

Tout être vivant puise de l'énergie dans son environnement et élimine ses déchets.

Respirer

Tout être vivant est capable de respirer : absorber de l'oxygène et rejeter du gaz carbonique.

Grandir*

Tout être vivant grandit au fil de sa vie.

Réagir

Tout être vivant réagit selon son environnement et a des interactions avec d'autres êtres vivants.

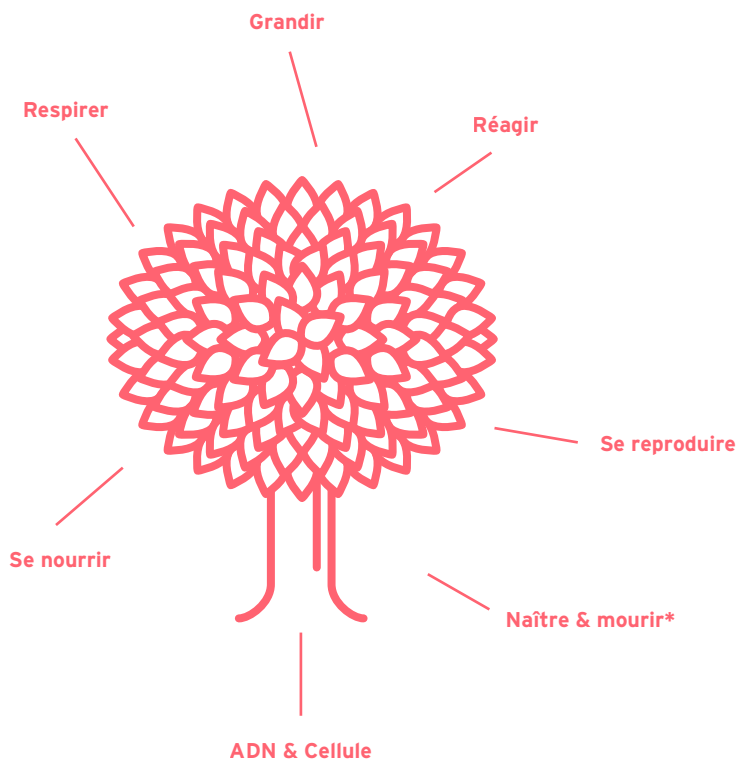
Se reproduire

Pour que son espèce survive à long-terme, un être vivant se reproduit.

Naître & mourir*

Les êtres vivants ont une durée de vie limitée.

** Caractéristiques spécifiquement abordées dans le Plan d'Etude Romand pour le cycle 2 et développées avec une activité dans le présent document.*



La diversité des arbres

Plus de 60'000 espèces d'arbres sont présentes sur Terre, dont plusieurs centaines en Suisse. Chaque espèce est différente, bien qu'elles aient des caractéristiques communes. Pour les reconnaître, il suffit généralement d'observer leur silhouette, leur feuillage, leurs fleurs, leurs fruits et graines, leur écorce ou leurs bourgeons. Ces différences morphologiques sont le reflet de modes de vie diversifiés. Certaines espèces poussent préférentiellement dans des sols argileux, d'autres ont besoin de températures chaudes et d'autres encore de précipitations importantes. Chacune s'adapte au milieu dans lequel elle vit, l'adaptation étant une des caractéristiques des êtres vivants.

Les arbres de nos forêts sont la plupart natifs d'Europe alors qu'en ville, dans les jardins et les parcs, ils peuvent venir des quatre coins du monde. Plantés par l'Homme, certains arbres sont exotiques, choisis pour leurs qualités ornementales.

De ses racines à ses feuilles, l'arbre abrite de nombreux êtres vivants pour qui il est un garde-manger, un abri ou encore un support. Certains de ces hôtes ont même des préférences prononcées envers une seule espèce d'arbre, comme le Sphinx du tilleul, un joli papillon de nuit qui affectionne particulièrement les tilleuls. Ainsi, plus il y a d'espèces d'arbres différentes, plus la biodiversité est importante dans un endroit donné.

Le chêne, roi de la biodiversité

Les chênes sont des champions de la biodiversité, ils peuvent accueillir plus de 100 espèces différentes allant des oiseaux aux chauves-souris en passant par des champignons.

Les arbres et les Hommes

Au quotidien, nous utilisons de nombreux biens, services et expériences offerts par la nature et nous prenons pour acquis qu'ils existent. Profiter de l'ombre d'un chêne dans un parc, faire un dessin sur une feuille de papier ou manger une crêpe au sirop d'érable, sont des exemples anodins, mais qui prouvent à quel point la nature tient une place essentielle dans notre vie.

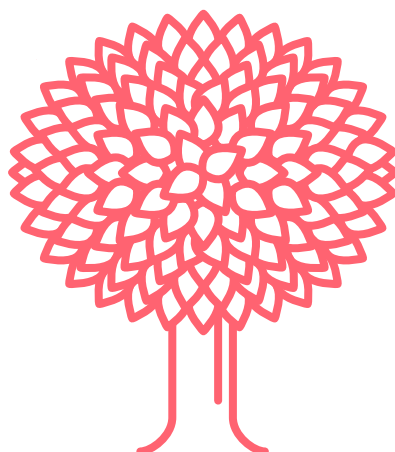
Tous ces bienfaits dont nous profitons le plus souvent gratuitement sont dénommés fonctions écosystémiques. Comme visible sur le schéma ci-après, ils incluent des fonctions d'approvisionnement en nourriture et en eau, mais également des fonctions de régulation, des fonctions de soutien assurant le bon fonctionnement de la planète et des fonctions socio-culturelles. L'arbre en particulier est un être vivant dont de nombreuses fonctions profitent à l'Homme.

Fonctions de soutien

- Formation des sols
- Photosynthèse
- Habitats pour différentes espèces

Fonctions de régulation

- Régulation de l'érosion
- Régulation de la qualité de l'air
- Régulation du climat



Fonctions d'approvisionnement

- Alimentation
- Médicaments
- Énergie
- Bois et fibres

Fonctions socio-culturelles

- Santé et relaxation
- Valeur esthétique
- Loisirs
- Valeur spirituelle

Lien avec le Plan d'Etudes Romand PER

Le présent document, destiné aux élèves du cycle 2 (8 à 12 ans) permet d'aborder l'objectif d'apprentissage MSN 28 « Déterminer des caractéristiques du monde vivant et de divers milieux et en tirer des conséquences pour la pérennité de la vie ».

En plus des objectifs MSN, ce document permet d'aborder le domaine disciplinaire des Arts A 23 AV - Expérimenter diverses techniques plastiques (activités 6, 9) et des Sciences humaines et sociales SHS21 Relations activités humaines et organisation de l'espace (activités 7, 8). L'activité 7, permet de valoriser spécifiquement le domaine des capacités transversales et de la formation générale FG 26-27 Interdépendances.

