

EnviroTools

Plantes alpines

Club Alpin Suisse CAS
Club Alpino Svizzero
Schweizer Alpen-Club
Club Alpin Svizzer



Copyright: Club Alpin Suisse CAS

Soutien: Office fédéral de l'environnement OFEV

Contenu et images: Barbara Leuthold

Direction de projet: Martin Künzle, CAS

Accompagnement du projet: Bruno Hasler, CAS

Traduction: Anne Roches

Image: Marguerite des Alpes et renoncule des glaciers:
été en montagne à 2760 m, Engadine

Version 1, 2020

EnviroTools: but et connaissances

- Transmission de savoir sur la nature et l'environnement alpins.
- Développement de l'intérêt pour l'environnement et renforcement de l'expérience de groupe.
- L'encadrant/e (coach) devrait bien se préparer (au moins 30 min.). Pas de connaissances préalables nécessaires.

EnviroTool Plantes alpines – La vie aux limites

But

- Transmettre des connaissances de base sur les plantes alpines,
- fournir des instructions pour une observation passionnante des plantes, qui permet d'ouvrir les yeux et éveille l'intérêt,
- et motiver les participants/es (PA) à approfondir la thématique.

Contenu et application

L'EnviroTool Plantes alpines se compose de trois modules «connaissances de base» et de trois modules «thèmes». Les modules «connaissances de base» peuvent être utilisés partout, mais la présence de la végétation appropriée est nécessaire pour les modules «thèmes».

	N°	Module	Contenu	Qui	Cartes
		Page de titre			1
3 modules «connaissances de base»	G1.0	Cycle de la nature	Instructions et connaissances	Coach	1
	G1.1		Fiche d'exercice «cycle de la nature»	PA	3
	G2.0	Constitution d'une plante	Instructions et connaissances	Coach	1
	G3.0	Les plantes et leur environnement	Instructions et connaissances	Coach	1
3 modules «thèmes»	T1.0		Instructions et connaissances	Coach	1
	T1.1		Fiche d'exercice «adaptation aux basses températures»	PA	1
	T1.2	Adaptation des plantes	Fiche d'exercice «adaptation à l'air sec et au vent»	PA	1
	T1.3	alpines au climat	Fiche d'exercice «adaptation à une courte période de végétation»	PA	1
	T1.4		Fiche d'exercice «adaptation à un fort rayonnement»	PA	1
	T2.0	Adaptation des plantes alpines	Instructions et connaissances	Coach	1
	T2.1	à un sol en mouvement	Fiche d'exercice avec figure et explications	PA	3
	T3.0		Instructions et connaissances	Coach	1
	T3.1	Lichens, mousses et plantes	Fiche d'exercice «lichens»	PA	1
	T3.2	à fleurs	Fiche d'exercice «mousses»	PA	1
	T3.3		Fiche d'exercice «plantes à fleurs»	PA	1

Toujours emporter avec soi

Chaque module peut être traité séparément. Sélection possible.

Matériel

Loupe (1 loupe pour 2–3 PA au min.), matériel pour la prise de notes, év. livre sur la flore alpine ou une app pour la détermination des plantes alpines.

Littérature supplémentaire des Editions du CAS

Les Alpes, un monde vivant (climat, météo, rocher, habitats alpins, etc.), *Notre flore alpine* (détermination des plantes et termes relatifs à la position des feuilles, aux bords des feuilles, aux formes des fleurs, etc.).

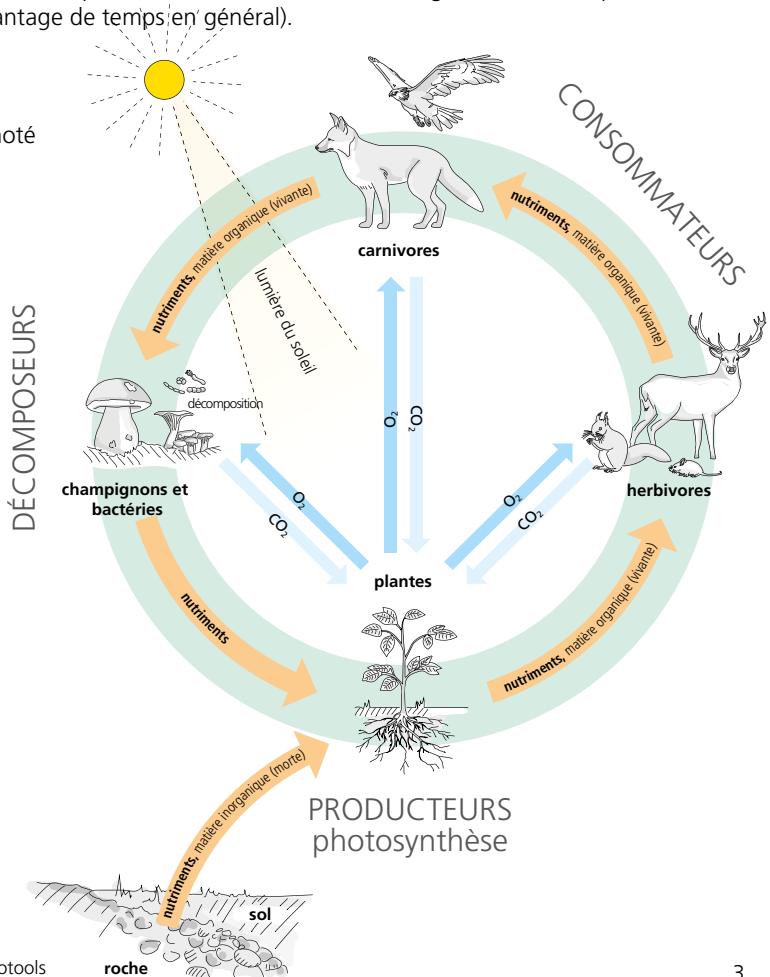
Connaissances de base 1: cycle de la nature

TOUT EST LIÉ, TOUS DÉPENDENT LES UNS DES AUTRES → **Durée:** 20–30'

Objectif pédagogique: les PA connaissent le cycle de la nature et comprennent les fonctions des êtres vivants ainsi que leurs interdépendances.

Instructions: Le/la coach explique les objectifs pédagogiques, forme des groupes et distribue une fiche d'exercice à chaque groupe. Chaque groupe résout les exercices dans la mesure du possible. Finalement chaque exercice est discuté en plénum et les lacunes restantes sont comblées par les PA/coach ou à l'aide d'extraits de textes présentés dans l'outil. Ce module se prête aussi bien à l'enseignement d'autres thèmes nature et environnement, comme les animaux des Alpes ou les discussions sur les changements climatiques (il faut alors compter davantage de temps en général).

Figure 1:
cycle de la nature,
complètement annoté



CONNAISSANCES

Les plantes sont les producteurs

Les plantes effectuent la photosynthèse; elles produisent de la biomasse à partir d'eau, de gaz carbonique (CO₂) et de nutriments inorganiques (azote, phosphore, etc.). De l'oxygène est produit par les plantes durant ce processus et relâché dans leur environnement. Autrement dit: de la matière vivante est produite à partir de matière morte. Toute la vie sur terre est pour ainsi dire basée sur ce processus. Le principe moteur est le rayonnement solaire.

Les animaux et les êtres humains sont les consommateurs

Les animaux ne peuvent vivre qu'en consommant des matériaux organiques, afin d'obtenir de l'énergie et de développer leur masse corporelle. Ils ont également besoin d'oxygène et d'eau et ils produisent du CO₂ comme «déchet».

Certains animaux, comme les souris ou les lapins, ne mangent que des plantes (consommateurs primaires) alors que les prédateurs, comme les loups ou les martres, se nourrissent principalement d'autres animaux (consommateurs secondaires). Il existe aussi des omnivores comme les ours bruns. D'un point de vue biologique, nous, les êtres humains, sommes aussi des omnivores.

Les champignons, bactéries et microorganismes sont les décomposeurs

Les champignons, les bactéries et d'autres microorganismes décomposent les déchets végétaux et animaux. Ils transforment le matériel organique en matériel inorganique et rendent ainsi les nutriments liés à nouveau disponibles. Ils ont besoin d'oxygène et produisent du CO₂ comme les consommateurs. Le cycle de la nature est ainsi fermé.

