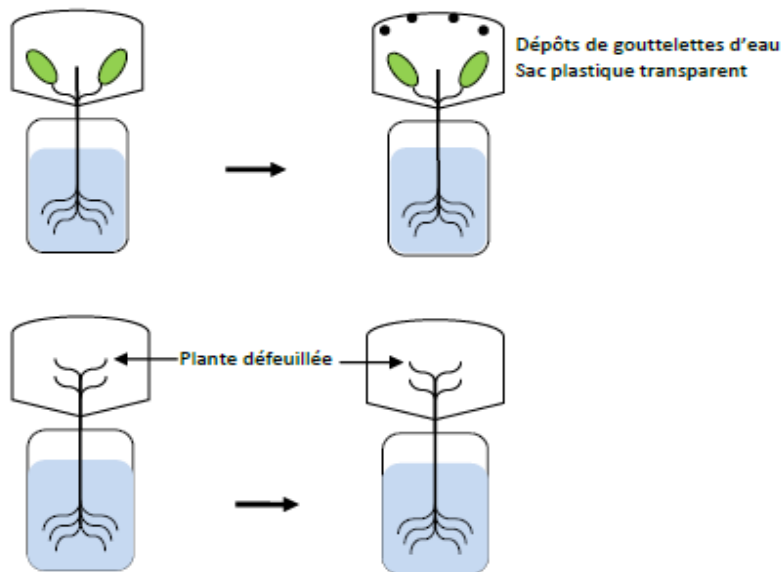


LA TRANSPIRATION

Mise en évidence



La transpiration : est définie comme l'émission de la vapeur d'eau par le végétal dans l'atmosphère non saturée en humidité. C'est le mécanisme essentiel permettant le maintien de l'équilibre hydrique des végétaux car elle est responsable de la circulation de l'eau à l'intérieur de la plante et des échanges entre le sol, la plante et l'atmosphère.

La transpiration joue un rôle indirect, mais principal dans l'absorption d'eau par la plante, et ceci grâce au fait qu'elle est le moteur de la montée de sève.

La transpiration se fait à deux niveaux :

- Dans de moindre mesure au niveau de la cuticule des feuilles ; en effet on a vu dans les cours précédents qu'en milieu humide la cuticule présentait un réseau relativement lâche qui permettait une certaine perméabilité. La transpiration représente ici 5 à 10 % de la transpiration totale. On parle de transpiration cuticulaire.

- La majorité au niveau des stomates ; on parle de transpiration stomatique.

Un arbre peut transpirer jusqu'à 220 litres par heures. La transpiration des plantes est comparable à la transpiration qu'effectuerait 1/6 de la transpiration d'un plan d'eau de même taille.

Localisation

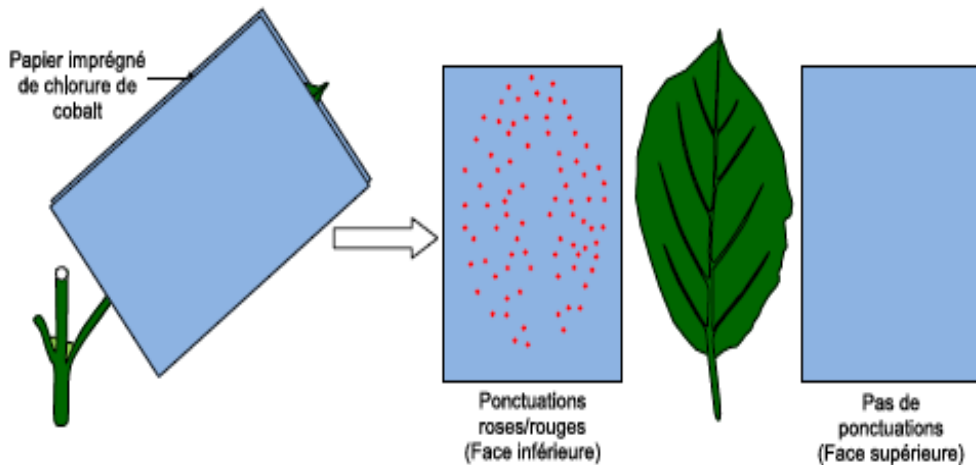
Expérience du chlorure de cobalt

- On utilise une plante en pot. On place un rectangle de papier filtre imbibé de chlorure de cobalt déshydraté de part et d'autre d'une feuille. Ce produit déshydraté est bleu ; hydraté, il est rose.