Objectif	Composante	Activités								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
MSN 28	Démarche scientifique	×		×	×	×				
MSN 28	Le vivant : unité et diversité	×	×		×					
MSN 28	Interdépendance	×	×			×	×	×	×	
MSN 28	Cycles de vie		×	×		×	×			
MSN 28	Écosystèmes			×		×				
MSN 25	Expérimentation	×		×	×					×
MSN 26	Explorer des phénomènes naturels									×

Activité 1: Un arbre à observer



🎯 *Récolter et organiser des données
provenant d'un arbre*

*Déterminer l'espèce d'un arbre
en utilisant des données et
des ressources adéquate*

*Observer que l'arbre est un hôte pour
plusieurs espèces végétales et animales*

🌞 *Printemps, été, automne*

📍 *Intérieur et extérieur*

🕒 *1h30, sans les temps de déplacement*

🔍 *Observation*

Observer un arbre et la biodiversité qu'il abrite

🔑 **Matériel**

Par participant :

- Craies grasses
- Feuille de papier, crayon de papier, bâton de colle, ruban adhésif
- Fiche en page 2 des ressources complémentaires

Pour tous :

- Ouvrages de référence sur les arbres, clés de détermination.
Par exemple : Mini guides de La Salamandre ou Arbres et arbustes de Suisse de ASPO/Birdlife Suisse.



Déroulement

- À l'extérieur, chaque participant choisit un arbre. Un même arbre peut être choisi par plusieurs participants.
- Remplir individuellement la fiche en y inscrivant les informations sur son arbre.
- Réaliser l'empreinte de l'écorce :
Tenir la feuille de papier contre le tronc de l'arbre, éventuellement avec l'aide d'un camarade. Frotter avec le côté long de la craie grasse sur la feuille pour faire apparaître le motif de l'écorce, découper et coller sur la fiche.
- Récolter un bourgeon, une feuille, une fleur et/ou un fruit (selon la saison) pour compléter la fiche.
- Prendre 10 minutes pour noter les organismes vivants observés sur et autour de l'arbre (par ex. : mousses, lierre, gui, insectes, oiseaux, vers, etc.). Possibilité également d'écouter les oiseaux et de comptabiliser le nombre de chants entendus.
- Comparer les différents éléments réunis sur chaque fiche. Discuter de la diversité des arbres et des espèces abritées par les arbres.
- En utilisant les ouvrages de référence ou internet, déterminer si possible à quelle espèce correspond l'arbre.
- Afficher ou présenter le travail effectué.

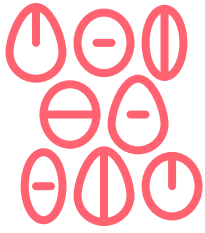
Pour aller plus loin

Effectuer des observations sur l'arbre choisi durant toute l'année, pour voir son évolution au fil des saisons. Quand apparaissent les premiers bourgeons, les feuilles et les fleurs ? Quand perd-il ses feuilles ? Ces observations dites phénologiques peuvent être ensuite comparées entre différents arbres et d'une année à l'autre.

Réaliser des moulages de l'écorce et des bourgeons. Utiliser de la pâte à modeler si possible assez dure et y imprimer l'écorce ou le bourgeon en appuyant dessus. Ramener précautionneusement l'empreinte. Faire un petit rebord en ajoutant de la pâte à modeler. Attention à étanchéifier le tout, il ne doit pas y avoir de trous. Ensuite y couler du plâtre. Une fois sec, décoller le plâtre, votre moulage est prêt.

Explorer la fonction d'habitat fourni par les arbres avec le livre : Les incroyables ! visiteurs et habitants des arbres, D.Melbeck et A. Cantou, 2017, Editions La Salamandre

Activité 2 : Des graines de toutes sortes



🎯 *Observer la diversité des espèces végétales avec des graines.*

Comprendre l'importance de la dispersion d'une graine dans le cycle de vie d'une plante

Etablir les relations entre la forme de la graine et sa stratégie de dispersion

☀️ *Été, automne*

📍 *Intérieur*

🕒 *Jour 1 : 45 min
Jour 2 : 45 min*

🔍 *Observation, discussion et tri*

Découvrir la diversité des arbres en triant et comparant des graines

🔧 Matériel

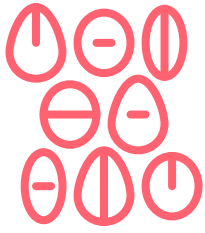
- Des graines et fruits amenés par les participants
- Des graines se dispersant par le vent (érable, tilleul ou orme) amenées par l'encadrant
- Papier, crayons, règle
- Étiquettes en page 3 des ressources complémentaires, une par participant
- Petits sachets plastiques avec Zip, un par participant
- Balance
- Craies grasses
- Feuille de papier, crayon de papier, bâton de colle, ruban adhésif

💡 L'essentiel à savoir

La graine est un organe provenant de la fécondation chez les plantes, qui lui permet de produire un nouvel individu. Elle est souvent contenue dans un fruit qui peut prendre des formes différentes, principalement liées à sa stratégie de dispersion. Les graines peuvent ainsi atteindre des habitats propices à leur germination et leur développement (voir Activité 3, Graine germeras-tu ?). Le nouvel arbre pourra pousser s'il « atterrit » dans un endroit suffisamment ensoleillé et sur un sol adéquat. C'est ainsi que les arbres, qui ne peuvent pas se déplacer comme nous, peuvent conquérir de nouveaux territoires.

Les modes de dispersion :

- Dispersé par des animaux se nourrissant des fruits :
 - Les fruits charnus comme les pommes ou cerises attirent l'animal qui, en mangeant le fruit va disperser les graines présentes à l'intérieur (pépins, noyaux). L'homme fait pareil en jetant un trognon de pomme dans la nature.
 - Les fruits plus secs comme les glands et les noisettes ne sont pas mangés mais cachés par et oubliés par certains animaux comme l'écureuil ou le geai.
- Dispersé par des animaux en s'accrochant à leurs poils (bardane).
- Dispersé par le vent : des fruits légers munis d'une ailette (érable, tilleul, bouleau) ou d'un plumeau (pissenlit) s'envolent au vent.
- Dispersé par la gravité : la méthode la plus simple mais moins efficace est de tomber en bas de l'arbre (marronnier, chêne).
- Dispersé par l'eau : cela concerne certains arbres comme le cocotier.