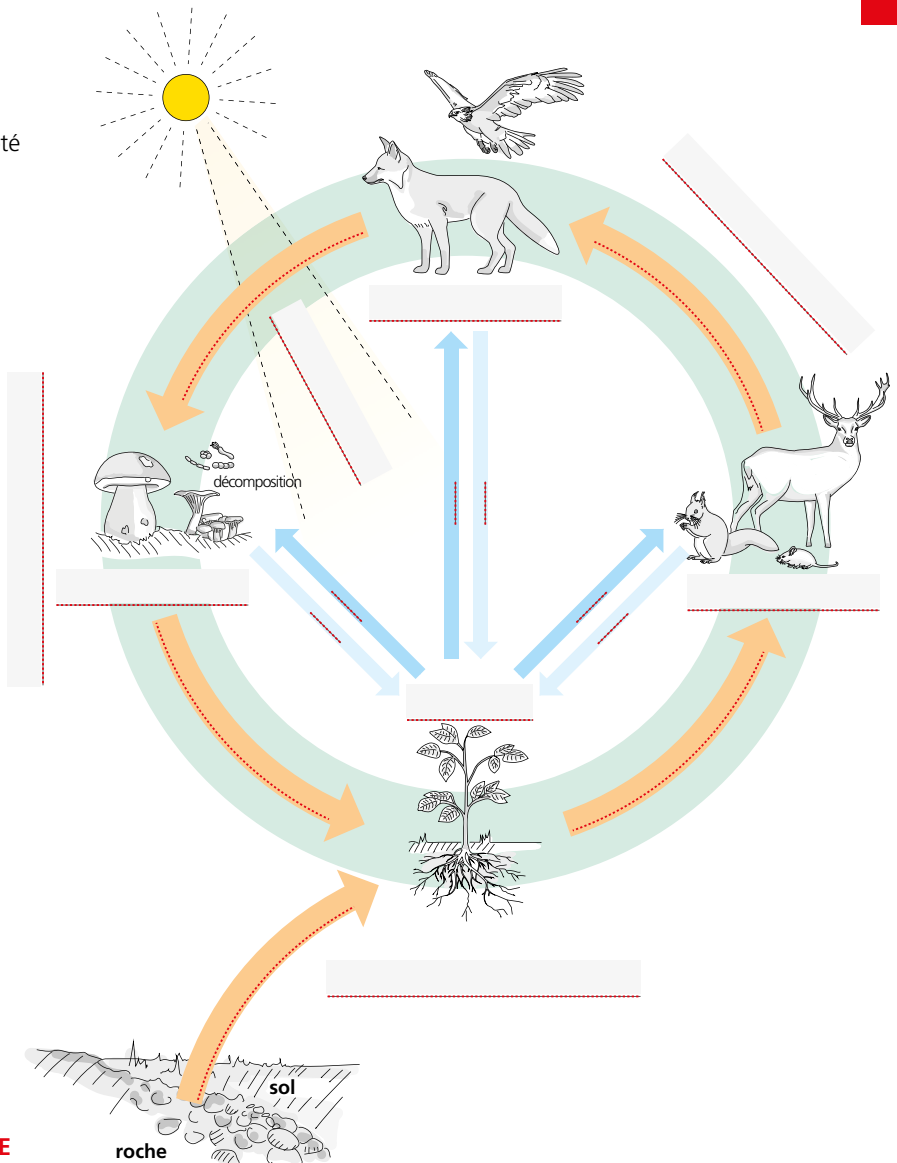
CONNAISSANCES PARTICULIÈRES

Chaque plante absorbe du CO₂ et l'intègre, pour autant qu'elle fasse la photosynthèse et qu'elle soit en phase de croissance. Plus une plante est grande et lourde, plus une quantité importante de CO₂ est stockée dans son corps. Lorsqu'une plante meurt et qu'elle se décompose totalement de façon naturelle, le CO₂ stocké jusque-là est à nouveau relâché. Si la plante n'est pas ou incomplètement décomposée, une partie du CO₂ reste liée. Si ceci se produit à grande échelle, le taux de CO₂ dans l'atmosphère s'abaisse. C'est le cas lors de la genèse de gisements de charbon, de pétrole ou de gaz naturel mais aussi lors de la création de tourbières ou de permafrosts.

En brûlant des carburants fossiles et de larges forêts, nous libérons le CO₂ que les plantes ont stocké pendant des milliers d'années. C'est la raison principale de l'augmentation actuelle de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère.

Cycle de la nature

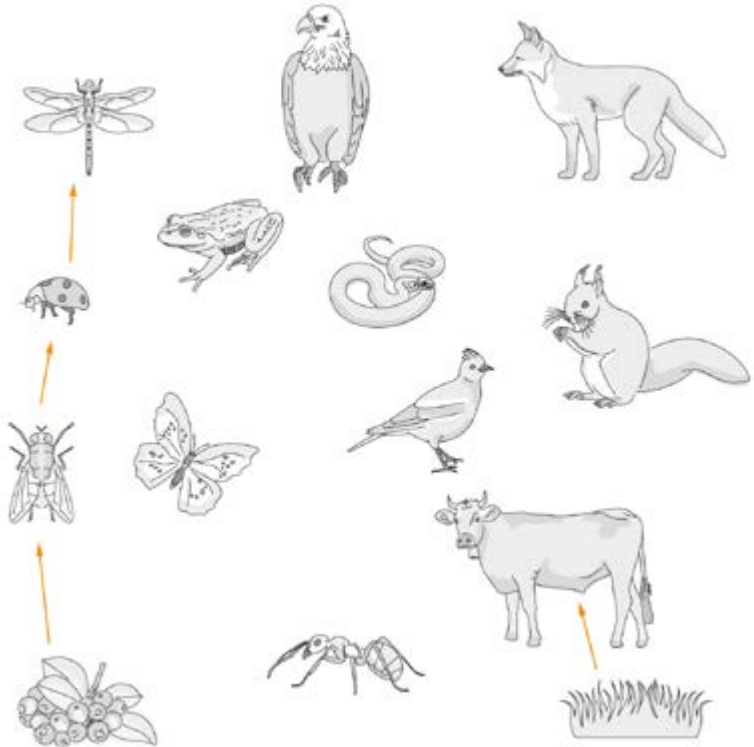
Figure 1:
cycle de
la nature,
non annoté



EXERCICE

Discutez, en vous basant sur le schéma, les principes de fonctionnement de la nature et complétez la légende: nommez les groupes d'êtres vivants et annotez les flèches. Les flèches représentent l'oxygène, le CO₂ et les nutriments. Qui a besoin d'oxygène ou de CO₂? Qui produit du CO₂ ou de l'oxygène? Comment circulent les nutriments?

Figure 2: Réseau trophique simplifié d'un pâturage alpin



EXERCICE 2

La flèche signifie «est mangé par»! Complétez les flèches manquantes. Qui mange qui?

CONNAISSANCES PARTICULIÈRES

En réalité, plusieurs centaines d'espèces participent à un réseau alimentaire. Plus le réseau est dense et les liens significatifs «est mangé par» nombreux, plus il est stable. Les impacts de l'interaction humaine, comme par exemple la fertilisation à outrance, l'introduction de pesticides, l'urbanisation intensive du paysage et les conséquences du changement climatique, entraînent le recul de certaines espèces, voire leur disparition. Elles laissent un trou dans le réseau alimentaire. Dans certains cas, la nature peut compenser ce trou: par exemple, lorsqu'une espèce d'insecte disparaît, un oiseau insectivore peut se rabattre sur d'autres espèces. Néanmoins, il est fréquent qu'un animal soit spécialisé dans une source de nourriture. Beaucoup de papillons, lorsqu'ils sont au stade de chenilles, font partie de ces consommateurs spécialisés. Si leur source de nourriture disparaît, ils disparaissent aussi rapidement. Un grand nombre de ces liens trophiques sont, encore aujourd'hui, inconnus. Afin d'assurer la stabilité des systèmes alimentaires, les derniers milieux naturels intacts doivent être préservés autant que possible.

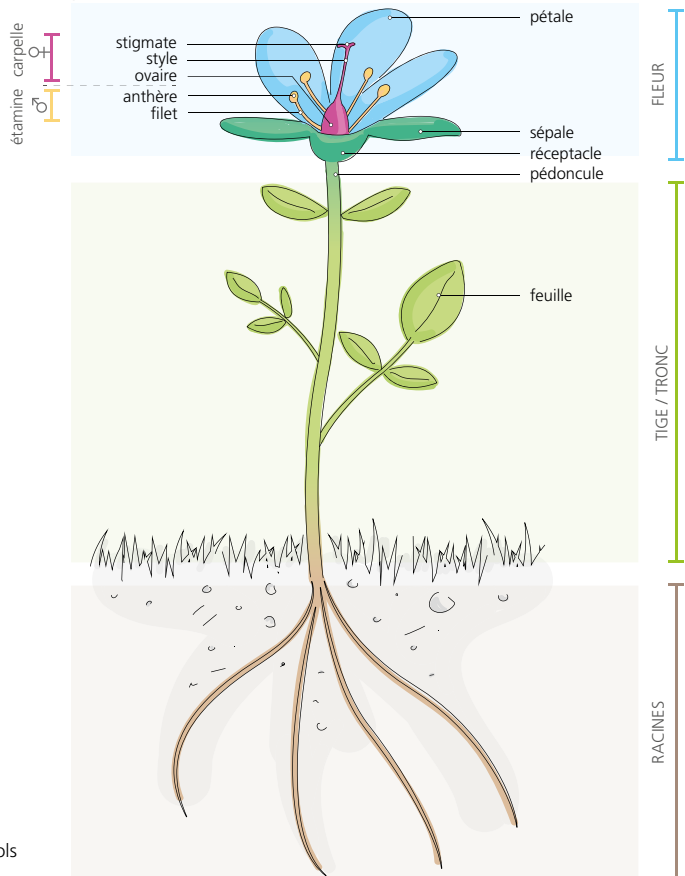
Connaissances de base 2: constitution d'une plante

UNE PLANTE – QU'EST-CE QUE C'EST? → **Durée:** 5–20'

Objectif pédagogique: les PA connaissent la constitution de base d'une plante à fleurs et les fonctions des différentes parties de la plante.