Après 30 minutes, on constate que le papier imbibé de chlorure de cobalt bleu présente des petites tâches de couleur rose. L'observation au microscope permet de mettre en relation ces tâches avec des discontinuités de l'épiderme foliaire : les stomates.

La transpiration a lieu au niveau des stomates.

La transpiration s'effectue par les stomates, la cuticule, les lenticelles.



Stomates

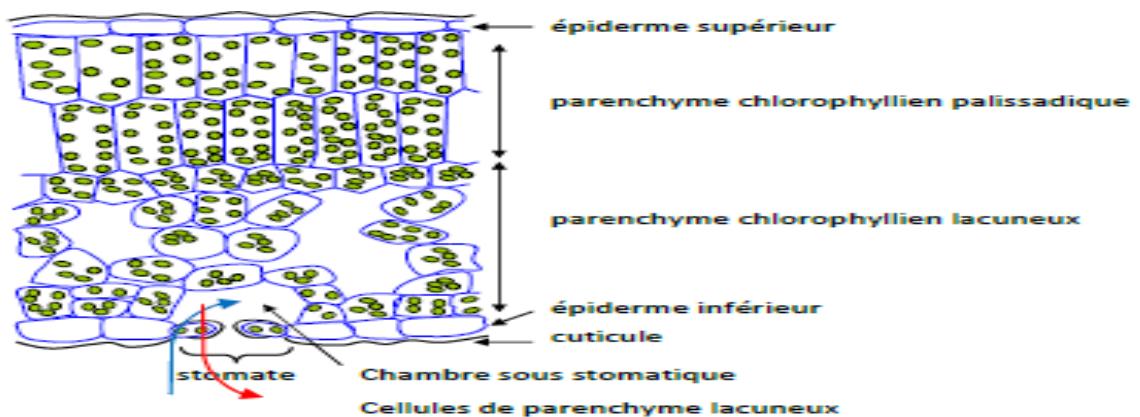
Un stomate permet les échanges gazeux entre la plante et l'air ambiant (dioxygène O_2 , dioxyde de carbone CO_2 , vapeur d'eau...) ainsi que la régulation de la pression osmotique.

Structure

Un stomate est constitué de deux cellules stomatiques (cellule de garde), réniformes, séparées par une ouverture stomatique ou ostiole. Chaque cellule stomatique contient une grande vacuole, un petit noyau pariétal, des mitochondries et des chloroplastes.

Les cellules stomatiques surmontent une cavité, la chambre sous-stomatique.

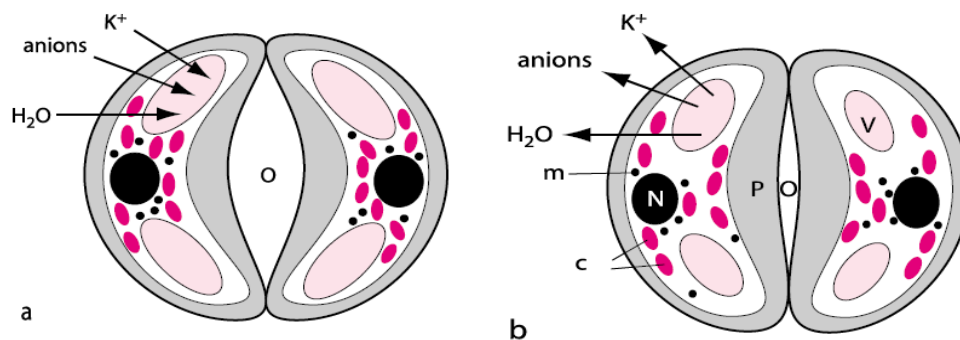
La paroi interne des cellules stomatiques est épaisse et cutinisée, la paroi externe, par contre, est mince et uniquement cellulosique.



