

Les pelouses alpines



↑ Pelouses alpines dans les Alpes valaisannes avec une profusion de plantes en fleurs en été.

Présentes aux étages subalpin et alpin, les pelouses alpines sont caractérisées par une végétation herbacée rase. Recouvrant antérieurement les plaines d'Europe lors des périodes de glaciation, elles sont aujourd'hui cantonnées aux montagnes et aux régions arctiques. Les espèces artico-alpines de ces pelouses ont développé de nombreuses adaptations pour supporter des températures moyennes très basses, le vent et la persistance d'un épais manteau neigeux pendant des mois.

Des poils protecteurs

Certains végétaux sont couverts d'un épais duvet de poils blancs qui les protège des rayons UV nocifs. La réflexion de la lumière par ces poils empêche aussi un trop fort échauffement de la plante en plein soleil, atténuant les écarts thermiques entre le jour et la nuit. Cette pilosité retient également l'humidité et limite ainsi les pertes dues à l'évaporation par les stomates.



← Chez l'edelweiss (*Leontopodium nivale* subsp. *alpinum*) et l'épervière alpicole (*Pilosella alpica*) les poils recouvrent aussi bien les parties végétatives que reproductrices de la plante.

Rester bas et couché

Ces pelouses sont caractérisées par l'absence d'arbres dressés. Pourtant quelques végétaux ligneux existent sous une forme prostrée afin que leurs rameaux ne se brisent à cause du vent ou sous le poids de la neige. Cette forme couchée permet également aux végétaux de profiter de la protection thermique du manteau neigeux et de bénéficier de la chaleur emmagasinée par le sol et les pierres.



← Les rameaux plaqués au sol du saule à feuilles de serpolet (*Salix serpyllifolia*). Le saule à feuilles réticulées (*Salix reticulata*), une espèce prostrée, qui dispose également de feuilles recouvertes de poils laineux.

Le coussin et son microclimat

La forme en coussin expose une petite surface à l'air ambiant. Il se développe un microclimat au cœur de la plante où les variations de température sont atténuées (plus fraîches le jour et plus chaudes la nuit). Cette forme en carapace préserve également une certaine humidité face aux vents desséchants.



↑ Silène acaule (*Silene acaulis*) et minuartie faux-orpin (*Minuartia sedoides*), avec une même forme en coussinet, exemple de convergence évolutive face aux contraintes environnementales.

Ces coussinets jouent aussi un rôle de plantes nurses: elles constituent un abri facilitant l'installation d'autres espèces végétales.



Le coussin de silène acaule facilite l'installation de l'éritriche nain (*Eritrichium nanum*) aux fleurs bleues.

Les pelouses alpines



↑ Dépression recouverte de neige au mois de juillet dans les Pyrénées

Une mosaïque de milieux

L'impact des sols et du relief sont à l'origine d'une multitude d'habitats particuliers également influencés par l'environnement climatique. Cette mosaïque de micro-habitats engendre l'émergence de communautés végétales particulières.



↑ la soldanelle des Alpes (*Soldanella alpina*) et la renoncule des glaciers (*Ranunculus glacialis*), deux plantes dites à «activité clandestine», démarrant leur développement printanier sous la neige. →



Dans les combes à neige : effectuer son cycle de vie au plus vite

La neige persiste très longtemps au sein de ces dépressions. Des plantes, comme la soldanelle, développent des bourgeons végétatifs et floraux sous la couche neigeuse, anticipant sa fonte pour entamer directement leur développement. Chez la renoncule des glaciers, les processus de la photosynthèse sont initiés au plus tôt grâce à la persistance des feuilles toute l'année.

Le nanisme est aussi une adaptation à une saison de végétation particulièrement courte. Une petite taille et une croissance lente permettent d'économiser les ressources de la plante et de survivre à ces conditions environnementales difficiles.

Sur les crêtes ventées : s'installer coûte que coûte

Subissant le dessèchement, privées de la protection neigeuse, ces pelouses très exposées n'accueillent que des végétaux parfaitement adaptés au froid, à la sécheresse, aux sols pauvres peu épais et mettant à profit les vents récurrents.



↑ Paysage de crête ventée dans les Pyrénées.

Des plantes y poussent en touffes serrées pour protéger leur cœur de la dessiccation et du gel tout en facilitant l'accumulation de matière organique issue de la décomposition de leurs feuilles mortes. D'autres tirent parti du vent, produisant en masse des graines munies d'appendices plumeux pour les disperser sur de grandes distances.