Instructions: Le/la coach cherche une plante à fleurs en chemin et modère une introduction:
a) Le groupe se place de manière à ce que chacun/e voit la plante, sans que celle-ci doive être arrachée. **b)** A tour de rôle, un/e PA lit à l'ensemble du groupe un paragraphe présentant une partie de plante. **c)** Un/e autre PA explique au groupe, comment cette partie de plante se présente sur la plante choisie. Il est aussi possible de poser des hypothèses sur des parties invisibles comme les racines p. ex. **d)** Les organes mâles et femelles sont recherchés sur la fleur. Le module peut aussi être utilisé pour se rafraîchir la mémoire sur un concept ou sur des relations (p. ex. pour le thème de l'adaptation).

Figure 3:
Schéma d'une plante



CONNAISSANCES

Racines

Les racines servent à l'ancrage et à l'absorption d'eau et de nutriments. De plus, les pointes des racines sont aussi le siège de «l'organe de gravité»: des statolithes, minuscules grains d'amidon, obéissant à la gravité, se trouvent dans les cellules à la pointe des racines, indiquant ainsi à la plante le chemin vers le bas. Les plantes ne poussent, par conséquent, pas perpendiculairement au sol mais s'orientent selon la gravité (et la lumière).

Feuilles

Les feuilles sont les centrales énergétiques des plantes. C'est là que se déroule la photosynthèse, c'est-à-dire la production d'énergie, un processus qui nécessite de la lumière et du CO₂. La lumière est capturée par la chlorophylle, le vert des feuilles. Le CO₂ pénètre dans les feuilles par de petits trous microscopiques, appelés stomates, et que la plante peut activement ouvrir ou fermer.

Plus la surface des feuilles d'une plante est importante, plus cette dernière peut effectuer de photosynthèse. Une surface de feuilles importante présente cependant aussi des désavantages considérables, surtout pour les plantes des Alpes (p. ex. grosse déperdition d'eau par évaporation, voir aussi Connaissances de base 1).

Tiges, tronc

Le transport de substances passe par les tiges, respectivement le tronc: l'eau et les nutriments circulent des racines jusqu'aux feuilles et les «sucres» des feuilles jusqu'aux autres parties de la plante, où ils servent à l'approvisionnement en énergie et à la croissance. La tige a une autre fonction essentielle. Elle pousse les feuilles et les fleurs plus haut, permettant ainsi aux feuilles d'avoir plus de lumière et aux fleurs plus d'attention de la part des insectes pollinisateurs.

Fleurs

Les fleurs servent à la reproduction sexuée: le pollen passe d'une fleur au stigmate d'une autre fleur. La fécondation a lieu et une nouvelle combinaison de gènes se produit. Ce processus permet une adaptation aux conditions environnementales qui évoluent.

Une graine se développe à partir de l'ovule végétal fécondé, qui, dans de bonnes conditions, germe et donne naissance à une nouvelle plante.

CONNAISSANCES PARTICULIÈRES

Puisque les plantes sont fermement ancrées et qu'elles ne peuvent donc pas partir à la recherche de leur partenaire sexuel, elles utilisent les services d'insectes ou d'autres animaux ou confient encore leur pollen au vent. Seule une fécondation avec le pollen d'une autre plante conduit à un échange génétique. C'est pourquoi de nombreuses plantes possèdent un mécanisme qui prévient une autofécondation. Par exemple, les étamines ne mûrissent pas en même temps que le pistil.

Connaissances de base 3: les plantes et leur environnement

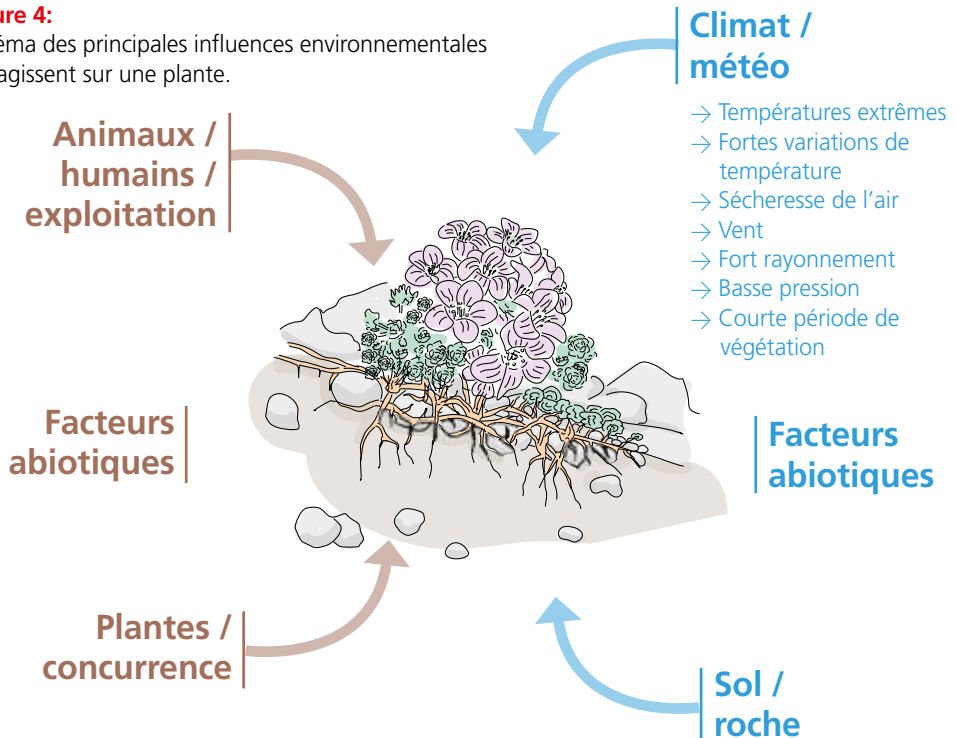
QUI INFLUENCE QUI? → **Durée:** 10–20'

Objectif pédagogique: les PA reconnaissent les conditions environnementales difficiles avec lesquelles les plantes des Alpes doivent composer.

Instructions: Le/la coach dépose la carte G3.0 au sol et recouvre les facteurs environnementaux avec un objet (pierre ou autre) objets. Les facteurs environnementaux sont d'abord rassemblés oralement auprès du groupe et puis découverts sur la carte. Ils sont ensuite discutés, ainsi que leur importance, au sein du groupe. Le/la coach comble les connaissances manquantes à l'aide du texte qui suit, soit en le lisant lui-même soit en laissant un/e PA le lire. Variante indoor: la figure peut aussi servir de base de travail à l'intérieur. Tous les PA déterminent les influences environnementales (p. ex. un Post-it par influence) et les collent sur une feuille. Le groupe classe ensuite les facteurs environnementaux selon leur importance respective.

Le module est une entrée en matière parfaite pour d'autres thèmes comme les thèmes 1 et 2.

Figure 4:
Schéma des principales influences environnementales qui agissent sur une plante.



CONNAISSANCES

La plante est influencée par son environnement de nombreuses manières, en commençant par son lieu de croissance, le climat et les conditions météo, jusqu'à l'ensemble des êtres vivants autour d'elle. Réciproquement, la plante influence aussi son environnement. Le climat qui règne à l'ombre d'un grand arbre est bien différent de celui qui règne à quelques mètres de là sans la protection d'un arbre.

Quelques mots-clés sur les principaux facteurs environnementaux:

Le type de **sol** est déterminant pour une plante. Est-il sec ou humide, pierreux ou profond, stable ou toujours en mouvement? Le sol détermine comment, et même souvent si, une plante peut pousser.