☞ Déroulement

Jour 1 :

- Introduire théoriquement le rôle de la graine pour les plantes, voir « L'essentiel à savoir ».
- Demander aux participants à quoi peut ressembler une graine : forme, couleur, taille, poids... Noter les réponses au tableau. Ces réponses peuvent être notées par les participants sur une feuille pour être utilisées au jour 2.
- Exemples de réponses possibles : forme ronde, allongée, en forme d'hélice, vole au vent, entourée d'un fruit comestible, pèse plus de 5 g, de couleur brune, etc.
- Demander aux participants d'amener pour le jour 2 des fruits et graines de la maison et/ou récoltées à l'extérieur

Jour 2 :

- Par groupes de 4-5 participants, mettre en commun les graines et fruits apportés.
- Les classer en 3-4 catégories à définir selon les graines à disposition et en s'inspirant des réponses données au jour 1. Les graines peuvent être pesées et mesurées.
- Discuter par groupe sur la base de ces questions : Combien de graines différentes/similaires y a-t-il ? Quelles sont les catégories utilisées pour les classer ? Combien de graines trouve-t-on par catégorie ? Connaissez-vous le nom de certaines plantes d'où proviennent les graines ? Quelles graines proviennent d'un arbre ? L'encadrant interroge les groupes.
- Introduire l'importance de la dispersion des graines avec les participants, voir « L'essentiel à savoir ».
- Observer les différences de forme (à ailette, rugueux, poilus, plumeux, rond, à crochets) et autres caractéristiques (poids, taille, couleur, consistance) permettant de déduire le mode de dispersion. Si besoin, l'encadrant propose de nouvelles graines pour illustrer les modes de dispersion. Une nouvelle classification des graines basée sur le mode de dispersion peut être faite en groupe ou uniquement discutée.
- Chaque participant remplit une étiquette pour une des graines (bien sèche) qu'il a amenées et met le tout dans un petit sachet plastique.
- Mettre en valeur les graines en les exposant en classe et en les regroupant selon leur mode de dispersion.

Pour aller plus loin

Proposer aux participants d'imaginer une histoire qui explique la dispersion d'une graine qu'ils ont amenée en classe. Le vent, les animaux ou d'autres éléments peuvent intervenir. L'histoire peut être écrite, dessinée ou racontée.

Observer la dispersion des fruits de l'érable (samares) qui tournent comme un hélicoptère.

Dessiner à la craie une cible sur le sol devant l'école. Les participants peuvent essayer de faire « atterrir » les graines au centre de celle-ci en soufflant.

Venir expérimenter la dispersion des graines dans l'exposition « L'arbre, de la petite graine à la vieille branche ! » (Espace des inventions à Lausanne).

Activité 3 : Graine, germeras-tu ?



🎯 *Découvrir les besoins fondamentaux d'une graine pour germer*

Mettre en œuvre une démarche scientifique d'expérimentation

☀️ *Printemps, été*

📍 *Intérieur*

🕒 *Jour 1: 45 min
Jour 2: 45 min
Jour 15: 45 min*

🎯 *Expérience*

Découvrir le début de la vie d'un arbre en faisant germer des graines

🔧 Matériel

Par groupe de 2-3 participants :

- 8 graines de haricots (par exemple mungo)
- 8 pots pour le semis
- Terreau
- Matériel supplémentaire selon les expériences choisies par les participants (voir ci-dessous)
- Fiche en page 4 des ressources complémentaires

💡 L'essentiel à savoir

Les besoins fondamentaux d'une graine pour germer ne sont pas les mêmes que ceux d'une plante pour se développer. Pour la germination, seules l'humidité et la chaleur sont indispensables, car la graine contient une réserve de nutriments. Pour le développement, le végétal aura besoin de lumière et de nutriments présents dans le sol.

	Condition favorable	Effet	Condition défavorable	Effet
Développement	Chaleur (enu. 20°C).	Déclenche la germination	Froid	Inhibe la germination de la graine
	Eau	Déclenche la germination : la plante est composée essentiellement d'eau	Herbicide Sel / sucre	Tue la plante par différent procédés, inhibe également le développement En quantité trop élevée, altère le fonctionnement des cellules de la plante, également durant le développement
Germination	Terreau	Favorise le développement par la présence de nutriments	Absence de lumière	Empêche la photosynthèse

Déroulement



Jour 1 :

- Lister au tableau les conditions que les participants pensent positives ou négatives pour la germination des graines (voir le tableau dans « L'essentiel à savoir »).
- Par groupe de 2-3, choisir une condition positive et une négative afin de réaliser une expérience. Valider le choix en termes de faisabilité. Un seul facteur doit être utilisé par expérience.
- Par groupe, décrire les deux expériences choisies, émettre des hypothèses et réaliser un schéma en utilisant la fiche participant (une fiche par condition).

Jour 2 :

- Par groupe, réaliser une des deux expériences imaginées au jour 1. Planter 4 graines dans 4 pots différents afin de réaliser des réplicats.
- Pour tous, réaliser une expérience contrôle, avec des conditions optimales (terreau, eau, ensoleillement).
- S'occuper des plantations selon les conditions choisies durant deux semaines et observer. Noter les observations sur la fiche.

Jour 15 :

- Compléter la fiche en notant les conclusions des expériences.
- Mise en commun : présenter par groupe une des expériences réalisées. Rappeler aux participants l'importance de mentionner les hypothèses et conclusions.
- Cette expérience peut également se faire avec des graines d'arbres récoltées en nature (p.ex. des glands de chêne). La germination des arbres est souvent moins rapide mais très intéressante à observer. Ici, l'utilisation du haricot facilite la réalisation.

Réplicats et contrôles : késako ?

En science, afin de valider une expérience, il est important de la répéter. On parle de réplicats.

De plus, pour s'assurer que l'effet observé soit réellement dû à la condition testée et non pas à d'autres facteurs environnants, l'expérience est répétée dans les mêmes conditions sans y tester l'effet choisi. Ces tests supplémentaires sont des contrôles qui serviront de référence.

Pour aller plus loin

Placer un petit pot rempli de terreau avec une graine dans un carton avec un trou à l'autre bout.

Laisser la graine germer et poursuivre son développement pendant environ un mois. Ne pas oublier de l'arroser régulièrement. Que se passe-t-il ? La plante sortira par le trou pour rechercher la lumière. En disposant des « barrières » en carton le long du « parcours », elle les contournera. Pour se diriger au plus près de la lumière, la plante réagit et allonge sa tige, on dit qu'elle s'étirole. Le phénomène est similaire pour une plante qui se penchera en direction d'une fenêtre, d'où vient la lumière.

Activité 4: Comment l'eau monte-t-elle dans une plante ?



🎯 *Expérimenter comment les plantes se nourrissent et boivent*

Mettre en œuvre une démarche scientifique d'expérimentation

☀️ *Printemps, été*

📍 *Intérieur*

🕒 *Jour 1: 30 min + 1h d'attente*
Jour 2: 45 min

🎯 *Expérience*

Découvrir comment un arbre puise de l'eau dans le sol en colorant des branches de céleri

🔧 **Matériel**

Par groupe de 3 participants :

- 1 branche de céleri fraîche
- 2 verres d'eau
- 10 gouttes de colorant alimentaire bleu
- 10 gouttes de colorant alimentaire rouge
- crayons, paire de ciseaux
- Fiche en page 5 des ressources complémentaires, une par participant

💡 **L'essentiel à savoir**

Dans cette expérience, les participants observent une plante, le céleri, absorber de l'eau. Ils peuvent s'interroger sur le fait qu'elle ne fasse que boire, et ne se nourrisse pas. Dans la réalité, une plante puise également dans le sol des nutriments (azote et phosphore par exemple), mais en quantité minime.