↑ La laïche courbée (*Carex curvula*) en touffe dense et la dryade à huit pétales (*Dryas octopetala*) avec ses nombreuses graines plumeuses.

Le rôle structurant des graminées: facilitation ou compétition?

Les très nombreuses graminées façonnent le profil de ces pelouses. Par leur chevelu racinaire dense, elles retiennent le substrat et limitent l'érosion des sols en pente. Elles favorisent ainsi l'implantation d'autres espèces et contribuent à la diversité des associations végétales. Inversement, d'autres graminées sont hautement compétitives.



↑ Banquettes créées par une graminée - la Fétuque eskia (*Festuca eskia*) - sur les pentes d'un cirque pyrénéen.



↑ La fétuque paniculée (*Patzkea paniculata*), ample et compétitive qui ne permet l'installation que de plantes supportant sa concurrence.

Les falaises, rochers et pierriers

Vivre et se reproduire dans des éboulis instables

Des végétaux vont «s'ancrer» au substrat en produisant un dense réseau racinaire fasciculé ou un pivot profond aptes à s'immiscer entre les roches. D'autres vont « migrer » en suivant l'éboulis grâce à des rhizomes ou des stolons. Ceux-ci, fragmentés par les blocs rocheux, permettent à la plante de se propager. Cette multiplication végétative est plus efficace que la reproduction sexuée bien plus aléatoire dans ces milieux rocailleux inhospitaliers.



← Racine pivot du laser de France (*Laserpitium gallicum*) et l'avoine de Parlatoire (*Helictotrichon parlatoire*), graminée pionnière qui peut s'implanter dans les éboulis grâce à son dense chevelu racinaire.



← La benoîte rampante (*Geum reptans*) et ses stolons aériens qui formeront des clones du pied-mère.

Ces milieux naturels sont marqués par l'omniprésence du minéral. La roche-mère est affleurante, la couche de terre, si elle est présente, est mince et pauvre en matière organique. Les pierres sont partout et constituent la quasi intégralité des sols (lithosols). Les éboulis, les parois et dalles rocheuses sont des lieux où l'on s'étonne de rencontrer des végétaux. Des plantes spécialistes de ces milieux pierreux (appelées chasmophytes ou lithophytes) arrivent néanmoins à croître dans ces conditions extrêmes.

Tolérer la composition chimique de la roche

La nature chimique de la roche-mère est une composante importante de ces lithosols. Le calcaire peut occasionner des stress métaboliques néfastes au bon fonctionnement des cellules végétales. En conséquence, certaines plantes sont capables d'éliminer le calcium présent en trop grande quantité dans leurs cellules.



← Les concrétions de calcite, situées à la marge des feuilles de la saxifrage incrusté (*Saxifraga crustata*), sont excrétées par des structures poreuses spécialisées nommées hydathodes.

Comment ne pas geler sur les parois rocheuses ?

La vie sur les falaises soumet davantage les plantes au froid et au vent car elles ne profitent pas de l'isolation thermique offerte par la neige. Pour se préserver des basses températures, les racines des plantes vont donc s'immiscer très profondément dans la roche. Quant à l'appareil végétatif, il adopte une forme en coussin compact ou une disposition en rosette des feuilles qui se superposent et se protègent ainsi mutuellement. Ces plantes sont aussi capables d'empêcher la formation de cristaux de glace en leur sein grâce à des mécanismes physiologiques permettant à l'eau en surfusion de rester à l'état liquide dans leurs cellules.



↑ L'androsace alpine (*Androsace alpina*) en forme de coussin et la saxifrage à fleurs nombreuses (*Saxifraga florulenta*) et ses feuilles en rosette.

↑ Deux types de substrats minéraux dans les Alpes bergamasques : les éboulis au premier plan avec, au fond, les falaises.

Les pentes arides

Ces habitats montagnards sont soumis à une aridité bien plus marquée que les autres écosystèmes. En France, on retrouve ces zones dans les vallées alpines internes ainsi qu'à l'extrémité méridionale du massif sous influence méditerranéenne.

Ailleurs, on rencontre ces pentes steppiques à de très hautes altitudes dans les Andes ou dans l'Himalaya et à de plus basses en Turquie ou dans le Caucase.

En raison du faible cumul de précipitations et de l'exposition très ensoleillée, les végétaux présentent des adaptations identiques aux plantes xérophytes poussant dans les milieux désertiques. Elles font des réserves en eau ou limitent les pertes par évapotranspiration au niveau de leurs feuilles et de leurs tiges.