La composition du sol dépend de la **roche** située à sa base: les sols situés sur des roches cristallines (granite, gneiss) sont acides, alors que les sols situés sur des roches calcaires sont alcalines et calcaires. Certaines plantes poussent essentiellement sur des sols acides, tandis que d'autres préfèrent les sols alcalins.

Les plantes sont soumises, durant toute leur existence, au **climat** et aux conditions **météo** actuelles. Elles doivent résister à la chaleur et au froid, aux sécheresses et aux précipitations intenses, aux tempêtes, à une couverture neigeuse de longue durée et à un fort rayonnement.

Les **animaux** et nous autres **êtres humains** influençons les plantes également. Les animaux les pollinisent ou les mangent, les écrasent ou détruisent leurs parasites. Nous fauchons les prairies, fertilisons, coupons les arbres, pulvérisons de l'herbicide et de l'insecticide, aplatissons des pistes de ski et aménageons des sentiers.

Les **plantes** s'influencent aussi **réciroquement**. Elles entrent en compétition pour l'espace et la lumière au-dessus de la surface; elles se concurrencent pour l'eau et les nutriments sous terre. Les plantes s'influencent aussi positivement. Elles préviennent leurs voisins d'une attaque par un nuisible en émettant un messageur chimique par exemple.

CONNAISSANCES PARTICULIÈRES

Le climat extrême est souvent le facteur environnemental le plus important dans les Alpes. Les plantes des Alpes doivent développer des stratégies diverses et parfois sophistiquées pour survivre aux rudes conditions climatiques. C'est le sujet du module T1.

Thème 1: adaptations des plantes alpines au climat

PETITES, MAIS COSTAUDES! → **Durée:** travail de groupe: 30';
présentation d'exemples de plantes: 15–60'

Objectif pédagogique: les PA connaissent les principales stratégies de survie des plantes des Alpes et les ont constatées eux-mêmes au moins une fois.

Instructions: les PA se penchent par petits groupes sur l'une des quatre adaptations présentées dans les cartes suivantes. Chaque groupe reçoit la fiche d'exercice correspondante (T1.1, T1.2, T1.3 ou T1.4), composée d'un texte qui présente l'adaptation et de photos en exemple. Ensuite, les PA cherchent d'autres exemples dans la nature (les marquer, ne pas les arracher) et les présentent aux autres. Le/la coach assure la modération et peut apporter des compléments avec les connaissances spécifiques présentées ici (cf. verso de cette carte).

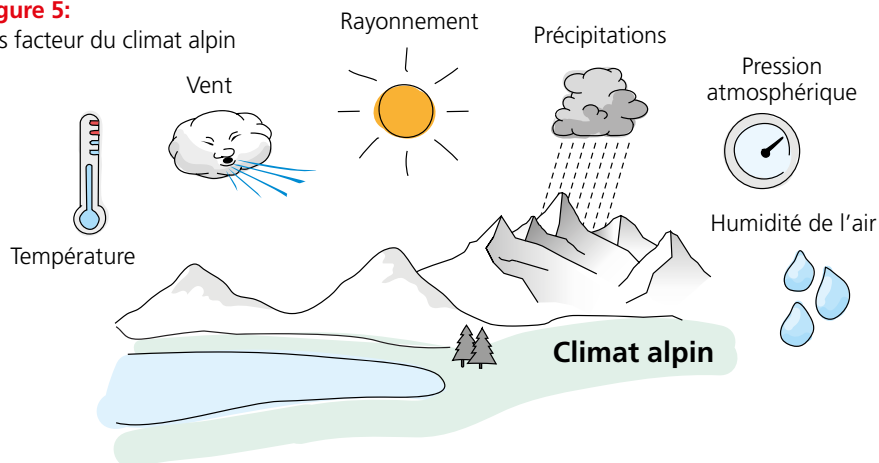
Endroit approprié: terrain vallonné sûr, pas trop raide, avec une végétation alpine basse, à env. 2200–2600 m (étage alpin).

Matériel: loupe, matériel pour la prise de notes, thermomètre et guide botanique

A propos: La plupart des plantes des Alpes possèdent plusieurs mécanismes d'adaptation (cf. Connaissances particulières). Certains de ces mécanismes servent cependant à surmonter plusieurs défis à la fois. Ainsi, les plantes qui poussent en coussinets hémisphériques sont très bien protégées à la fois du froid et de la sécheresse, en utilisant au mieux la chaleur du sol et en stockant de l'eau à l'intérieur des coussinets. De plus, des nutriments, qui proviennent de vieilles feuilles en décomposition, s'accumulent à l'intérieur des coussinets.

Figure 5:

Les facteurs du climat alpin



CONNAISSANCES

Les connaissances nécessaires concernant les adaptations des plantes des Alpes sont présentées dans les fiches d'exercice suivantes.

CONNAISSANCES SPÉCIFIQUES

Une plante qui utilise **plusieurs astuces** à la fois pour survivre en des endroits inhospitaliers est l'azalée **des Alpes**: ses feuilles sont petites et similaires à du cuir et les bords de ses feuilles sont enroulés vers le bas, afin que le moins d'eau possible ne s'évapore par la feuille. La plante entière pousse comme un treillis sur le sol; les bourgeons érigés n'atteignent que quelques centimètres de hauteur. Ainsi la plante peut utiliser au mieux la chaleur du sol et est peu exposée au vent. L'azalée des Alpes crée aussi son propre microclimat. Sa couronne de feuillage dense fonctionne comme une mini serre. Elle freine le vent et permet une augmentation marquée de la température et de l'humidité de l'air. A la base d'un peuplement d'azalées des Alpes, il n'y a quasi pas de mouvement d'air même lors d'une tempête; la température peut monter à plus de 45 °C lors d'une belle journée et l'humidité à 90%. L'azalée des Alpes se fabrique ses propres tropiques au milieu des Alpes!

Figure 6:

Coupe d'une feuille d'azalée des Alpes



Coupe transversale d'une feuille d'azalée des Alpes à l'échelle 1:8 environ. Les stomates se trouvent dans une cavité qui les protège du dessèchement par le vent.



Image 1: l'azalée des Alpes forme une jungle dense du point de vue d'un scarabée.

Exercice 1: adaptation aux basses températures

PLUS ELLES SONT PETITES, MIEUX CELA FONCTIONNE

CONNAISSANCES

La vitesse de presque tous les processus du vivant croît avec la température. A l'inverse, les processus se déroulent tellement lentement en dessous d'une température minimale donnée que les plantes ne peuvent plus pousser.

Plus on s'élève en montagne, plus il fait froid, avec une réduction de température moyenne de 0,6 °C par 100 mètres d'altitude. A une altitude donnée, la température n'est cependant pas uniforme partout. D'une part, le relief (versant ensoleillé ou non, pente, etc.) et d'autre part, la distance au sol jouent un rôle. Le sol emmagasinant une partie du rayonnement solaire, il fait plus chaud très proche du sol et les températures baissent dès que l'on s'éloigne du sol.

Exemple de mesure par beau temps: on a mesuré 17 °C à 3 cm du sol et 12 °C à 2 m.

Les plantes des Alpes utilisent la chaleur du sol. Au lieu de pousser en hauteur, elles restent proches du sol. Ce **nanisme** est d'autant plus fréquent que la température moyenne est basse. A la limite supérieure de la végétation ne poussent que des plantes très basses. La plupart de ces plantes forment des coussinets plats ou des bourgeons rampants.

CONNAISSANCES SPÉCIFIQUES

La limite de végétation la plus marquante, la limite de la forêt, est une limite de température. A partir de 1800 m (Alpes du Nord) ou de 2200 m (Alpes centrales), il fait si froid que plus aucun arbre ne peut pousser. Le nanisme des plantes des Alpes est, par ailleurs et dans une certaine mesure, déterminé génétiquement. Si l'on plantait par exemple un silène acaule en plaine, il ne pourrait pas former de hautes tiges, malgré le climat chaud.

EXERCICE

Cherchez des plantes particulièrement petites dans les environs (marquer les plantes, ne pas les arracher!) Présentez ensuite ces plantes et leurs stratégies d'adaptation aux autres PA. Si quelqu'un a un thermomètre, mesurez la température au sol et à la hauteur des yeux.