Habituellement captée par les racines, l'eau monte dans la plante jusqu'aux feuilles par divers mécanismes physiques. Ils permettent à l'eau de monter dans les feuilles des arbres à plusieurs dizaines de mètres de haut. L'un de ces mécanismes est la capillarité qui permet la montée naturelle de certains liquides (dont l'eau) dans des canaux de très petit diamètre. La plante contient de nombreux canaux minuscules qui conduisent, sans la mélanger, l'eau - colorée ou non - à toutes ses extrémités. Les fibres qui se colorent dans le céleri sont composées de plusieurs de ces canaux groupés ensemble.

☞ Déroulement



Jour 1:

- Introduire l'expérience en proposant aux participants de réfléchir sur la raison pour laquelle on met de l'eau dans un vase avec des fleurs et sur le devenir de cette eau.
- Par groupe de 3 participants, remplir d'eau au 2/3 chaque verre. Ajouter 10 gouttes du colorant alimentaire rouge dans un verre et 10 gouttes du colorant alimentaire bleu dans l'autre verre.
- Couper 4-5 cm du bas de la branche de céleri et séparer une partie de la tige en deux dans le sens de la longueur.
- Placer une partie de la tige dans un verre et l'autre dans le deuxième verre.
- Discuter et poser des hypothèses sur ce qui va se passer d'ici une heure et d'ici au lendemain.
- Remplir individuellement le début de la fiche « Mon céleri au début » et « Mon hypothèse ».
- Une heure après : par groupe, observer la coloration du céleri.
- Discuter en classe entière de ce que les participants constatent.
- Remplir individuellement la rubrique « Mon céleri, une heure plus tard ».



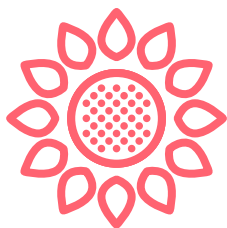
Jour 2:

- Par groupe, observer la coloration du céleri.
- Compléter individuellement la rubrique « Mon céleri le lendemain » de la fiche.
- Couper transversalement un fragment de chaque tige d'environ 1 cm au-dessus de la fente, faire observer à chaque groupe les structures colorées de sa tige.
- Mise en commun : retour sur les hypothèses et explication rapide de ce qui s'est passé.
- Compléter individuellement les dernières rubriques de la fiche.

Pour aller plus loin

Possible de colorer des fleurs. Utiliser de préférence des fleurs aux pétales blancs (œillets, marguerites par exemple)

Activité 5 : Aux origines des graines



🎯 Explorer la pollinisation des plantes

🔬 Mettre en œuvre une démarche scientifique

☀️ Printemps

📍 Intérieur

🕒 Jour 1 : 45 min
Jour 30 : 45 min

🧪 Expérience

Découvrir la reproduction des plantes avec une expérience sur des fraisiers

🔧 Matériel

Par groupe de 3 participants :

- 1 plant de fraisier, avec des fleurs non-ouvertes
- De la gaze / toile / filet / sachet à thé
- Ficelle, paire de ciseaux

💡 L'essentiel à savoir

Chaque fleur contient du pollen. Pour qu'un fruit se forme (une fraise, une pomme ou une cerise), il faut que du pollen provenant d'une autre fleur soit amenée par le vent ou par des insectes. En entourant la fleur de gaze, aucun pollen ne peut être amené à la fleur et elle ne se transforme pas en fruit.

📖 Déroulement

Jour 1 :

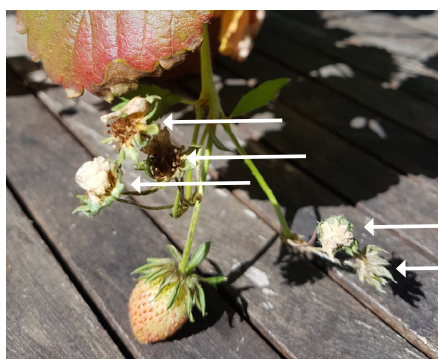
- Introduire l'expérience en proposant aux participants de réfléchir sur comment se forment les fruits des arbres.

Par groupe de 3 :

- Sur un plan de fraises, enfermer une ou plusieurs fleurs non encore ouvertes avec de la gaze / toile / filet / sachet à thé et le maintenir fermé avec de la ficelle.
- Mettre à l'extérieur.
- Arroser régulièrement.
- Discuter et poser des hypothèses sur ce qui va se passer d'ici un mois.

Jour 30 :

- Par groupe, libérer délicatement les fleurs enfermées.
- Comparer les fruits obtenus ou non par les deux types de fleurs (enfermées ou à l'air libre).
- Mise en commun : retour sur les hypothèses et explication rapide de ce qui s'est passé.
- Manger les fraises obtenues.



Pour aller plus loin

Un film présentant les relations entre plantes et insectes pollinisateurs : *POLLEN*, Louie Schwartzberg, Disneynature.

Activité 6 : Le destin des feuilles mortes



Découvrir le destin des feuilles mortes en créant une fresque collective

🔧 Matériel

Par participant :

- Des feuilles mortes plus ou moins décomposées, récoltées durant l'activité
- Une feuille blanche A4, bâton de colle, un sachet

💡 L'essentiel à savoir

Lorsque les feuilles tombent, elles forment une couche d'épaisseur variable au pied des arbres, que l'on nomme litière. La disparition d'une partie de ces feuilles mortes se fait grâce aux êtres vivants du sol qui, en se nourrissant des feuilles, les décomposent. Les plus connus sont les vers de terre, les cloportes, les champignons et les bactéries.

📖 Déroulement

À l'extérieur, en forêt ou autour d'arbres, demander aux participants ce que deviennent les feuilles mortes. Demander à quels endroits ils observent des feuilles pour alimenter la discussion.

- Chaque participant récolte au minimum 20 feuilles à différents stades de décomposition (encore vertes, brunes mais entières, trouées, découpées).
- De retour en salle, coller les feuilles de la plus intacte (moins décomposée) à la plus abîmée (plus décomposée) sur une feuille blanche A4 pour réaliser une fresque.
- Mise en commun : afficher toutes les fresques en une longue frise horizontale, discuter du nombre de stades différents observés et de ce que deviennent les feuilles mortes (litière, terre, décomposeurs, ...).

🌀 *Expérimenter sous forme artistique le processus de décomposition et le cycle de vie d'un arbre*

Toucher le naturel et se l'approprier

☀️ *Eté, Automne*

📍 *Extérieur / intérieur*

🕒 *45 min en extérieur / 45 min en intérieur*

🎨 *Arts plastiques*

Pour aller plus loin

Participer à l'atelier « Sol (la biodiversité du sol) » au Bioscope : <http://bioscope.ch>

Activité 7: Dans la peau de...