Il existe des stomates appelés stomates aquifères, ce sont des stomates qui émettent de l'eau à l'état liquide, c'est un phénomène que l'on appelle phénomène de guttation. Ces stomates aquifères sont situés sur les bords des feuilles et des structures nectarifères. Ils sont généralement en très faible nombre, il n'existe pas de chambre sous stomatique. A la surface on trouve un tissu aquifère, les cellules de garde n'ont pas de chloroplastes et l'ostiole est toujours couvert.

Mécanismes d'ouverture des stomates

La transpiration stomatique varie suivant l'ouverture et à la fermeture des stomates, liées aux différences de pressions osmotiques dans les cellules de garde. Les cellules de garde (donc les stomates) s'ouvrent ou se ferment selon les forces osmotiques qui correspondent aux variations de la concentration de potassium intracellulaire. Par augmentation des concentrations potassiques il y a formation d'un milieu hypertonique qui entraîne une turgescence des cellules de gardes, et ainsi une ouverture des stomates. Les cellules de garde ont des parois renforcées du côté interne qui délimite l'ostiole, et sont souvent accompagnées de cellules compagnes épidermiques, dépourvues de chloroplastes, avec lesquelles elles sont intimement en contact par leur face externe, permettant des échanges intercellulaires plus importants.



Régulation stomatique

Il s'agit d'une réponse de la plante pour optimiser l'activité photosynthétique ou réduire les pertes d'eau.

- La concentration en CO₂ dans l'atmosphère interne de la feuille contrôle l'ouverture de l'ostiole : les faibles concentrations de CO₂ provoquent l'ouverture, les fortes concentrations la fermeture.
- La lumière provoque l'ouverture des stomates probablement par l'intermédiaire de la photosynthèse des cellules du mésophylle qui consomment le CO₂ d'où baisse de la teneur et ouverture des stomates.

Le mécanisme de régulation est encore hypothétique : la lumière stimulerait l'entrée active de K⁺ dans les cellules stomatiques.

- Le déficit hydrique dans les cellules de la feuille stimule la synthèse d'acide abscissique ce qui déclenche la fermeture des stomates. Ce mécanisme annule l'effet du précédent.

Facteurs influençant la transpiration

Facteurs internes

Il s'agit de dispositifs anatomiques ou physiologiques, variables suivant les espèces, et qui ont permis à celles-ci d'adapter leur transpiration aux conditions climatiques :

- **Densité des stomates** : les stomates sont peu nombreux chez les xérophytes et fermés le jour chez les plantes CAM.

	Nombre de stomates par mm ² (feuilles)	
	face supérieure	face inférieure
Dahlia	22	30
Bégonia	0	40
Lis	0	62
Tomate	12	130
Avoine	25	23
Tournesol	175	325

- **Dispositifs protecteurs des stomates** : chez les xérophytes, les stomates sont souvent situés au fond des petites dépressions ou sous un revêtement pileux.

- **Tissus de soutien bien développés** : souvent, chez les sclérophytes, des organes aenens coriaces (tiges, feuilles transformées en épines), limitent les mouvements des organes.

- **Mécanismes physiologiques** : les mucilages des cactées, la pression osmotique élevée des cellules des halophytes, retiennent l'eau dans les tissus.

