

SVT TS Thème 1A5 - La vie fixée chez les plantes : relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution

D) Les adaptations de l'appareil végétatif à la vie fixée

1) les conditions de la vie fixée

L'énergie utilisée par les plante vient du soleil, c'est une énergie rayonnante ubiquiste mais dont le flux est faible (1 kW/m^2 en moyenne sur la face éclairée de la Terre).

Elles nécessitent également de l'eau et des sels minéraux qu'elles prélèvent dans le sol où les nutriments sont très dilués. Le sol constitue également un point d'ancrage pour le végétal. Par ailleurs les ressources du sol se renouvellent sans cesse mais lentement.

2) L'adaptation des plantes à ces conditions particulières

Les végétaux terrestres sont organisés sous forme d'un volume modeste et d'une vaste surface aérienne et souterraine portée par une infrastructure d'axes ramifiés de grande dimension. Il faut noter que les surfaces racinaires sont encore bien plus importantes que les surfaces aériennes.

Voir TP

Cette infrastructure leur permet une exploitation optimale des ressources énergétiques nécessaires aux synthèses cellulaires.

3) Les organes responsables des échanges avec le milieu

a) Les racines

Elles sont constituées en réseau et composées de nombreuses racines latérales fines (moins de $0,8 \text{ mm}$ de diamètre) qui se renouvellent rapidement. Certaines espèces (90 % des végétaux à vaisseaux conducteurs rigides) ont des mycorhize. (voir p 48) Dans ce cas les dernières ramifications des racines sont couvertes ou pénétrées par des champignons du sol qui vivent en symbiose avec la plante. En effet le champignon favorise le prélèvement de sels minéraux du végétal qui fournit en retour de la matière organique et une protection au champignon. Grâce aux mycorhizes la surface d'échange entre le végétal et le sol est très augmentée.

Au niveau des racines non mycorhizées on observe des poils absorbants (4 p113) qui sont des cellules allongées provenant de la couche la plus externe de la racine. Ils augmentent également la surface d'absorption de l'eau.

b) Les feuilles

doc 2 p 112

Les feuilles sont organisées avec une surface cellulaire de protection (cuticule) interrompue par des stomates(voir TP) qui peuvent être ouverts ou fermés et permettent la communication des espaces lacunaires internes de la feuille avec l'atmosphère. Cela augmente encore la surface d'échanges entre les gaz atmosphériques et les cellules chlorophylliennes. Les grandes surfaces des feuilles sont adaptées à la captation de l'énergie lumineuse pour la photosynthèse.

Les très grandes surfaces d'échanges des végétaux permettent également la collecte de signaux leur permettant de moduler leur développement (croissance des racines dans une direction par exemple) pour une exploitation efficace des ressources de son milieu.

4) Des échanges au sein de la plante

p114-115

a) Circulation des éléments prélevés dans le sol

La sève brute est constituée d'eau et d'ions minéraux en faible concentration provenant du sol. (99 % d'eau et 1 % substances dissoutes+ gaz dissous)

Elle circule dans des vaisseaux conducteurs formés d'une série de cellules mortes aux parois lignifiées* et perforées. Ces vaisseaux constituent le xylème. La lignine est colorée en en vert sur les colorations classiques. Elle circule toujours des racines vers les feuilles qui restituent 95 % de

SVT TS Thème 1A5 - La vie fixée chez les plantes : relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution

l'eau à l'atmosphère par transpiration. (*spirale ascendante*)

Chez les plantes à fleurs ces vaisseaux peuvent mesurer quelques cm à quelques m de long pour une diamètre de l'ordre de la dizaine à la centaine de μm . La vitesse de circulation est de l'ordre de 1 à 60 m/h.

b) Circulation des éléments synthétisés par la photosynthèse

La sève élaborée est constituée d'eau et de matière organique synthétisée au niveau des feuilles grâce à la photosynthèse. Elle circule dans les tubes criblés du phloème qui sont des files de cellules végétales vivantes dont les extrémités criblées de pores laissent passer la sève. Leur paroi est constituée de cellulose (en rose sur les colorations classiques). Elle est distribuée dans les différentes parties de la plante où la matière organique transportée pourra servir de source d'énergie, de matière première ou être mise en réserve.