🎯 *Apprendre à défendre un intérêt, prendre parti dans un débat et faire des compromis en négociant*

Découvrir que les arbres comme tous les êtres vivants ont des fonctions écologiques

🌸 *Printemps, été, automne, hiver*

📍 *Intérieur*

🕒 *1h30*

🎭 *Jeu de rôles*

Découvrir les interactions entre les arbres et les êtres humains avec un jeu de rôles

🔧 Matériel

Par groupe de 3 ou 8 participants (selon le scénario choisi)

- Fiche « Situations » comprenant 2 scénarios et des questions, en page 6 des ressources complémentaires
- 1 exemplaire de chaque carte personnage du scénario, en page 7 à 8 des ressources complémentaires
- Feuilles de papier, stylos

📖 Déroulement

- Inviter les enfants à se mettre dans la peau de différents personnages pour résoudre une problématique concernant les arbres.
- Distribuer au hasard une carte-personnage à chaque participant et regrouper les participants ayant la même carte.

L'activité se déroule en 2 étapes :

1. Groupes de personnages : pour s'entraîner à jouer son personnage

- Former des groupes : les participants avec le même personnage se mettent ensemble.
- En groupe, prendre connaissance de sa carte personnage et jouer le rôle du personnage.
- Les participants proposent entre eux des réponses aux trois questions (voir fiche « Situations ») selon la perspective de leur personnage.

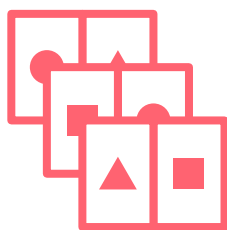
2. Groupes de conflit : pour résoudre la problématique

- Former des groupes de conflit : un représentant de chaque personnage par groupe.
- En jouant le rôle de son personnage, chaque participant explique aux autres qui il est, quel est son problème et les personnages qu'il accuse d'être responsable de son problème.
- Les participants cherchent à répondre ensemble aux différentes questions et à trouver une solution qui pourrait arranger tous les personnages.
- Ils écrivent leur solution sur une feuille et signent tous la feuille.
- Mise en commun : chaque groupe présente aux autres groupes la solution trouvée.

Pour aller plus loin

Discuter d'une situation réelle similaire à celles du jeu de rôle, comme par exemple les raisons de la création du futur parc périurbain du Jorat. Plusieurs communes et le Canton de Vaud souhaitent réaliser en 2019 un parc naturel périurbain (proche d'une ville) dans les forêts du Jorat. Plus d'informations à ce sujet sur : <https://jorat.org>

Activité 8 : Les arbres dans notre quotidien



Découvrir des objets du quotidien issus des arbres avec un memory

🔑 Matériel

Par groupe de 4-5 participants :

- La fiche « Règle du jeu » en page 10 des ressources complémentaires
- Les cartes du jeu en Annexe imprimées en couleur sur du papier cartonné en page 11 à 13 des ressources complémentaires
- 1 dé, 3 pions
- 1 caillou

🎯 *Comprendre combien les arbres sont utiles à l'être humain*

Apprendre de quel arbre et de quelle partie de l'arbre proviennent certains objets/éléments du quotidien

🌸 *Printemps, été, automne, hiver*

📍 *Intérieur*

🕒 *45 min*

🎲 *Jeu de société*

📖 Déroulement

- Demander aux participants s'il y a des produits ou objets qui proviennent des arbres dans la salle.
- Noter dans la première colonne d'un tableau tous les produits-objets auxquels ils pensent.
- Leur demander s'ils savent de quel arbre proviennent certains produits-objets et noter leurs hypothèses dans la deuxième colonne du tableau.
- Proposer le jeu de mémoire collaboratif (memory) à jouer par groupes de 4-5 pour en apprendre plus sur la place des arbres dans leur vie : règles détaillées en page 10 des ressources complémentaires.
- Reprendre le tableau initial et tenter de le compléter avec certains éléments découverts durant le jeu.

Pour aller plus loin

- *Documentaire sur l'utilisation du bois: C'est pas sorcier - Hêtre ou ne pas hêtre*
- *Venir découvrir la place de l'arbre dans la vie de l'Homme dans l'exposition « L'arbre, de la petite graine à la vieille branche! » (Espace des inventions à Lausanne).*

Activité 9 : Chlorophylle, sensible au soleil



🎯 *Utiliser une nouvelle technique d'art plastique*

Expérimenter sous forme artistique le lien existant entre la chlorophylle et la lumière

🌸 *Printemps, été, automne, hiver*

📍 *Intérieur et extérieur
Journée ensoleillée*

🕒 *1h30 + 1h30 d'attente*

🎨 *Arts plastiques & Expérience*

Entre art et science, réaliser des impressions avec de la chlorophylle

🔧 Matériel

Pour 20 participants :

- 300 grammes de feuilles d'épinards
- Mixeur électrique
- 1 bas fin
- Plusieurs gros pinceaux plats à partager
- 20 feuilles de papier A5 à dessin épaisses (à grain, non glacé, min 200 g / m²)
- Des feuilles d'arbres de forme variée et/ou des formes découpées dans du papier.
- 20 cartons A4
- 20 feuilles plastiques transparentes A4, pour rétroprojecteur par exemple
- Ruban adhésif
- Éventuellement un sèche-cheveux

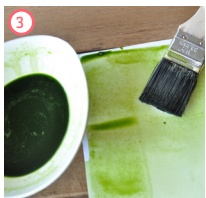
💡 L'essentiel à savoir

La chlorophylle est une molécule présente dans les feuilles des végétaux qui leur donne leur couleur verte. Elle est essentielle à la plante pour réaliser la photosynthèse. Durant la photosynthèse, la chlorophylle absorbe l'énergie des rayons lumineux et l'utilise pour transformer du gaz carbonique et de l'eau en oxygène et en sucres, utiles à la plante. Durant ce processus, la chlorophylle est dégradée, rapidement régénérée par la plante, pour qu'elle puisse assurer la photosynthèse en continu. Ce n'est qu'en automne qu'elle ne se régénère plus : les feuilles d'arbres brunissent et tombent.

Dans cette expérience, la chlorophylle présente dans les épinards est récupérée dans le jus. Exposée au soleil, elle est petit à petit détruite par la lumière sans pouvoir être régénérée par la plante. Elle perd donc sa couleur verte qui lui est propre.

Dans cette activité ce ne sont pas les feuilles d'arbres mais la feuille de papier imbibée de jus d'épinard qui va réagir au soleil : les zones exposées à la lumière du soleil s'éclairciront.