Facteurs externes

Les principaux sont :

- **l'humidité du sol** : l'abaissement de l'humidité du sol, en réduisant l'absorption, freine la transpiration ;

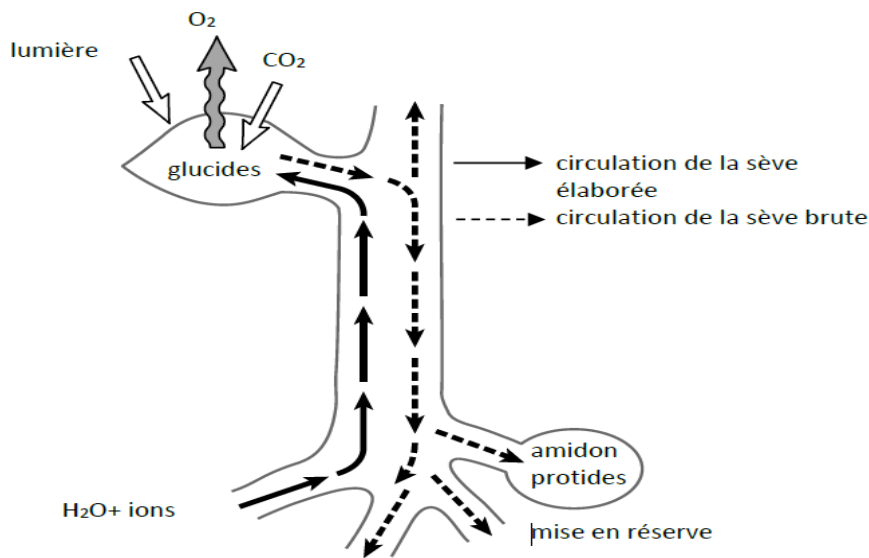
- **l'agitation de l'air** : le vent en renouvelant constamment l'air au contact des feuilles, augmente la transpiration. L'emploi de brise-vents naturels (bocage) ou artificiels diminue la transpiration:

- **l'hygrométrie de l'air** ou humidité relative qui varie en fonction de la température de l'air.

Dans les régions tempérées le degré hygrométrique est généralement de l'ordre de 60 %. Il peut atteindre 100 % en cas de brouillard ; dans les déserts, il est inférieur à 10 %. La plante transpire quand l'atmosphère n'est pas saturée en humidité.

La température : l'effet de la température sur la transpiration rappelle celui de la sécheresse de l'air : jusqu'à environ 30 °C, la transpiration augmente, mais au-delà, la transpiration diminue par fermeture des stomates.

- **La lumière :** fait ouvrir les stomates. L'énergie permettant la vaporisation de l'eau est l'énergie solaire ; l'énergie utilisée pour vaporiser l'eau transpirée, représente 50 % de l'énergie solaire qui atteint la feuille



Mesure de la transpiration

La mesure des échanges d'eau peut se faire par divers procédés,

- On peut mesurer la perte de poids d'une plante non arrosée dans les 2 minutes qui suivent le prélèvement.
- On peut aussi, mesurer la quantité d'eau émise en l'absorbant par un corps chimique : Chlorure de calcium [CaCl₂], Pentoxyde de phosphore [P₂O₅] ou Acide sulfurique [H₂SO₄] au fur et à mesure de son émission.
- On peut mesurer l'eau absorbée grâce au potomètre, la mesure de l'eau émis par une plante peut aussi donner une idée de l'importance de l'absorption, mais il ne s'agit que d'une indication grossière.

Intensité de la transpiration IT

C'est la quantité d'eau rejetée en (g) par unité de surface foliaire (dm²) et par unité de temps (heure). Ex. : transpiration en g/m²/h : avoine : 11 g/m²/h ; oranger : 6 g/m²/h ; lierre : 2 g/m²/h. Le degré d'ouverture des stomates contrôle l'intensité de l'évaporation, et qui est en rapport avec des facteurs structuraux (morphologique) et Facteurs externes, **IT** nous permet de classer les végétaux en :

- hygrophytes (habitats humides) : (10 g d'eau par dm² et par heure) ;

- mésophytes ni sec ni humide : (1 g) ;
 - xérophytes habitat sec (0,1 g).