Économiser et limiter les pertes en eau

Les déperditions en eau sont restreintes grâce à une cuticule imperméable recouvrant les cellules de l'épiderme des organes aériens. Cette couche externe cireuse réfléchit aussi la lumière limitant l'échauffement de la plante.

Certaines feuilles ou rameaux sont réduits et en forme d'épine pour limiter plus encore la perte en eau.



↑ La joubarbe à toiles d'araignée (*Sempervivum arachnoideum*) avec ses feuilles recouvertes d'une cuticule et de poils laineux. Le coussin densément épineux et les feuilles réduites du genêt-hérisson (*Genista horrida*).



↑ Pentes sèches dans les Alpes méridionales françaises (massif de l'Authion).

En repos à la saison sèche

Les géophytes ou plantes à organes de réserve souterrains (bulbes ou rhizomes) sont abondantes dans ces milieux naturels. Pour résister à la déshydratation lors de la saison aride, elles connaissent une période de repos où leurs parties aériennes disparaissent.

D'autres plantes sont capables de reviviscence. Elles peuvent perdre momentanément 90 % de leur teneur en eau pendant la période de sécheresse et se réhydrater ensuite lorsque la pluie revient.



↑ Le faux-crocus jaune (*Sternbergia sicula*) dont les feuilles disparaissent l'été. Le cétérach officinal (*Asplenium ceterach*), une fougère à l'aspect desséché capable de se réhydrater.

Faire des réserves en adaptant la photosynthèse

Certaines plantes ont des feuilles et des tiges charnues car elles stockent de l'eau dans leurs cellules afin d'en disposer durant les périodes sans précipitations. Ces végétaux dits «crassuléscentés» réalisent également une photosynthèse de type CAM, qui est inversée par rapport au processus classique. Les stomates s'ouvrent la nuit et se ferment le jour, limitant les pertes d'eau par transpiration.



← L'oponce (*Opuntia phaeacantha*) et l'orpin à feuilles courtes (*Sedum brevifolium*) deux plantes crassuléscentés de type CAM.

Des pigments pour faire face à l'insolation

La coloration rougeâtre des tiges et des feuilles est due à la production de pigments comme les anthocyanes. Ils agissent tel un bouclier absorbant une partie des rayons UV. D'autres pigments (comme les caroténoïdes) vont agir lors de la photosynthèse en dissipant sous forme de chaleur l'excès d'énergie absorbée.



↑ Coloration rougeâtre chez l'Orpin noirâtre (*Sedum atratum*) et la Drave du mont Parnasse (*Draba parnassica*).

Les forêts et les landes



↑ Une hêtraie-sapinière dans les Vosges, forêt mixte dominante dans ce massif montagneux.

À l'étage montagnard, l'existence de forêts mixtes, composées d'arbres feuillus et de conifères, favorisent en sous-bois une flore sciaphile (d'ombre) et vernale (de printemps).

Plus haut, à l'étage subalpin, seuls les conifères plus résistants persistent, parfois de façon clairsemée. C'est en général une zone de transition avec l'environnement purement alpin, sans arbres.

À l'échelle de la planète, l'altitude des forêts varie en fonction des chaînes de montagnes mais aussi des particularités topographiques et locales du climat. Le terme de « flore alpestre » est parfois utilisé pour désigner les plantes poussant en moyenne montagne.

Des formations ligneuses variées et adaptées aux conditions montagnardes

À la limite de leurs possibilités, les arbres confrontés à la force des vents, adoptent un port caractéristique en drapeau qui s'observe surtout sur les individus isolés et exposés. D'autres présentent une position couchée, résultat du poids de la neige. La souplesse des parois de leurs cellules permet au bois de se plier sans rompre.



↑ Le port en drapeau d'un épicéa (*Picea abies*) dont les branches exposées aux vents dominants (à gauche) ne se développent pas par rapport au côté opposé. Hêtres couchés formant une cépée caractéristique dans une forêt sommitale vosgienne.



Les landes sont des milieux intermédiaires entre les forêts et les pelouses que l'on observe souvent à l'étage subalpin. Les sous-arbrisseaux de la famille des Ericacées tels que les myrtilles, les rhododendrons, les raisins d'ours, les callunes sont les espèces dominantes, dont la forme basse est plus adaptée aux conditions d'enneigement, de vent et de froid intense.