Bilan

Les caractéristiques de la plante sont en rapport avec la vie fixée à l'interface sol/air dans un milieu variable au cours du temps. Elle développe des surfaces d'échanges de grande dimension avec l'atmosphère (échanges de gaz, capture de la lumière) et avec le sol (échange d'eau et d'ions). Des systèmes conducteurs permettent les circulations de matières dans la plante, notamment entre systèmes aérien et souterrain.

II) Des mécanismes de défense variés

1) Réaction à un stress hydrique

a) à court terme voir TP :

PROBLEME à RESOUDRE:

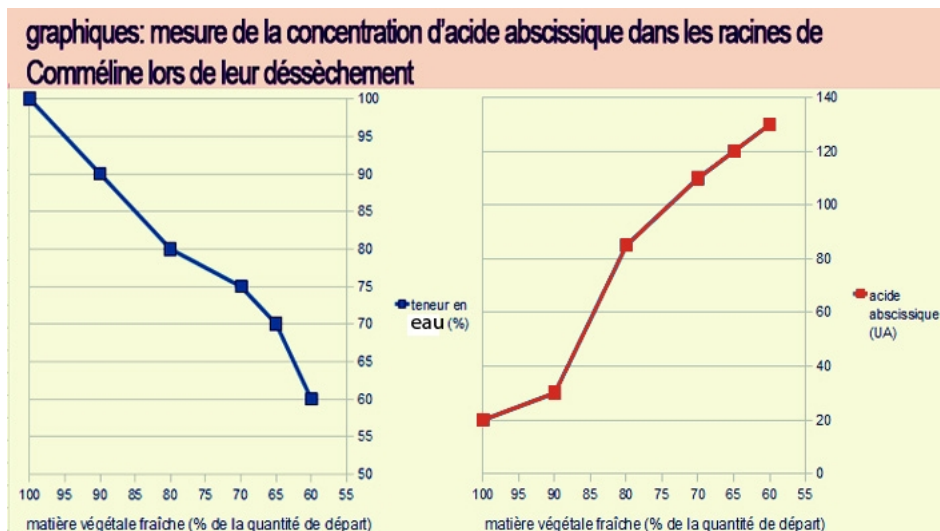
Comment une plante fixée s'adapte à une baisse de la disponibilité en eau au niveau du sol?

HYPOTHESE:

Nous supposons que lorsque la disponibilité du sol en eau diminue, la plante diminue sa transpiration au niveau des feuilles.

CONSEQUENCE TESTABLE:

Si notre hypothèse est juste, quand l'humidité diminue seulement au niveau du sol, alors la plante diminue sa transpiration.



OBSERVATIONS:

On constate que quand la teneur en eau diminue au niveau des racines (100 -> 70%),

SVT TS Thème 1A5 - La vie fixée chez les plantes : relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution

correspondant à une perte de matière fraîche de 35%, la quantité d'ABA produite par la racine est multipliée par 6.

MISE EN RELATION:

Or nos manipulations réalisées en TP (voir Q1/ du présent exercice) ont montré une diminution de la transpiration foliaire lorsque les racines ont été desséchées.

Nous avons vu que les stomates sont les seuls lieux d'échanges entre la feuille et l'air (car une cuticule imperméable les en empêche, voir Q2/ du présent exercice)

INTERPRETATIONS:

En situation de stress hydrique, la racine augmente considérablement sa production d'ABA. L'ABA circule à travers les vaisseaux conducteurs (Q3) et agit au niveau de la feuille, provoquant la fermeture des stomates.

La transpiration foliaire est stoppée, et donc la perte d'eau est limitée: la plante s'est adaptée aux conditions du milieu.

nb: il existe d'autres mécanismes de régulation de la transpiration chez les plantes.

On constate donc ici que la plante met en jeu des moyens chimiques (sécrétion et transport d'une hormone végétale) et physiques (fermeture des stomates) pour s'adapter au stress hydrique.

b) à plus long terme

Les déficits hydriques longs se traduisent par des changements progressifs dans la structure de la plante, qui visent à réduire sa surface transpirante (surface foliaire), mais qui induisent également une baisse de sa production. Au début du cycle végétatif, la plante ajuste sa taille à l'eau disponible dans le milieu en réduisant la surface et/ou le nombre de ses feuilles, et le nombre de ses organes d'accumulation. Ainsi, ses besoins en eau sont plus faibles mais sa biomasse est réduite ; elle reste capable de produire des semences, mais moins nombreuses.