EXEMPLES

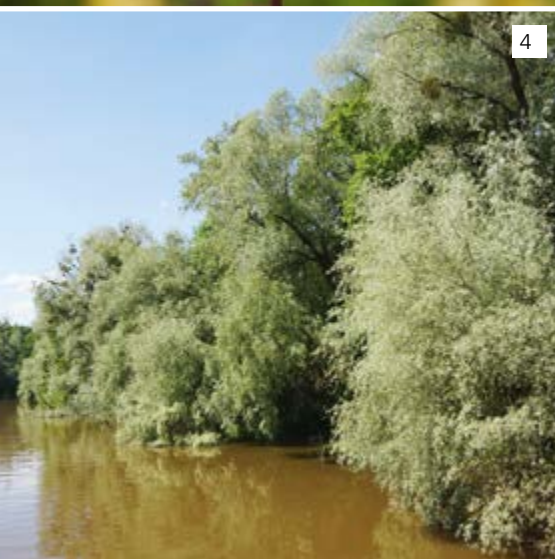
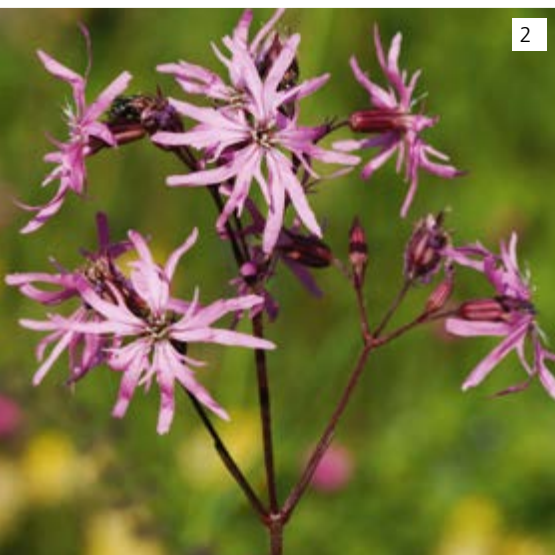
Le nanisme est particulièrement impressionnant lorsque l'on compare des plantes de plaine avec des plantes parentes des Alpes:

Image 2: La **lychnide fleur de coucou**, une plante habituelle des prairies humides du Plateau et des Préalpes, peut atteindre 90 cm de haut.

Image 3: Le **silène acaule**, qui pousse essentiellement au-dessus de la limite de la forêt, atteint un maximum de 3 cm.

Image 4: Les **saules blancs** poussent volontiers sur les berges des fleuves et des lacs et peuvent atteindre une hauteur de 20 m.

Image 5: Le **saule à feuilles de serpolet** pousse jusqu'à 2450 m. Il appartient aux saules nains, qui poussent le long du sol et s'adosent aux rochers. Il en existe 4 espèces différentes dans les Alpes.



Exercice 2: adaptation à l'air sec et au vent

SANS PROTECTION CONTRE L'ÉVAPORATION, IMPOSSIBLE DE SURVIVRE

CONNAISSANCES

L'air froid ne peut pas absorber autant d'humidité que l'air chaud. C'est pourquoi l'air en altitude est toujours plus sec qu'en plaine. De plus, le vent, qui souffle presque toujours plus fort en altitude, dessèche également. Nous le remarquons nous-mêmes: pendant une course en montagne, nous devons boire beaucoup, même les jours où nous transpirons peu. En effet, nous perdons beaucoup de liquide à travers l'air que nous respirons.

C'est la même chose pour une plante des Alpes. Elle doit absorber du CO_2 si elle veut vivre et croître. Elle absorbe le gaz par les stomates, ces tout petits trous à la surface des feuilles que la plante peut ouvrir ou fermer activement. Le CO_2 est absorbé lorsque les stomates sont ouverts, laissant ainsi de la vapeur d'eau s'échapper. Cela signifie qu'une petite quantité d'eau s'évapore lorsque la plante absorbe le gaz, qu'elle le veuille ou non.

Le risque de s'assécher est omniprésent pour les plantes des Alpes. Elles ont donc presque toutes une forme de **protection contre l'évaporation**. Ces protections peuvent prendre des formes très différentes:

- **Faible surface de feuilles:** plus la surface des feuilles est petite, plus les quantités d'eau perdues sont faibles. Les feuilles linéaires-étroites par exemple ne possèdent qu'une faible surface.
- **Forte pilosité:** une forte pilosité ralentit le vent, créant alors une fine couche d'air humide qui entoure la feuille et diminue l'évaporation.
- **Feuilles roulées:** les bords des feuilles de certaines plantes sont enroulées vers le bas, créant alors une petite cavité sur la face inférieure de la feuille dans laquelle une couche d'air humide peut se constituer. Les stomates de ces plantes ne sont présents que sur la face inférieure de la feuille, dans la cavité (figure 5, carte T1.0).
- **Succulence (propriété des plantes «grasses»):** la succulence est surtout connue des plantes du désert et en particulier des cactus. Les feuilles épaisses ou encore les tiges servent de réserve d'eau.

EXERCICE

Cherchez des exemples de mécanismes de protection contre l'évaporation dans les environs (marquez les plantes, ne les arrachez pas!) Prenez une loupe avec vous. Présentez ensuite vos exemples et leurs modes de fonctionnement aux autres PA.

EXEMPLES

Image 6: Le **nard raide**, ou «poil de bouc» pour ses feuilles ressemblant à des poils, est fréquent sur sol acide, et parfois dense dans les pâturages alpins car il n'est pas brouté par les animaux.

Images 7 + 8: Deux plantes des Alpes connues, qui se protègent grâce à une pilosité importante, sont l'**edelweiss** et l'**anémone de printemps**. L'edelweiss pousse sur des sols rocaillieux et calcaires. L'anémone de printemps fait partie des premières plantes qui poussent sur les pâturages acides après la fonte des neiges.

Image 9: Les **feuilles de l'azalée des Alpes**, dont les bords sont enroulés vers le bas, ressemblent souvent à de petites aiguilles. Il faut les observer de près pour voir que ce sont des feuilles.

Image 10: Les feuilles charnues de la **joubarbe** peuvent stocker de l'eau et elle peut alors pousser dans des endroits très secs, p. ex. sur des toits de maisons ou des rochers.

Image 11: La **joubarbe à toile d'araignée** se protège additionally avec des poils ressemblant à de longues toiles d'araignée.



6



7



8



9



10



11

Exercice 3: adaptation à une courte période de végétation

BIEN PRÉPARÉES POUR UN DÉMARRAGE EFFICACE

CONNAISSANCES

Lorsqu'une plante ne peut pas faire la photosynthèse car il fait trop sombre ou trop froid, une phase de repos s'enclenche. Mais les fonctions vitales de base doivent être maintenues lors de ces phases; la plante brûle donc des substances de réserve afin d'en retirer de l'énergie.

Si la plante ne peut pas accumuler suffisamment de substances de réserve durant la période de végétation, elle meurt de faim en hiver. Elle a donc besoin d'une période de végétation minimale. Chez les plantes des Alpes les plus frugales, cette période dure à peine deux mois, alors que toutes les autres plantes ont besoin d'une période plus longue.

Les plantes des Alpes utilisent différentes astuces pour pouvoir exploiter au mieux cette courte période de végétation. Beaucoup d'entre elles possèdent des **feuilles sempervirentes**, c'est-à-dire des feuilles qui restent vertes en hiver. Elles peuvent ainsi commencer la photosynthèse dès que la neige a fondu.

Elles forment les **bourgeons floraux l'année précédente** déjà afin que le temps suffise pour la floraison et la maturation des graines.

La renoncule des glaciers s'y prend même encore plus à l'avance: elle forme les bourgeons floraux 2 ans avant qu'ils ne fleurissent.

La floraison rapide en été n'est cependant pas toujours suffisante. Les insectes, qui volent moins nombreux en altitude qu'en plaine, doivent encore être en mesure de trouver les fleurs. Sinon la pollinisation n'est pas assurée. Afin de faciliter le travail des insectes, de nombreuses plantes des Alpes forment de **grandes fleurs** proportionnellement à leur taille, qui présentent des **couleurs éclatantes**, qui sentent fort et qui récompensent leurs visiteurs par des portions généreuses de nectar. Certaines plantes fournissent en plus un service particulier: elles modifient la couleur de leurs pétales une fois qu'elles ont été pollinisées afin d'indiquer de loin aux insectes quelles fleurs valent la peine d'être visitées.

EXERCICE

Cherchez des exemples de feuilles sempervirentes et de grandes fleurs éclatantes dans les environs (marquez les plantes, ne les arrachez pas!) Présentez ensuite vos exemples et leurs modes de fonctionnement aux autres PA.

EXEMPLES

Image 12: Les fleurs de la **renoncule des glaciers** ne s'ouvrent qu'au 3^e été, munie d'un système d'information pour les insectes: fleurs roses au lieu de blanches dès qu'elles sont pollinisées.

Images 13: L'**androsace petit jasmin** communique l'âge de ses fleurs aux pollinisateurs: jaune pour les jeunes et rouge pour les plus vieilles.

Image 14: L'**arctostaphyle raisin-d'ours** a des feuilles persistantes et robustes pour ne pas geler et de ne pas se dessécher, rêches et font penser à du cuir au toucher, comme la plupart des feuilles persistantes.