📖 Déroulement



1. Mixer les feuilles d'épinard en ajoutant un minimum d'eau, au maximum 1cs.
2. Presser la mixture à travers le bas pour en faire sortir le jus des épinards.
3. Utiliser le jus comme de la peinture. Avec le pinceau, passer 3-4 couches horizontalement et verticalement sur la feuille de papier. Laisser légèrement sécher entre chaque couche. Pour accélérer le séchage, éventuellement utiliser un sèche-cheveux.
4. Profiter des temps de séchage pour chercher des feuilles d'arbres en extérieur ou découper des formes en papier.
5. Après une vingtaine de minutes, le papier enduit (encore un peu humide) est prêt à être utilisé.
6. Disposer les feuilles d'arbres récoltées ou les formes découpées sur le papier.
7. Plaquer le tout entre le carton et la feuille transparente. Maintenir avec du ruban adhésif.
8. Exposer le tout au soleil pendant environ 1h30, idéalement pendant la pause de midi.
9. L'impression, appelé anthotype, est prête. Attention, pour la préserver, ne pas l'exposer dans un endroit ensoleillé ou lumineux, le processus est toujours en cours!

Pour aller plus loin

- *La même technique peut être utilisée pour reproduire une photographie préalablement imprimée sur une feuille plastique transparente. Un artiste vietnamien, Binh Danh a directement utilisé des feuilles d'arbres pour imprimer ses photographies. Son travail sur la guerre du Vietnam est visible sur son site internet : <http://binhdanh.com/Projects/Immortality/Immortality.html>*
- *Une expérience pour expérimenter la fluorescence de la chlorophylle et utiliser le reste du jus d'épinard : <https://www.migrosmagazine.ch/un-vrai-cameleon-cette-chlorophylle>*

Notes:

A series of horizontal dotted lines for writing notes.

Notes:

A series of horizontal dotted lines for writing notes.

Notes:

A series of horizontal dotted lines for writing notes.

Dossier pédagogique

ressources
complémentaires



à la vieille branche !

Cycle 2
8 à 12 ans

De la petite graine

Ce document est le fruit d'une collaboration entre l'Espace des inventions à Lausanne et le Bioscope à Genève, deux institutions romandes actives dans la médiation scientifique et le dialogue entre scientifiques et citoyens. Il fait partie intégrante du projet « Arbres, la vie à tous les étages » proposé par les deux institutions dans le cadre du programme de promotion MINT Suisse 2017-2020. Il est plus particulièrement destiné à accompagner les activités suivantes mises sur pied dans le cadre de ce projet :

Exposition interactive « L'arbre, de la petite graine à la vieille branche » présentée à l'Espace des inventions de novembre 2018 à juin 2020
Informations et réservations : www.espace-des-inventions.ch

Ateliers scolaires « Sol (la biodiversité du sol) » et « Tous vivants » proposés par le Bioscope
Informations et réservations : www.bioscope.ch

Textes et activités :

Julien Leuenberger & Véronique Rosset

Relecture :

Emmanuelle Giacometti, Candice Yvon et Sandrine Hajdukiewicz

Graphisme et illustrations :

Thibault Gruaz & Christophe Rochat

Images activité 8 :

Pixabay, ainsi que dessins d'arbres tirés de Forey Pamela, « Arbres, un guide pratique pour identifier facilement 190 arbres », Paris, Gründ, 1993.

Activité 1: Un arbre à observer - Fiche



Nom du participant :

Nom de l'arbre :

Lieu et date à laquelle j'ai observé mon arbre :

Éléments récoltés (feuille, fruit, fleur, bourgeon) :

Impression d'écorce :

*L'arbre en tant qu'habitat pour d'autres espèces!
Note les espèces observées ou entendues sur et autour de l'arbre.
Cela peut être des plantes, animaux, champignons, etc.*

.....

.....

.....

.....

.....

Activité 2: Des graines de toutes sortes - Etiquettes



+

Nom de la plante :

Lieu et date de la récolte :

Catégories utilisées pour la classification :

.....

Poids :

Taille :

Son mode de dispersion :

par le vent par les animaux en se laissant tomber

+

Nom de la plante :

Lieu et date de la récolte :

Catégories utilisées pour la classification :

.....

Poids :

Taille :

Son mode de dispersion :

par le vent par les animaux en se laissant tomber

+

Nom de la plante :

Lieu et date de la récolte :

Catégories utilisées pour la classification :

.....

Poids :

Taille :

Son mode de dispersion :

par le vent par les animaux en se laissant tomber

+

Nom de la plante :

Lieu et date de la récolte :

Catégories utilisées pour la classification :

.....

Poids :

Taille :

Son mode de dispersion :

par le vent par les animaux en se laissant tomber

Activité 3: Graine, germeras-tu ? - Fiche



Nous avons choisi de tester :

.....

Condition que nous pensons :

positive

négative

Hypothèse : Comment pensons-nous que la graine réagira à cette condition ?

.....

Schéma de l'expérience que nous souhaitons réaliser :

Matériel nécessaire :

.....
.....
.....
.....

Nos observations durant les deux semaines :

Contrôle

Expérience

.....
.....
.....

.....
.....
.....

Nos conclusions à la fin de l'expérience :

La graine a-t-elle germé ?

oui

non

Après combien de jours a-t-elle germé ?

.....

Est-ce que notre hypothèse s'avère juste ?

oui

non

Si non : que s'est-il passé ?

.....
.....

Activité 4: Comment l'eau monte-t-elle dans une plante? - Fiche

Mon céleri au début



Mon hypothèse :

.....

.....

Mon céleri 1h plus tard

Mon céleri le lendemain

Ce qui m'a surpris :

.....

.....

Ce qui s'est passé :

.....

.....

.....

Activité 7: Dans la peau de... - Situations



Situation A

La ville désire abattre un très grand arbre qui se trouve au bord d'une place de jeux, dans un parc. Certaines branches de l'arbre menacent de tomber. Un bûcheron s'apprête à abattre l'arbre.

Questions :

1. Quels sont les bénéfices et les inconvénients de cet arbre pour ton personnage ?
2. Est-ce que tu autorises le bûcheron à abattre l'arbre ?
3. Si oui, à quelles conditions ? Si non, propose une autre variante au bûcheron.

Situation B

La forêt du « Chêne joli » est utilisée par de nombreux habitants de la ville. Elle est menacée par des projets de construction, car la population de la ville augmente rapidement et plusieurs bâtiments - dont une école - doivent être construits ou agrandis. L'association « Nos Arbres » veut protéger cette forêt et demande qu'elle devienne une réserve naturelle.

Questions :

1. Quels sont les bénéfices et les inconvénients de cette forêt pour ton personnage ?
2. Est-ce que tu autorises la création de la réserve naturelle ?
3. Si oui, à quelles conditions ? Si non, propose une autre variante à l'association « Nos Arbres ».

Situation A



Bûcheron·ne

Je suis bûcheron·ne depuis plus de 20 ans. J'aime les arbres et mon métier est d'entretenir la forêt et les arbres en ville. La ville m'a demandé d'abattre cet arbre car il risque de tomber sur un passant ou un enfant jouant à la place de jeu.

Ce que je désire absolument : abattre cet arbre qui représente un danger pour la population.

Ce que je suis prêt·e à négocier : couper uniquement les branches dangereuses.

