

Adaptations morphologiques et physiologique à la sécheresse



Explorer la physiologie et la biologie des organismes marins

1. Adaptations morphologiques à la sécheresse

Le climat méditerranéen est caractérisé par une période sèche, plus ou moins longue en fonction de la latitude. Les végétaux ont développé de nombreuses adaptations morphologiques pour faire face à ces périodes de rareté de la ressource en eau. Beaucoup d'entre elles sont dites "xérophiles" (xeros signifie sec en grec).

1.1. Adaptations racinaires

Beaucoup de plantes Méditerranéennes ont développé des systèmes racinaires profonds et étendus, permettant d'aller rechercher l'eau dans la profondeur du sol. Parfois, un système racinaire de surface développé permet de récupérer immédiatement l'eau des pluies rares et peu abondantes. A titre d'exemple, les buis et chênes kermès possèdent de tels systèmes racinaires très profonds.

1.2. Adaptations des tiges

Les tiges de nombreuses plantes Méditerranéennes sont fortement sclérifiées, permettant de limiter au maximum des pertes d'eau au niveau de cet organe. C'est le cas par exemple chez la Salsepareille, une liane dont les tiges sont particulièrement coriaces.



La Salsepareille, Smilax aspera

Chez de très nombreux cactus et euphorbes, on remarque l'existence de côtes longitudinales sur les tiges qui permettent de créer des ombres passagères évitant à certaines parties de la surface de la plante permettant d'éviter régulièrement une exposition trop directe au soleil.



Tiges à côtes longitudinales chez un cactus

1.3. Adaptations des feuilles

Certaines espèces méditerranéennes ont des feuilles réduites voire absentes, limitant ainsi les pertes d'eau. C'est le cas par exemple du Genêt d'Espagne (*Spartium junceum*), ou de nombreuses les plantes grasses (famille des Crassulacées, Cactus,...), mais aussi du thym, de la lavande, de l'euphorbe. La photosynthèse est alors souvent principalement ou uniquement assurée par des tiges modifiées.



Figiers de Barbarie Opuntia ficus-indica présentant des raquettes, tiges modifiées (F. Veinante)



Le pin parasol (*Pinus pinea*) possède des feuilles réduites ou aiguilles, limitant aussi la surface foliaire exposée au soleil.

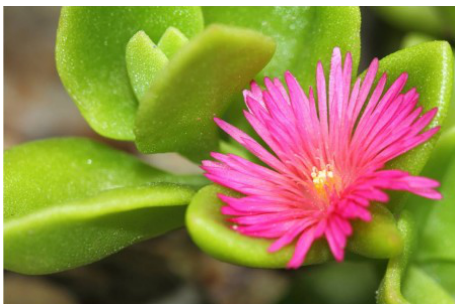


Pin parasol Pinus pinea (Diane Sorel)



Aiguilles de Pin Parasol Pinus pinea (Laure Andrieu)

Certaines feuilles (comme celles du houx *Ruscus ascleatus*, de l'apténie, de chêne kermès, des genévriers,...) ont une cuticule très importante, leur donnant un aspect cireux. Cette cuticule importante limite les pertes d'eau par évaporation. Cette adaptation est d'autant plus importante que ces feuilles sont généralement persistante l'été.



*Aptenia sp.
(Crassulacée)*

*Un houx méditerranéen,
Ruscus ascleatus*



La localisation et la protection des stomates constitue aussi une adaptation morphologique permettant de limiter l'évapotranspiration. Certaines plantes ont leurs stomates localisés dans des cavités, ou bien uniquement sur la face inférieure de la feuille, comme l'Oyat (*Psamma arenaria*) ou le Laurier rose (*Nerium oleander*). D'autres enfin ont développé des pilosités foliaires importantes, permettant de retenir l'eau, comme l'euphorbe *Euphorbia tetragona*.



D'autres plantes ne présentent que la tranche de leur feuille dans la direction des rayons du soleil.

L'exemple le mieux documenté est celui du micocoulier. Plus souvent, elles enroulent les feuilles aux heures les plus chaudes de la journée ; comme le thym ou le brachypode rameux.



Le micocoulier, Celtis australis

1.4. Stockage de l'eau

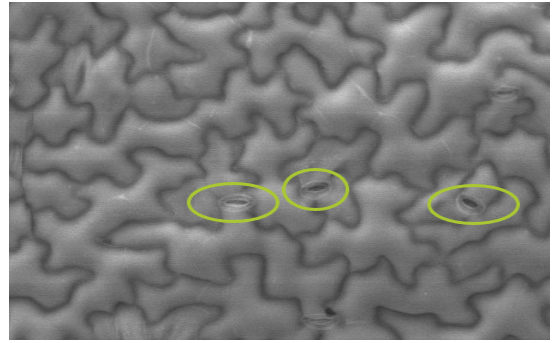
Autre stratégie possible: le stockage de l'eau dans les cellules des plantes. C'est une stratégie adoptée par les plantes aux feuilles charnues ou bien par les plantes dites "grasses", comme les sedum ou les cactus.