Image 15: La **soldanelle** est l'une des premières plantes à fleurir après la fonte des neiges. Parfois les fleurs se forment déjà sous la neige et la percent.

Image 16: Les fleurs de la **saxifrage à feuilles opposées** sont énormes en comparaison avec ses toutes petites feuilles triangulaires et visibles de loin grâce à leurs couleurs éclatantes.



Exercice 4: adaptation à un fort rayonnement

TROP DE SOLEIL EST MALSAIN

CONNAISSANCES

L'intensité lumineuse, ou autrement dit le rayonnement solaire, augmente avec l'altitude. Ceci est particulièrement vrai pour le rayonnement UV (ultraviolets). En été c'est deux fois plus lumineux à 1600 m qu'au niveau de la mer et en hiver six fois plus. La lumière, et en particulier les UV, est partiellement absorbée dans l'atmosphère, ce qui explique qu'une plus petite quantité parvienne aux basses altitudes.

Une forte intensité lumineuse est un atout pour les plantes puisqu'elle favorise la photosynthèse. Le fort rayonnement en montagne permet aux plantes des Alpes de produire suffisamment de sucre et donc d'en retirer suffisamment d'énergie, même à de basses températures.

Mais une trop forte intensité (en particulier le rayonnement UV) ne nuit pas qu'à nous, les êtres humains, mais aussi aux plantes. Elles aussi doivent se protéger, en produisant une quantité élevée de pigments, en s'enveloppant d'un pelage dense ou en se parant d'une cuticule épaisse. La cuticule est une couche qui recouvre les parois cellulaires externes et est composée de dépôts successifs de cire.

EXERCICE

Cherchez des exemples d'adaptation dans les environs (marquez les plantes, ne les arrachez pas!) Servez-vous d'une loupe. Présentez ensuite vos exemples et leurs modes de fonctionnement aux autres PA.

Indication: les feuilles qui apparaissent grises, bleutées ou blanchâtres possèdent souvent un pelage dense (cf. images de l'edelweiss et du séneçon).

EXEMPLES

Image 17: Les **pigments**, qui protègent les feuilles vertes des plantes des Alpes du fort rayonnement UV, sont généralement rouge foncé. Ils sont facilement observables chez la **joubarbe**. La coloration rouge est souvent plus intense sur le côté de la plante exposé au soleil.

Image 18: La **pilosité dense** de l'**edelweiss** la protège aussi bien du dessèchement que du fort rayonnement. Les feuilles blanches, qui nous apparaissent comme des pétales, sont en réalité des feuilles vertes très poilues qui servent à rendre reconnaissables aux insectes les petites fleurs jaunâtres qui se trouvent en leur centre.

Image 19: Le **séneçon de Haller** protège aussi ses feuilles contre le rayonnement UV et la sécheresse à l'aide d'une fourrure dense composée de fins poils blancs. La coloration intense des fleurs a une double utilité pour la plante: les nombreux pigments permettent d'éviter des dégâts dus au fort rayonnement et attirent les insectes. Le séneçon de Haller pousse sur des sols rocaillieux pauvres en calcaire et jusqu'à 3000 m d'altitude. En Suisse, on le trouve uniquement dans le sud du Valais.



17



18



19

Thème 2: adaptation des plantes alpines à un sol en mouvement

PLUS ÇA BOUGE, PLUS C'EST ÉPINEUX → **Durée:** Intro: 5'; travail de groupe: 20–30';
Présentation des exemples de plantes: 10–30'

Objectif pédagogique: les PA connaissent les stratégies majeures des plantes des Alpes pour s'ancrer dans des substrats instables et pouvoir pousser.

Instructions: Le/la coach organise et modère.

- 1) Il/elle cherche un lieu adapté, donne une introduction sur le thème et répartit les PA en 3 groupes.
- 2) Introduction possible: les PA réfléchissent ensemble où se forment des déserts rocailloux et des pierriers en montagne et pourquoi. Ils/elles réfléchissent aussi aux facteurs qui conditionnent si et dans quelle mesure de tels environnements peuvent être colonisés par des plantes. Le/la coach complète la réflexion avec des infos tirées du texte «Connaissances» (voir ci-dessous), si nécessaire.
- 3) Travail de groupe: comment les plantes arrivent-elles à pousser même sur des pierriers en mouvement?
 - a) Chaque groupe reçoit une fiche d'exercice T2.1 et cherche une plante typique des pierriers (si possible une espèce différente pour chaque groupe).
 - b) Les PA dégagent à la main et par petits groupes les racines de la plante choisie.
 - c) Ils/elles essaient ensuite de comprendre la stratégie de la plante. La fiche d'exercice, qui présente et explique de façon schématique les principales stratégies, peut aider.
 - d) Ensuite les groupes se présentent mutuellement leur plante et sa stratégie.
 - e) Finalement les racines des plantes sont à nouveau recouvertes délicatement.

Attention: afin de minimiser les dégâts le plus possible, les plantes choisies devraient se trouver à proximité des chemins et ne devraient pas être déterrées complètement!

Endroit approprié: pierriers avec des pierres petites et moyennes (pas d'éboulis erratiques) ou moraines. Uniquement en des lieux qui ne sont pas soumis à un risque de chute de pierres!

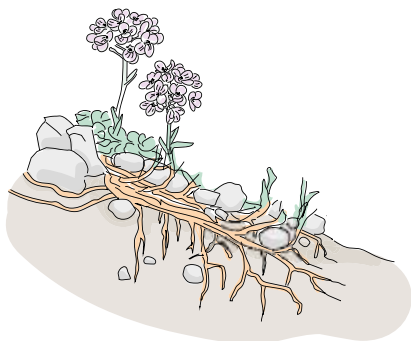
CONNAISSANCES

De loin, on a souvent l'impression qu'il n'y a que des pierres en montagne. De tels déserts rocailloux se forment dans trois situations. A partir de 2700 à 3000 m, la température moyenne est si basse que le sol ne peut quasiment plus se former et les pierres reposent donc à nu (on parle de l'étage nival). Mais des déserts rocailloux se forment aussi à plus basse altitude. Des pierriers se forment fréquemment sous de gros rochers érodés d'une part et, d'autre part, les pierres et le gravier restent là où le glacier se retire.

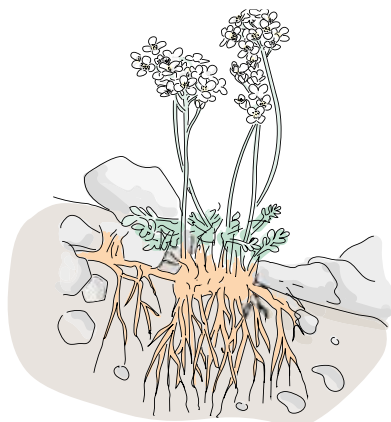
Les facteurs qui déterminent si et dans quelle mesure les plantes peuvent coloniser les pierriers sont principalement la part de matériau fin (gravier et sable) et le mouvement du sol. Plus les pierriers sont constitués de matériau grossier et donc plus la part d'éléments fins est faible, et plus il est difficile pour les plantes de s'implanter car le matériau grossier retient mal l'eau ou les nutriments.

Si les pierres d'un pierrier sont en mouvement, ce dernier impose des exigences particulièrement élevées à ses colonisateurs. Mais on y trouve tout de même quelques plantes:

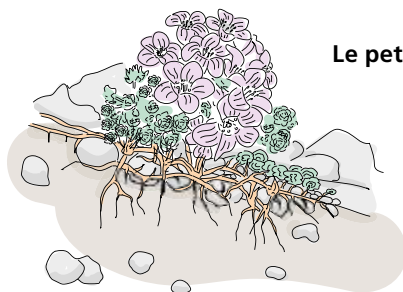
- **Les migrantes** qui poussent vers l'aval en suivant le mouvement des pierriers.
- **Les rampantes** qui essaient de toujours rester en surface en formant un tapis par-dessus les pierriers.
- **Les résistantes** qui essaient d'arrêter le mouvement du sol à l'aide de puissantes racines pivotantes.



Le tabouret migre.



Le petit cresson du chamois résiste.



Le saxifrage rampe.

Adaptation des plantes alpines à un sol en mouvement

SUIVRE, S'OPPOSER AU MOUVEMENT OU RESTER EN SURFACE

CONNAISSANCES

Trois stratégies pour tenir sur un substrat mouvant:

Les migrantes suivent le mouvement

Pour le **tabouret à feuilles rondes** (image 20) par exemple, ce n'est pas la fin du monde quand des pierres déferlent sur lui. Il faufile ses pousses à travers le pierrier et refait surface à la prochaine occasion. Tandis que ses racines longues et fines le retiennent, le reste de la plante pousse toujours plus bas le long de la pente.