La résistance des plantes à la sécheresse (Inra Laboratoire d'écophysiologie des plantes sous stress environnementaux (LEPSE), UMR ENSAM-INRA - Centre de Montpellier. Laboratoire de modélisation des plantes (AMAP), UMR CIRAD-INRA - Centre de Montpellier)

c) dans un environnement stressant

L'oyat des Dunes (p116+ TP) se développe dans un environnement très difficile, sur un sol sableux qui ne retient pas l'eau de pluie dans une atmosphère soumise au vent.

On observe au niveau des feuilles des adaptations très particulières. La feuille peut prendre la forme d'un tube ouvert ou fermé en fonction de l'humidité de l'air.

Certaines adaptations permettent ainsi à certaines plantes de coloniser des milieux aux conditions particulières.

2) Défense contre les herbivores

Voir DM

La défense des Acacias à l'herbivorie.

La sécrétion de composés phénoliques, en concentration proportionnelle à la durée du broutage effectué par les Koudous, par les feuilles d'acacia, diminue voire empêche la digestibilité des feuilles.

Dans le même temps les arbres agressés synthétisent de l'éthylène *Acacia cornigera* (hormone végétale) perçu par les arbres voisins et responsable du déclenchement de la synthèse de tanins dans leurs feuilles.



SVT TS Thème 1A5 - La vie fixée chez les plantes : relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution

La défense se réalise, dans cet exemple, à l'échelle de la population.

Certaines espèces d'acacias disposent aussi de défenses physiques avec des épines.

Dans d'autres cas une défense est réalisée grâce à la symbiose avec des fourmis. L'arbre peut héberger les fourmis au niveau d'épines creuses mais aussi les nourrir avec la sécrétion d'une solution composée d'eau, de sucres et d'acides aminés au niveau de glandes situées à la base du pétiole. La plante fabrique également dans des structures spécialisés (les corps de Belt) des protéines et des lipides à destination des fourmis.

« Les fourmis du genre *Crematogaster* étaient capables de protéger leur acacia hôte (*Acacia drepanolobium*) contre les éléphants ! En effet, alors que les épines de l'arbre échouent à repousser le pachyderme, protégé par sa peau épaisse, les fourmis s'introduisent dans sa trompe tapissée de muqueuses très sensibles pour lui infliger de douloureuses morsures... Au



Éléphant se nourrissant d'Acacias

point que les éléphants évitent soigneusement les arbres hébergeant des colonies de fourmis, alertés par leur odeur. Les fourmis sont donc indirectement responsables de la protection de la savane et du modelage des paysages africains. »

<http://www.jardindesplantes.net/la-biodiversite/des-fourmis-et-des-plantes#page7>

Bilan : la plante possède des structures et des mécanismes de défense. Cela lui permet de se défendre contre les prédateurs, de résister aux agressions du milieu et de s'adapter aux variations saisonnières, tout en restant fixée.

III) Vie fixée, reproduction sexuée et dissémination

1) La fleur un organe adapté à la pollinisation par un agent spécifique

TP 26

La fleur est constituée de 4 **verticilles** : ensemble d'organes insérés de manière circulaire autour de l'axe de la fleur.