Situation A



Oiseau

Je suis un merle, un petit oiseau noir au bec jaune orangé. J'aime me percher sur cet arbre. J'y reviens chaque année. J'ai besoin de cet arbre pour abriter mes oisillons au printemps.

Ce que je désire absolument : avoir un endroit pour construire mon nid et abriter mes oisillons dans ce parc.

Ce que je suis prêt·e à négocier : un déménagement dans un autre arbre de taille semblable dans le parc.

Situation A



Enfant

Je suis un·e enfant de 9 ans qui habite dans un immeuble en face de la place de jeux. Je viens tous les jours prendre le goûter dans le parc. Je grimpe souvent dans l'arbre pour m'amuser.

Ce que je désire absolument : avoir un endroit agréable avec des arbres pour jouer après l'école.

Ce que je suis prêt·e à négocier : remplacer cet arbre dangereux par un autre arbre dans lequel je pourrais également grimper.

Situation B



Chevreuril

Je suis un jeune chevreuril et j'habite dans la forêt du « Chêne joli ». Je suis plein d'énergie et de curiosité, mais également très craintif. Pour trouver ma nourriture (jeunes feuilles et branches) et des abris pour me reposer, je dois pouvoir me déplacer dans de grands espaces boisés.

Ce que je désire absolument : avoir des espaces calmes dans la forêt sans sentiers, ni promeneurs avec leurs chiens.

Ce que je suis prêt·e à négocier : une forêt plus petite, mais plus calme.

Situation B



Riverain·e

J'aime ma ville. J'habite un petit appartement et je cherche à déménager car je viens d'avoir des jumeaux. Je ne trouve pas d'appartement libre. Ma seule piste est actuellement le projet de construction d'un nouvel immeuble dans la forêt du « Chêne joli ».

Ce que je désire absolument : trouver un logement pour ma famille.

Ce que je suis prêt·e à négocier : l'emplacement de l'immeuble dans lequel j'habiterai, il peut se situer ailleurs en ville.

Situation B



Membre de l'association « Nos Arbres »

J'aime la nature. Je m'intéresse à la diversité des êtres vivants et j'ai envie de les protéger. Je souhaite que cette forêt reste naturelle, avec plusieurs espèces de plantes et d'animaux.

Ce que je désire absolument : Que la forêt reste toujours aussi belle et puisse abriter toujours autant d'animaux et de plantes.

Ce que je suis prêt·e à négocier : Qu'un tiers de la forêt soit utilisée pour la construction de l'école, l'éducation des enfants est importante. Le reste devra être une réserve naturelle.

Situation B



Oiseau

Je suis un merle, un petit oiseau noir au bec jaune orangé. J'aime me percher sur un arbre de cette forêt. J'y reviens chaque année. J'ai besoin de cet arbre pour abriter mes oisillons au printemps.

Ce que je désire absolument : avoir un endroit pour construire mon nid et abriter mes oisillons dans cette forêt.

Ce que je suis prêt·e à négocier : un déménagement dans un autre arbre de taille semblable dans la forêt.

Situation B



Directeur / Directrice de l'école

J'aime permettre aux enfants d'apprendre dans un endroit agréable. Mon métier est de faire fonctionner l'école. J'ai la responsabilité de beaucoup d'encadrants et de participants. Je n'ai plus assez de places pour tous les participants. Je dois donc agrandir l'école et la seule parcelle disponible est ce bout de forêt.

Ce que je désire absolument : couper cette parcelle de forêt pour agrandir mon école.

Ce que je suis prêt·e à négocier : replanter les arbres coupés. Aménager la forêt pour y organiser des sorties avec mes élèves. Une partie de la forêt en réserve naturelle.

Situation B



Bûcheron·ne

Je suis bûcheron·e depuis plus de 20 ans. J'aime les arbres et mon métier est d'entretenir la forêt du « Chêne joli ». Je ne veux pas que la forêt soit abattue pour des projets de construction.

Ce que je désire absolument : qu'au moins la moitié de la forêt devienne une réserve naturelle.

Ce que je suis prêt·e à négocier : la coupe d'une petite partie de la forêt proche de la nouvelle zone à construire si les arbres coupés sont replantés de l'autre côté de la forêt.

Situation B



Promeneur / Promeneuse

J'aime ma ville. J'habite dans un immeuble à côté de la forêt depuis 15 ans. J'ai un travail stressant. Le week-end, je viens me promener avec mon chien dans cette forêt pour me détendre.

Ce que je désire absolument : avoir une forêt agréable avec des chemins propres pour me détendre et me promener.

Ce que je suis prêt·e à négocier : la dimension de la forêt et le nombre de chemin la traversant

Situation B



Ingénieur·e

J'aime inventer. Mon métier est de diriger la construction de bâtiments comme des immeubles, des écoles ou des hôpitaux. Dans mon travail, je transforme la nature pour y construire divers bâtiments. Je fais abattre des arbres, bétonner des zones humides afin que les personnes qui utiliseront mes bâtiments soient en sécurité et satisfaits. Bien qu'elle soit importante pour les nouveaux habitant·es, la préservation de la forêt n'est pas ma priorité.

Ce que je désire absolument : pour construire des immeubles, il me faut un terrain supplémentaire dans la forêt du « Chêne joli ».

Ce que je suis prêt·e à négocier : replanter les arbres coupés à l'autre bout de la forêt.

Activité 8: Les arbres dans notre quotidien - Règles du jeu



Mise en place :

- Sortir du jeu la carte « Départ ».
- Mélanger le reste des cartes et, faces cachées, former une grille de 4 x 6 cartes avec la carte « Départ » à l'un des coins.
- Poser sur la table la frise du soleil avec un caillou sur le soleil en bas à gauche (= le matin).

Objectif:

Jeu collaboratif où il faut retrouver tous les trios « arbre - produit issu de l'arbre - partie de l'arbre dont est issu le produit » avant que la nuit tombe (soleil tout à droite sur la frise du soleil).

Déroulement de la partie:

- Chaque joueur à son tour lance le dé et avance un des trois pions sur les cartes faces cachées à la recherche d'un trio.
Les pions sont communs : il n'y a pas un pion par joueur.
- Qu'indique le dé ?
 - Entre 1-5 points :
Prendre un pion quelconque et l'avancer du nombre de cartes correspondant (une carte = une case).
Les pions ne peuvent pas se déplacer en diagonale. Ils peuvent être plusieurs sur la même case.
 - Six points :
La nuit tombe. Avancer le caillou d'un soleil vers la droite. Le joueur a terminé son tour.
- Retourner la carte sur laquelle le pion se trouve :
 - S'il s'agit d'une carte avec un cadre de couleur : super ! La quête avance.
 - S'il s'agit d'un papillon : Malchance ! Ton pion a suivi le papillon sans faire attention à son chemin et est revenu à la case « Départ ». Prendre le pion et le déplacer sur la case « Départ ».
- Lorsque les trois pions sont positionnés sur des cases de la même couleur (= un arbre, un produit issu de l'arbre, la partie de l'arbre dont est issu le produit), la série est gagnée : les cartes restent à leur place face visible.
- Le jeu continue ainsi jusqu'à ce que tous les trios de cartes aient été retournés (gagné!) ou que la nuit soit tombée (perdu!).