← Landes à myrtilles sur les chaumes des Vosges. L'enracinement de leurs rameaux couchés (marcottage) assure un recouvrement rapide et important de la surface qu'elles occupent.



Des conifères plus résistants aux conditions froides

Les conifères, grâce à leurs aiguilles persistantes, opèrent la photosynthèse sur une plus large période que les feuillus qui perdent leurs feuilles à l'automne. L'hiver, l'eau à l'état de glace non absorbable par les racines, soumet les conifères à un stress de sécheresse physiologique. Grâce à leurs aiguilles à la surface réduite et dotées d'une couche de cire (cuticule), ils limitent les pertes en eau par évaporation. Les trachéides de leur bois, de petit diamètre mais aux parois épaisses, sont adaptées aux conditions climatiques extrêmes.

↑ Les lignes blanchâtres de stomates au revers des aiguilles du sapin pectiné (*Abies alba*) évitant une perte hydrique trop importante.

Vers une remontée de l'étage montagnard ?

Avec le réchauffement climatique actuel, on constate un déplacement en altitude de la forêt dans les Alpes et dans d'autres massifs. L'étage montagnard a donc tendance à « remonter » mais ceci n'est pas sans conséquence sur les espaces supérieurs occupés par les prairies, les pelouses et les pâturages d'altitude qui voient leurs surface se restreindre et donc leur flore disparaître peu à peu.



↑ Une forêt en automne dans les Vosges.

Les milieux humides



↑ Ruisseau de montagne dans les Pyrénées

À tous les étages montagnards, l'eau est omniprésente, comme en témoignent les nombreux torrents et rivières qui y prennent leur source. Les plantes dites hygrophiles, appréciant les lieux humides, sont nombreuses. L'eau provient des précipitations mais aussi de la fonte de la neige et des glaciers. Elle charrie les produits de l'érosion qui se déposent sous la forme d'alluvions fertiles le long des cours d'eau où se développent des groupements végétaux spécifiques.

D'autres milieux sont, à l'inverse, pauvres en éléments nutritifs dans lesquels des plantes très spécialisées ont réussi à s'installer.

Des alluvions fertiles mais pas sans contraintes

Les bancs de gravier, de sable et de limon formés par les cours d'eau et les torrents assurent une accumulation de matière minérale directement assimilable par les plantes. Ces dernières possèdent un appareil aérien capable de retenir les particules fines charriées par l'eau. Face à la violence du courant, ces végétaux disposent de facultés d'ancrage et de résistance à l'ensevelissement grâce à leur système racinaire profond.



← L'épilobe des moraines (*Epilobium dodonaei* subsp. *fleischeri*) et le Myricaire d'Allemagne (*Myricaria germanica*) qui poussent dans les limons des rivières.

Des sols riches pour des plantes exubérantes

Là où le ruissellement est permanent, les sols profonds et riches en humus, s'installent des mégaphorbiaies. Souvent, les déjections des animaux de pâturage accentuent la teneur en azote, favorisant le développement de plantes herbacées à feuillage ample atteignant un mètre ou plus.



↑ La végétation luxuriante d'une mégaphorbiaie représente une importante biomasse.

Compenser le manque d'azote grâce aux insectes

Dans une tourbière ou sur une paroi rocheuse suintante, la disponibilité en nutriments et notamment en azote indispensable à la croissance des plantes est très faible.

La capture d'insectes, qui seront ensuite digérés par les plantes dites « carnivores », permet de compenser ces carences nutritives.



↑ La droséra à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia*) et la grassette à longues feuilles (*Pinguicula longifolia*) qui capturent des insectes grâce à leurs feuilles gluantes.

Des modes de pollinisation très variés

Les abords des lacs et des marais de montagne sont essentiellement dominés par des espèces graminéoïdes telles que les graminées, les laïches, les joncs ou les linaigrettes. Ces végétaux anémophiles sont pollinisés par le vent. D'autres plantes entomophiles entretiennent une étroite interaction mutualiste avec des insectes comme des mouches qui pondent dans les fleurs tout en assurant leur pollinisation.



↑ Des linaigrettes à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*) dans le Beaufortain. Les graines sont entourées de soies blanches facilitant leur dissémination.

La fleur du trolle d'Europe (*Trollius europaeus*) pollinisée par une mouche. Ses larves consommeront une partie des graines mais pas la totalité permettant malgré tout la reproduction de l'espèce. →