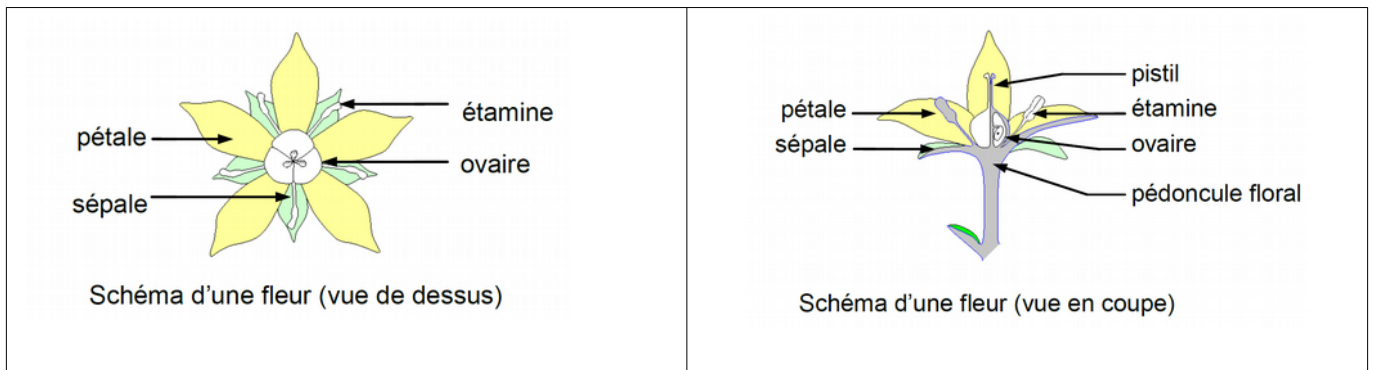
Il s'agit des

- **sépales** (pièce florale la plus externe qui joue un rôle protecteur vis à vis des organes reproducteurs dont l'ensemble constitue le calice)
- **pétales** (pièce florale entourant les organes sexuels de la fleur dont l'ensemble constitue la corolle)
- **étamines** (pièce florale constituant l'organe reproducteur mâle de la fleur et producteur des grains de **pollen**)
- **carpelles** protégeant les ovules et situés dans le pistil*

*Le **pistil** est la pièce florale constituant l'organe reproducteur femelle de la fleur.

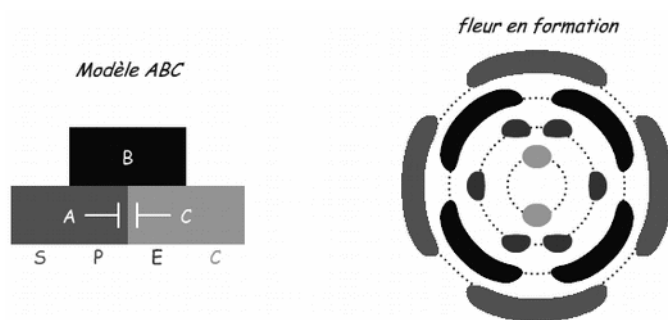
Le plan d'organisation des fleurs varie. Pour les différencier on réalise des diagrammes floraux où l'on représente schématiquement l'organisation des pièces florales de la fleur vue du dessus.

SVT TS Thème 1A5 - La vie fixée chez les plantes : relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution



En travaux pratiques nous avons testé l'hypothèse selon laquelle les différents verticilles de la fleur étaient en fait des feuilles modifiées suite à l'action de gène lors du développement embryonnaire.

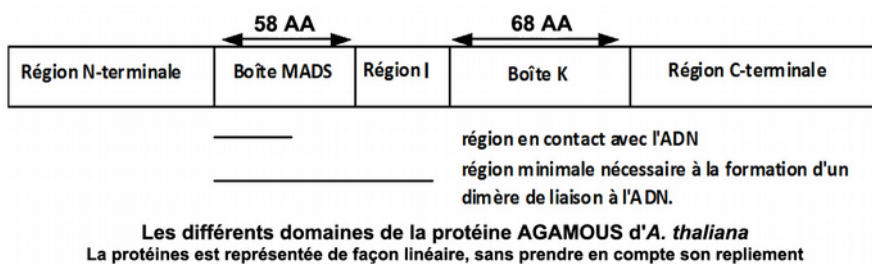
2) Contrôle génétique de la morphogénèse florale



On connaît chez la plante modèle *Arabidopsis thaliana* des mutants homéotiques qui présentent une disposition perturbée des pièces florales.

L'étude des gènes affectés par ces mutations permet de reconstituer le contrôle génétique de la mise en place des organes floraux. Ainsi les gènes homéotiques produisent lors du développement de la fleur des protéines dont l'expression conjointe ou non détermine le type de pièce florale mise en place. On résume

ce contrôle avec le modèle ABC.



La comparaison des séquences des gènes *agamous* et *apetala3* montre l'existence d'une séquence homologue existant également chez la levure et l'homme. Cette séquence de nucléotides est à l'origine d'une séquence protéique également conservée appelée

MAD box.