Les rampantes restent en surface

D'autres plantes des pierriers, comme la **linaire des Alpes** (image 21), essaient de toujours rester en surface. Elles forment un maillage de pousses sur les pierriers et s'enracinent entre les pierres à faible profondeur. Si elles se font arracher par le mouvement, elles s'enracinent à nouveau ailleurs.

Les résistantes s'enracinent fortement

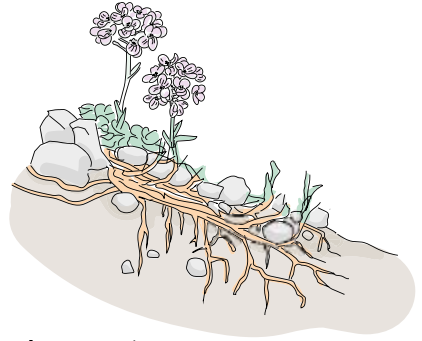
Un troisième groupe de plantes crée un îlot stable en se fixant au substrat à l'aide de racines puissantes. Leur ancrage est parfait mais, si elles se font recouvrir par de grosses pierres, elles meurent en général. Le petit **resson de chamois** (image 22) appartient à ce groupe.

EXERCICE

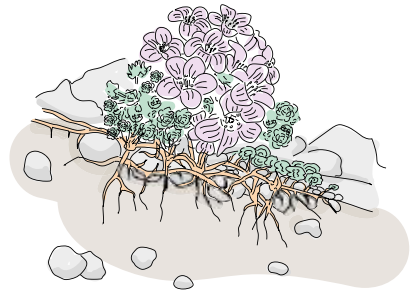
Cherchez une plante des pierriers, si possible près du sentier. Dégagez les racines (au mieux à la main) afin que vous puissiez reconnaître la stratégie de la plante. A quel type appartient-elle? Présentez ensuite votre plante et sa stratégie aux autres PA. A la fin, recouvrez à nouveau les racines de votre plante délicatement.

Conseil d'observation: la nature suit rarement un schéma. Il est donc bien possible que vous ne découvriez pas une seule stratégie claire mais un mélange de deux stratégies pour la plante déterrée.

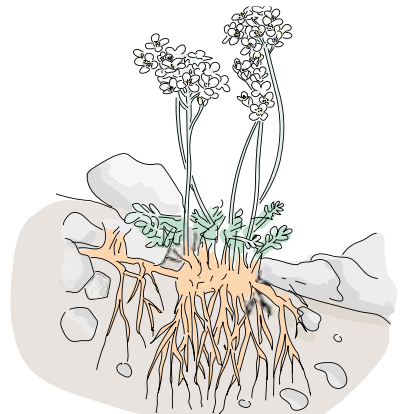
Figure 7: les 3 principales stratégies des plantes de pierrier.



Le tabouret migre.



Le liniaire des Alpes (image 21) et **le saxifrage rampent.**



Le petit cresson du chamois résiste.

Thème 3: lichens, mousses et plantes à fleurs

QUI EST QUI? → **Durée:** 30–40'

Objectif pédagogique: les PA connaissent les caractéristiques principales des lichens, des mousses et des plantes à fleurs et peuvent les distinguer les uns des autres.

Instructions: trois PA reçoivent chacun une fiche d'exercice avec la définition et les caractéristiques des lichens, des mousses et des plantes à fleurs. Ils les lisent au groupe. Les PA se répartissent ensuite dans les trois groupes et partent à la recherche des végétaux correspondant aux définitions entendues. En cas de doute, procéder à une discussion en commun.

Clôture possible: «réanimation» d'une mousse desséchée comme expérience «waouh» et test qu'il s'agit bien d'une mousse. Si une mousse desséchée est arrosée, elle se sature en eau en quelques minutes et redevient verte.

Endroit approprié: partout où l'on trouve des plantes.

Image 23: «Quoi est quoi»: ici les **lichens, mousses et plantes à fleurs** se partagent un rocher.

Lichens: croûtes grises et colorées sur les rochers.

Mousses: coussinets de couleur olive dans des fissures colonisées par la végétation.

Plantes à fleurs: tous les autres végétaux verts, le plus remarquable étant la fleur rouge de la joubarbe à toile d'araignée.



CONNAISSANCES

Les connaissances nécessaires se trouvent dans les fiches d'exercice. Le tableau suivant résume les points essentiels:

	Lichens	Mousses	Plantes à fleurs
Courte définition	Organismes composites formés d'une algue et d'un champignon; forme de vie propre attribuée aux champignons, mais qui occupe une position particulière au sein du règne des champignons.	Plantes à constitution simple sans système de transport de l'eau et sans racines.	Plantes hautement évoluées avec des systèmes de transport de l'eau et des racines. Sont partiellement ligneuses.
Caractéristiques physiques	Rêches, durs ou caoutchouteux; différentes couleurs: tons gris, bruns, olive, jaunes, orange, vert acidulé, etc.	Petites plantes tendres; généralement vertes à l'état humide et brun-gris voire noires quand desséchées.	Grande diversité de formes: de très petites plantes jusqu'aux arbres; presque toujours avec des feuilles vertes ou des aiguilles et, au moins temporairement, avec des fleurs.
Lieu de croissance	Lieux extrêmes surtout: lieux dans lesquels ils ne sont pas évincés par des plantes à fleurs poussant rapidement, comme les rochers, les arbres, le bois mort, les sols pauvres, etc. Les régions à brouillard sont particulièrement appréciées.	Préfèrent les endroits ombragés et humides; plus rarement des endroits qui s'assèchent.	Lieux de croissance très variés; dans les endroits extrêmes prisés par les lichens (p. ex. rochers à haute altitude), les plantes à fleurs ne peuvent plus pousser.
Absorption d'eau	Sur toute leur surface, c.-à-d. par le champignon; la rosée et le brouillard suffisent à couvrir les besoins en liquide de la plupart des lichens.	Sur toute leur surface; les mousses se saturent comme des éponges en cas de pluie.	Surtout par les racines; l'eau est distribuée par les vaisseaux aux autres parties de la plante.

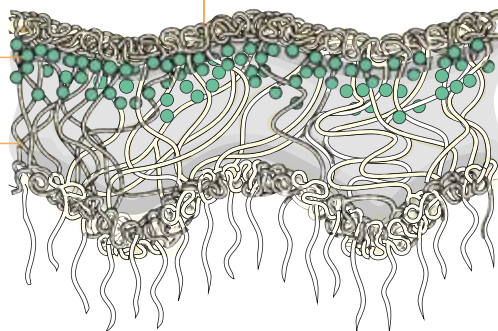
Lichens – un partenariat à succès

CONNAISSANCES

Les lichens sont des organismes composites, une symbiose entre un champignon et une algue. Chaque espèce de lichens est constituée d'une espèce de champignon spécifique et d'une espèce d'algue spécifique et elle prend une forme qui lui est propre. Le champignon entoure l'algue et la protège de la sécheresse et d'un fort rayonnement. Il fournit aussi à son algue de l'eau et des sels minéraux qu'il prélève dans l'atmosphère. En contrepartie, l'algue effectue la photosynthèse et livre ainsi l'énergie à la symbiose. Il s'agit là d'une symbiose classique: les deux partenaires profitent l'un de l'autre et ils sont très performants ensemble. Ils poussent sur toute la planète en des endroits extrêmes, là où les plantes ne peuvent pas pousser. Ils colonisent, par exemple, les rochers des plus hauts sommets des Alpes.

Figure 8: Coupe d'un lichen

Algues Couche supérieure (mycélium des champignons)



Hyphes des champignons

On distingue trois groupes de lichens selon leurs formes de croissance: les lichens crustacés, les lichens foliacés et les lichens fruticuleux. Alors que les lichens crustacés sont fermement attachés au substrat, les lichens foliacés n'y sont attachés que de façon lâche et partielle. Les lichens fruticuleux se ramifient dans les trois dimensions; ils poussent sous forme de petits arbustes ou pendent aux arbres (Usnées barbues). Les lichens se distinguent des mousses par leur forme et leur couleur. Les lichens sont généralement gris, gris-vert ou bruns, parfois jaunes, jaune-vert ou orange. Ils sont durs ou rêches au toucher.

Les lichens poussent très lentement. L'Usnée, qui pend aux arbres des forêts de montagne, fait partie des lichens dont la pousse est la plus rapide avec ses 2 cm de croissance par an. Le lichen géographique vert-jaune ne pousse que d'environ 4 mm en 100 ans.