Tronc



Sève



Feuille



Écorce



Fruit

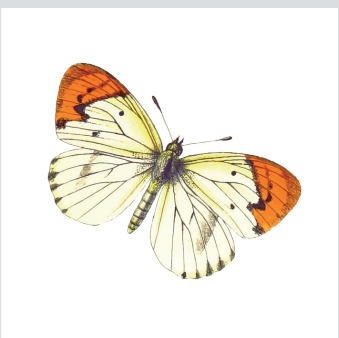
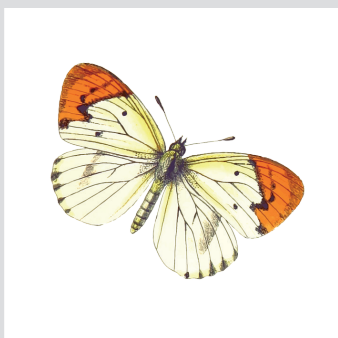


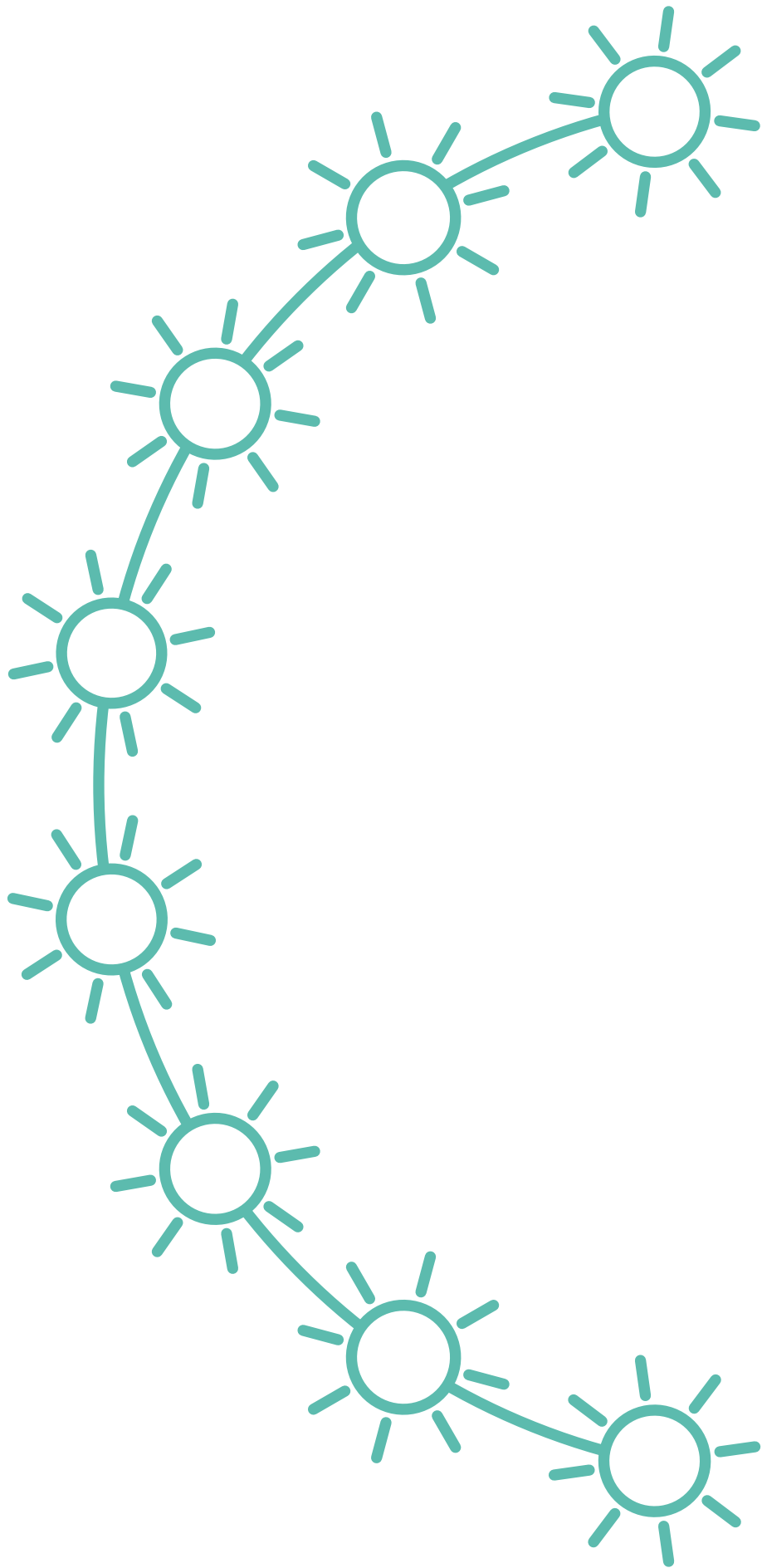
Fleur



Arbre entier

DÉPART





Éléments théoriques supplémentaires

Liens internet menant à des compléments pédagogiques en lien avec le dossier pédagogique et l'exposition L'arbre de la petite graine à la vieille branche.

Activité 3 : Graine, germeras-tu ?

Trois vidéos présentant différentes conditions nécessaires aux plantes pour vivre ou germer :

<https://www.youtube.com/watch?v=GJnJ8qTH3o>

<https://www.youtube.com/watch?v=IsGkaudCNPs>

<https://www.youtube.com/watch?v=IC8mC3VX7s4>

Une vidéo en vitesse accélérée de la germination d'une graine de haricot :

<https://www.youtube.com/watch?v=iZMjB06A7AE>

Activité 4 : Comment l'eau monte-t-elle dans une plante ?

Une vidéo proposant l'expérience en utilisant des fleurs :

<https://www.youtube.com/watch?v=FkA0e0puetQ>

Activité 6 : Le destin des feuilles mortes

Deux vidéos montrant la vie dans le sol et la décomposition de la matière organique :

<https://www.youtube.com/watch?v=cPhfP8Yu7Zs>

<https://www.youtube.com/watch?v=ECh52Nt8WXc>

Activité 7 : Dans la peau de...

D'autres jeux de rôle sur le thème des rivières et des impacts humains sur l'eau :

<http://ge.ch/eau/cours-deau/contrats-de-rivieres/dossier-pedagogique>

<http://www.maisondelariviere.ch/wp-content/uploads/maison-riviere-dossier-pedagogique-riviere.pdf>

Activité 8 : Les arbres dans notre quotidien

Vidéo C'est pas sorcier – Bois, hêtre ou ne pas hêtre présentant l'arbre et l'utilisation du matériau bois :

<https://www.youtube.com/watch?v=Y09njdtSkik>