*Sedum sp. (Stan Shebs,
wikimedia commons)*



1.5. Présence de poils

La présence de poils chez les plantes de méditerranée est aussi interprétée comme une adaptation à la sécheresse: ils reflètent la lumière, et permettent d'accrocher et de capter les gouttes de rosée le matin. On trouve ces poils chez de multiples plantes en Méditerranée : le chêne pubescent, le ciste cotonneux,... Le chêne vert et l'olivier présentent ces poils sur leur face inférieure, ou ils protègent l'entrée de stomates, permettant un degré supplémentaire de régulation de la transpiration.



Stomates sur une surface foliaire

(E. Boutet, wikimedia commons)

1.6. Adaptations du port

Certains végétaux adoptent également une forme dense et compacte qui réduit leur surface exposée aux rayons du soleil et donc limite l'évapotranspiration. Les feuilles peuvent se réduire ou s'enrouler comme chez la lavande (*Lavandula stoechas*), ou le ciste *Cistus albidus*.

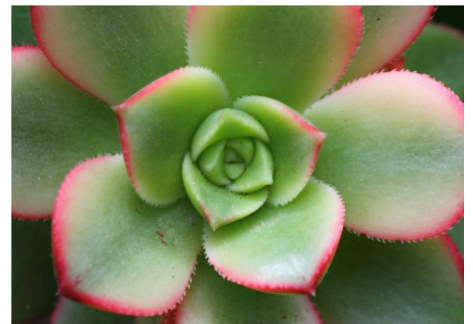
Forme dense et compacte du Ciste cotonneux Cistus albidus (F.Veinante)



Lavande Lavandula stoechas (Diane Sorell)

2.1. Régulation de l'ouverture des stomates

Les stomates, par lesquels la plante transpire et absorbe le CO₂ nécessaire à la photosynthèse, se resserrent en cas de forte chaleur pour éviter les pertes d'eau. Ce mécanisme limite aussi l'entrée du CO₂ et donc la réaction de photosynthèse, limitant la croissance des plantes en été. L'aeonium (*Aeonium* sp.) n'ouvre ses stomates que durant les heures fraîches et humides de la nuit.



Aeonium sp. (Diane Sorell)

2. Adaptations physiologique à la sécheresse

Sous l'effet de la chaleur, les plantes transpirent l'eau pour assurer la circulation des sèves, et/ou perdent de l'eau par évaporation. Cette évapotranspiration est fonction du rayonnement solaire et donc de la chaleur qui arrive à la surface de la terre. Ainsi, dans les régions méditerranéennes où les températures au sol peuvent être très élevées à la saison chaude, les plantes ont développé au cours de l'évolution des stratégies pour conserver l'eau, minimiser ou éviter l'évapotranspiration.

2.2. Un métabolisme original : le métabolisme CAM (Crassulacean Acid Metabolism) ou photosynthèse en C4-C3

La photosynthèse chez les plantes CAM est différée dans le temps. Durant les heures fraîches et humides de la nuit, les stomates sont ouverts, les pertes d'eau par transpiration sont donc limitées, et le CO₂ est incorporé par la phosphoénol-pyruvate carboxylase (PEP carboxylase) dans des molécules à 4 carbones comme le malate.

Elles ferment ensuite leurs stomates durant la journée, et ce CO₂ est libéré par la malate déshydrogénase et incorporé par les mécanismes classiques de la photosynthèse (RUBisco et cycle de Calvin, métabolisme des sucres en C₃).

L'avantage de ce type de métabolisme est de limiter les

pertes d'eau par la fermeture des stomates durant les heures chaudes de la journée. Ainsi, les pertes d'eau sont 3 à 6 fois moins importantes chez les plantes CAM que chez les plantes en C3. Les plantes CAM évitent également de réaliser la photorespiration qui se produit particulièrement chez les plantes C3.

2.3. Eviter la saison sèche

Certaines plantes "évitent" tout simplement la saison sèche et « disparaissent » l'été. Elles passent cette période chaude sous forme de bulbe et réapparaissent au printemps suivant. C'est le cas d'Iris germanica par exemple. Quant aux plantes annuelles, elles meurent à l'arrivée de l'été, mais après avoir dispersé leurs graines. Le cycle bisannuel, sur 2 ans, est aussi interprété comme une adaptation à la sécheresse. La première année, les plantes forment une rosette, puis passent l'été et l'hiver au ras du sol. Au printemps suivant, la reproduction a lieu suite à la floraison.



Iris germanica
(Isabelle Grosjean-Wikimedia)

Un autre exemple intéressant est observable chez les Cistes. La floraison chez ces plantes ne dure qu'une journée voir même qu'une demi-journée. En effet, si leurs feuilles sont adaptées pour transpirer peu (poils), ce n'est pas le cas des fleurs qui font perdre beaucoup plus d'eau à la plante.



Ciste - Cistus albidus (Diane Sorel)