Ces protéines sont des facteurs de transcription qui se fixent à l'ADN et **régulent la transcription de gènes cibles**.

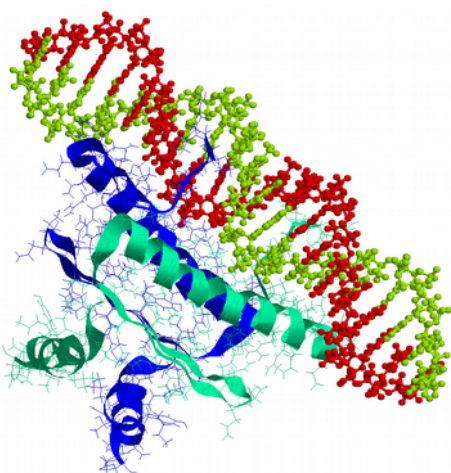
Les gènes de développement contrôlent donc les verticilles et l'organisation florale.

3) Pollinisation et coévolution

Doc 1 p 122

La **pollinisation** est le transport des grains de pollen vers un pistil apte à être fécondé.

Chez la plupart des plantes l'autofécondation n'est pas possible et le pollen doit être transporté. Il s'agit alors d'une fécondation croisée, ce qui produit plus de diversité



Protéine à Mad box interagissant avec une molécule d'ADN

SVT TS Thème 1A5 - La vie fixée chez les plantes : relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution

génétique.

Quand le transport est assuré par le vent (cas des graminées par exemple) on parle **d'anémogamie** (voir TP 26), s'il est assuré par des animaux il s'agit de **zoogamie**. Dans le cas très fréquent où la pollinisation est assurée par des insectes on parle **d'entomophilie**. Voir TP 26.

L'organisation de la fleur est en relation avec les différentes stratégies de pollinisation. La pollinisation zoophile est associée à l'existence de morphologies florales variées, de sépales et/ou de pétales colorés, à la production de molécules odorantes, de nectar ou d'un pollen riche en réserves.

Les animaux pollinisateurs comme l'abeille (doc 3 et 4 p 123) possèdent des organes adaptés à la pollinisation comme :

- des pièces buccales pouvant former un tube facilitant l'aspiration du nectar
- un jabot permettant de stocker le nectar
- des poils sur le corps permettant la fixation et le transport du pollen
- une corbeille à pollen située sur les pattes postérieures



Abeille domestique

http://inra.dam.front.pad.brainsonic.com/ressources/afile/226447-e16cb-picture_photo-abeille-domestique-.html

Elles ont aussi un comportement qui favorise la pollinisation en ne visitant qu'un seul type de fleur au cours du même voyage.



Machaon sur de la Valériane (source MNHN)

On peut aussi noter que d'autres fleurs sont pollinisées par des papillons de jour et présentent du nectar qui n'est accessible qu'au fond d'une fleur en forme de long tube où le papillon peut plonger sa trompe. Elles présentent le plus souvent des étamines en avant de la fleur qui viendront facilement rencontrer le corps poilu de l'animal.

On parle de **co-évolution** quand des espèces évoluent parallèlement et s'ajustent en permanence aux changements de l'autre. La co-évolution peut donc mener à une spéciation conjointe. Quand on ne peut pas démontrer cette spéciation conjointe on parle de co-adaptation.

A l'issue de la fécondation la fleur se transforme en fruit contenant des graines (voir TP23).

Bilan : L'organisation florale, contrôlée par des gènes de développement, et le fonctionnement de la fleur permettent le rapprochement des gamètes entre plantes fixées. La pollinisation de nombreuses plantes repose sur une collaboration animal pollinisateur/plante produit d'une coévolution.

4) Dissémination et coévolution

Une fois formés les graines et les fruits peuvent être disséminés par différents agents.



Akenes de pissenlits surmontés d'un pappus - source :

http://img7.imageshack.us/img7/2782/pisselitfruit_s2.jpg

SVT TS Thème 1A5 - La vie fixée chez les plantes : relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution

- L'agent est le vent : l'anémochorie

Ce sont des fruits ou des graines légers à ailes ou à aigrettes riches en poils faisant prise au vent. Le transport peut se faire à longue distance.