Certains lichens réagissent de façon sensible aux polluants atmosphériques. Si l'on trouve une quantité particulièrement élevée de lichens sur les arbres dans une forêt de montagne, il s'agit généralement d'un signe de bonne qualité de l'air. Les lichens ne nuisent en aucune façon aux arbres.

EXERCICE

Cherchez différents lichens dans les environs et observez-les à la loupe. A quels types appartiennent ces lichens? Quel est leur âge selon vous?

EXEMPLES

Image 24: Les rochers sont souvent presque totalement recouverts de lichens. Ici, plusieurs espèces de lichens crustacés dont le **lichen géographique** vert-jaune se sont unies, au côté de quelques lichens foliacés gris, pour former ce tableau.

Image 25: Le rare **lichen pulmonaire** (*Lobaria pulmonaria*) appartient aux lichens foliacés. Il pousse sur les arbres dans des forêts de montagne riches en précipitations.

Image 26: Le **lichen tue-loup** (*Letharia vulpina*), d'un vert éclatant, est un lichen fruticieux et il est aussi toxique que sa couleur le laisse entrevoir: il était utilisé jadis pour empoisonner les loups. Il pousse presque exclusivement sur l'écorce des mélèzes.

Image 27: Le **lichen des rennes** pousse souvent aux côtés d'arbustes nains.



24



25



26



27

Mousses – les tendres vertes

CONNAISSANCES

Les mousses sont généralement petites, tendres et vertes. Elles se distinguent de toutes les autres plantes car elles ne forment pas de vaisseaux, ce qui veut dire qu'elles ne peuvent pas transporter l'eau dans des circuits. Les vaisseaux servent aussi toujours d'éléments porteurs dans le règne végétal, et ces derniers font donc défaut aux mousses. Cette particularité pose des limites strictes à la croissance verticale et les mousses ne dépassent généralement pas quelques centimètres de hauteur. Les mousses n'ont pas non plus de véritables racines. Elles ne possèdent que de fins filaments de cellules pour l'ancrage. Elles ne peuvent pas les utiliser pour absorber de l'eau et elles utilisent l'ensemble de leur surface à la place. Elles préfèrent donc des endroits ombragés et humides. Le fait qu'il y ait peu de lumière ne gêne pas les mousses qui se contentent de peu à ce niveau-là. 0,1% de l'ensoleillement journalier suffit à leur survie.

En cas de sécheresse, les mousses se dessèchent rapidement, ce qui ne signe de loin pas leur arrêt de mort. Elles ont développé différentes stratégies pour garder un minimum d'eau et survivre ainsi à de longues périodes de sécheresse. De nombreuses mousses s'enroulent sur elles-mêmes ou se replient en cas de sécheresse. D'autres, comme les mousses de haut-marais (sphaignes), protègent leurs cellules vivantes avec des cellules mortes qui les entourent et qui peuvent se saturer en eau. Les mousses de tourbe peuvent multiplier leur poids sec par vingt en absorbant de l'eau. Les mousses qui poussent sur des rochers ensoleillés tournent sur elles-mêmes, à la façon d'une vis, et se protègent aussi avec des filaments clairs. Les mousses se propagent à l'aide de spores comme les fougères et les prêles. Les spores se développent, chez la plupart des mousses, dans des capsules de spores pédonculées (images 29). Les mousses ne forment pas de fleurs.

EXERCICE

Cherchez différentes mousses dans les environs et observez-les à la loupe. Cherchez les feuilles, les capsules de spores et les protonemata (filaments). Où se trouve le plus de mousses dans les environs?

EXEMPLES

Image 28: Semblables à de petits hémisphères de peluche – **bijou en mousse** d'un petit torrent de montagne.

Image 29: Cette mousse (Polytriche commune), très répandue en forêt, a formé de nombreuses capsules de **spores**. Lorsque les capsules sont mûres, elles s'ouvrent et laissent s'échapper une multitude de spores minuscules.

Image 30: Les **sphaignes** sont les bâtisseuses des haut-marais. Tandis que les petites pousses tendres poussent lentement en hauteur, la tourbe se forme en-dessous à partir de leurs parties mortes.

Image 31: Ceci est aussi une mousse: une **mousse desséchée** (mais vivante!) sur un rocher. La mousse est la touffe de couleur vert olive, presque noire, sur la partie droite de l'image. À côté de la mousse vivent de nombreux lichens crustacés (croûtes grises et vert-jaune) et, au moment de la photo, une araignée se balade sur le rocher.



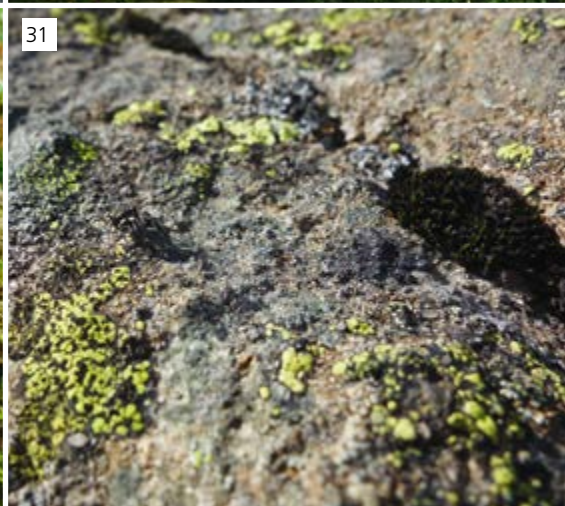
28



29



30



31

Plantes à fleurs – une diversité florissante

CONNAISSANCES

Les plantes à fleurs, aussi appelées angiospermes, constituent le groupe le plus évolué du règne végétal. Elles présentent une constitution complexe avec des racines, des tiges ou un tronc, des feuilles et des fleurs. Elles possèdent en outre des vaisseaux qui permettent le transport d'eau et de nutriments et qui assurent aussi une fonction de support. Tout ceci permet aux plantes à fleurs de pousser en hauteur et de prendre des formes variées.

La diversité des formes semble ne pas connaître de limites: des herbes insignifiantes, qui poussent entre les pavés, aux grands arbres et aux orchidées colorées en passant par les herbes de nos prairies et de nos pâturages, tous sont des plantes à fleurs. L'écrasante majorité des plantes appartient à ce groupe.

La constitution simplifiée d'une plante à fleurs est expliquée dans «Connaissances de base G2.0», où l'illustration ne couvre pas le spectre complet des plantes à fleurs. La constitution d'une fleur diverge fortement d'une représentation schématisée standardisée pour beaucoup d'espèces comme les graminées.

CONNAISSANCES PARTICULIÈRES

Les fleurs et les insectes pollinisateurs ont évolué en parallèle. Certaines plantes parient sur un large spectre de pollinisateurs et possèdent, pour cette raison, des fleurs simples, ouvertes et souvent symétriques. D'autres plantes se sont spécialisées et ne s'associent qu'à des groupes spécifiques de pollinisateurs et, dans des cas extrêmes, qu'à quelques espèces d'insectes seulement. La fleur de lis martagon exige, par exemple, de ses pollinisateurs que ces derniers sachent se ravitailler en vol stationnaire et qu'ils soient capables d'introduire leur longue trompe par le bas de la fleur. Seuls quelques Sphinx en sont capables.

Les fougères et les prêles n'appartiennent pas aux plantes à fleurs, car elles ne forment ni fleurs ni graines, mais des spores tout comme les mousses. Les fougères et les prêles possèdent cependant des vaisseaux et des racines. Elles se situent donc à mi-chemin entre les mousses et les plantes à fleurs. Elles forment, avec les plantes à fleurs, le groupe des plantes vasculaires.

EXERCICE

Cherchez des plantes à fleurs avec des constitutions et des fleurs très différentes dans les environs.

EXEMPLES

Image 32: La **linaigrette de Scheuchzer** pousse souvent sur les berges des lacs de montagne. Les poils blancs aident à l'envol des graines.

Image 33: Les arbres et les arbustes nains appartiennent aux plantes à fleurs. On voit ici une forêt clairsemée aux couleurs automnales avec des **arolles**, des **mélèzes**, des **genévriers** (buisson nain aux aiguilles vert foncé) et des **myrtilles** (feuilles rouges).

Image 34: Le **trèfle alpin** répand un parfum doux et puissant, se trouve souvent sur des pelouses alpines acides (en dessus de la limite des arbres, sur des roches cristallines).

Image 35: L'**orchis vanillé** est une petite orchidée protégée qui sent la vanille ou le chocolat.

Image 36: De loin, les fleurs du **vératre** semblent d'un vert banal. De près, elles sont splendides avec leurs pétales vert clair symétriques ornés de veines vert foncé et de petites franges.

Image 37: La beauté d'un **lis martagon**, protégé, ne doit être expliquée à personne. Les chevreuils se régalent de ses bourgeons et de ses fleurs.