Le coefficient de transpiration correspond à la quantité d'eau (en kg) nécessaire à la plante pour fabriquer 1 kg de matière végétale. Par exemple, 238 kg d'eau sont nécessaires pour fabriquer 1 kg d'ensilage de maïs et 850 kg d'eau sont nécessaires pour fabriquer 1 kg de luzerne.

Évapotranspiration

L'évapotranspiration est l'évaluation de la perte en eau d'une parcelle résultant de la transpiration de la plante et de l'évaporation directe de l'eau du sol.

Il est difficile de distinguer, sur une surface donnée de sol, la quantité d'eau émise par la transpiration des végétaux occupant la surface considérée de celle due à la seule évaporation du sol; c'est pourquoi on tient compte de la somme des deux phénomènes, l'évapotranspiration. Dans la pratique, il peut être utile de réduire l'évaporation physique du sol (par binage, par exemple).

Bilan hydrique

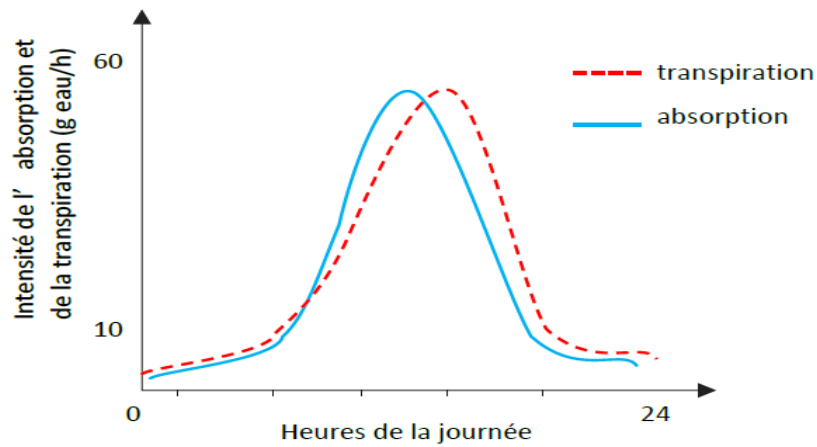
À chaque instant, la quantité d'eau présente dans les tissus d'une plante est la résultante entre l'*absorption* et la *transpiration*.

Le jour, la transpiration l'emporte sur l'absorption et la nuit c'est l'inverse.

Il est donc important que le bilan hydrique de la plante soit équilibré. L'agriculteur doit veiller à ajuster les apports et les pertes.

- Si les apports sont supérieurs aux pertes, le sol battant, asphyxiant, devra être drainé.
- Si les apports sont inférieurs aux pertes, deux possibilités s'offrent à l'agriculteur :
 - soit augmenter les apports par irrigation ;
 - soit réduire les pertes ; deux types d'action peuvent être envisagées :
 - diminuer l'évaporation du sol (travail superficiel du sol, paillage) ;
 - limiter la transpiration ; voici quelques exemples de pratiques visant à diminuer la transpiration :
 - mise en place de brise-vents,
 - augmentation de l'humidité relative à l'aide d'un brouillard artificiel (ex. : dans les chambres froides où sont conservés des fruits, le taux d'humidité atteint souvent 80 %),
 - ombrage pour diminuer la température et l'éclairement, « cool system » pour diminuer la température,
 - utilisation d'antitranspirants,

- diminution de la surface d'évaporation (masticage des plaies de greffage, réduction du feuillage des boutures).



Rôle de la transpiration végétale :

- Assurer les mouvements d'eau à l'intérieur de la plante ;
- Contrôler de l'équilibre hydrique ;
- Transférer les sels minéraux aux feuilles ;
- Contribuer aux mouvements de la sève élaborée