- L'agent est un animal : la zoochorie.

- Les grands mammifères des forêts tempérées comme le sanglier ou le chevreuil se déplacent sans cesse et contribuent à la dissémination du cynoglosse officinal dont le fruit est recouvert de petites épines qui s'accrochent aux poils de ces animaux.

- Le gui est une plante parasite qui infeste souvent des arbres assez proches les uns des autres. Ses animaux disséminateurs sont des oiseaux comme la grive draine qui peut avaler 7 à 8 baies entières.



Gui

La pulpe des fruits est digérée mais les graines, enrobées d'une substance collante sont rejetées avec les déjections de l'animal, en vol ou lors d'un arrêt de l'oiseau sur un autre arbre. Un tel mécanisme de dissémination est appelé endozoochorie. On observe alors dans la nature des chapelets de graines blanc-verdâtres, accrochés aux branches par les fils gluants.



Grive draine Source : <http://www.oiseau-libre.net/Oiseaux/Especes/Grive-draine.html>



Chapelet de graines rejetées par la grive



Rangée de peupliers parasités -

Source : <http://biologie.ens-lyon.fr/ressources/Biodiversite/Documents/la-plante-du-mois/le-gui-une-plante-parasite-dispersee-par-les-oiseaux/>

Dans certaines régions où les arbres sont particulièrement parasités, la ressource en baies devient telle qu'elle peut modifier le comportement migratoire des oiseaux. Cela a été observé en Allemagne où la Grive draine devient sédentaire et passe l'hiver à basse altitude se nourrissant abondamment de baies de gui et participant

ainsi à la surinfestation de la population d'hôtes.

On observe ainsi que la dissémination est assurée par des agents qui compensent l'incapacité de la plante à se déplacer.

Bilan :

La dispersion des graines est nécessaire à la survie et à la dispersion de la descendance. Elle repose souvent sur une collaboration animal disséminateur/plante produit d'une coévolution.

SVT TS Thème 1A5 - La vie fixée chez les plantes : relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution

- L'agent est le vent : l'anémochorie

Ce sont des fruits ou des graines légers à ailes ou à aigrettes riches en poils faisant prise au vent. Le transport peut se faire à longue distance.

- L'agent est un animal : la zoochorie.

- Les grands mammifères des forêts tempérées comme le sanglier ou le chevreuil se déplacent sans cesse et contribuent à la dissémination du cynoglosse officinal dont le fruit est recouvert de petites épines qui s'accrochent aux poils de ces animaux.

- Le gui est une plante parasite qui infeste souvent des arbres assez proches les uns des autres. Ses animaux disséminateurs sont des oiseaux comme la grive draine qui peut avaler 7 à 8 baies entières.



Gui

La pulpe des fruits est digérée mais les graines, enrobées d'une substance collante sont rejetées avec les déjections de l'animal, en vol ou lors d'un arrêt de l'oiseau sur un autre arbre. Un tel mécanisme de dissémination est appelé endozoochorie. On observe alors dans la nature des chapelets de graines blanc-verdâtres, accrochés aux branches par les fils gluants.



Grive draine Source : <http://www.oiseau-libre.net/Oiseaux/Especes/Grive-draine.html>



Chapelet de graines rejetées par la grive



Rangée de peupliers parasités -

Source : <http://biologie.ens-lyon.fr/ressources/Biodiversite/Documents/la-plante-du-mois/le-gui-une-plante-parasite-dispersee-par-les-oiseaux/>

Dans certaines régions où les arbres sont particulièrement parasités, la ressource en baies devient telle qu'elle peut modifier le comportement migratoire des oiseaux. Cela a été observé en Allemagne où la Grive draine devient sédentaire et passe l'hiver à basse altitude se nourrissant abondamment de baies de gui et participant

ainsi à la surinfestation de la population d'hôtes.

On observe ainsi que la dissémination est assurée par des agents qui compensent l'incapacité de la plante à se déplacer.

Bilan :

La dispersion des graines est nécessaire à la survie et à la dispersion de la descendance. Elle repose souvent sur une collaboration animal disséminateur/plante produit d'une coévolution.