

## **Partie 2 :**

# **Structures et modalités adaptatives des cormophytes.**

## **I\ Introduction.**

Une adaptation est différente d'une accommodation.

Quand des plantes se maintiennent dans un biotope donné, on considère qu'elles ont toutes les réponses face à ce milieu : elles y sont adaptées. Il faut toutefois éviter toutes les interprétations finalistes : les plantes n'ont pas de conscience. Tout vient de la concurrence, de la compétitivité. Certaines plantes répondent mieux à certains milieux que d'autres. Ces adaptations sont au niveau héréditaire (niveau génotypique).

Adaptation : propriété héréditaire, physiologique, anatomique ou morphologique permettant à une espèce de se maintenir et de se développer dans des conditions écologiques particulières.

L'adaptation est plus ou moins stricte.

Exemple du chêne vert. Le feuillage est persistant ; les feuilles petites, dures. C'est une espèce sclérophylle, sempervirente. Il se développe bien sous climat méditerranéen (avec période sèche estivale). Ce chêne n'est pas exclusif à ce climat. On le trouve aussi en climat océanique.

Les facteurs qui jouent le plus sont les facteurs de compétition entre espèces. Les plantes les plus adaptées à un milieu seront les plus compétitives.

Accommodation : Pour une même espèce, avec deux pieds plantés à des endroits différents (plaine/montagne), on aura des plantes à morphologie différente. La graine n'est pas touchée → les modifications touchent le niveau phénotypique.

Définition : une accommodation est une modification réversible des caractères anatomiques, physiologiques d'un organisme selon les variations des facteurs du milieu.

Dans la Sierra Nevada espagnole, au sud de Grenade, en montagne sèche, quand on passe de 1500 mètres à 3000 mètres, on retrouve des genets purgatifs (papillonacées). A 1500 mètres, ils sont érigés (1,5 à 3 mètres), à 2500 mètres, ils sont beaucoup plus petits et à 3000 mètres, ils sont un port en boule comme des xérophytes épineuses en coussinet.

## **II\ Les rythmes biologiques.**

### **A\ Mode de végétation.**

Le plus important est de voir le mode de végétation et la capacité à fleurir.

#### **1\ Les plantes à une floraison.**

## $\alpha$ \ Plantes annuelles (thérophytes).

Exemples : le blé, le coquelicot.

La graine donne une tige et une(des) fleur(s) puis des graines et un pied qui meurt.

## $\beta$ \ Plantes bisannuelles.

La première année, ces plantes forment l'appareil végétatif qui accumule des réserves. La seconde année, il y a utilisation des réserves pour fleurir, fructifier puis mourir.

Exemples : Oignon (*Allium cepa*), la cardère ou cabaret des oiseaux (*Dipsacus sylvestris*).

*Allium* donne une rosette, la cardère donne un capitule.

La cardère était utilisée pour carder la laine.

## $\gamma$ \ Plantes pluriannuelles.

Ce sont des plantes vivaces (vivent 10 à 15 ans) qui ne fleurissent qu'une fois puis meurent. On y trouve l'agave (*Agave americana*).

Ces plantes sont aussi appelées espèces monocarpiques.

On trouve aussi la carline à feuilles d'acan (*Carlina acanthifolia*) qui présente un gros capitule. Elle est acaule (= sans tige). Pendant plusieurs années, il y a fabrication de rosettes de feuilles et mises en réserve dans les racines pivotantes. Cette plante fleurit ensuite puis disparaît.

## 2 \ Les plantes à plusieurs floraisons.

On trouve ce cas chez les arbres, les arbustes, les buissons : les plantes ligneuses. On en trouve aussi chez des herbacées avec rhizomes (exemple : Iris. C'est aussi le cas de plante à bulbe comme la tulipe. Ce dernier exemple n'est pas parfait car il se présente d'autres problèmes.

## B \ La phénologie foliaire.

On distingue les feuillages caducs des feuillages persistants.

Les feuillages persistants sont souvent présents dans les climats méditerranéens mais aussi en forêts boréales. Le renouvelage des feuilles se fait tous les ans et demande une grande dépense en énergie. Toutefois, les feuilles sont neuves et donc, plus efficaces.

La phénologie est la façon dont se succèdent les étapes de la vie d'une plante.

## III \ Les types écologiques.

Selon la taille d'un végétal, de là où sont les bourgeons, on peut classer les végétaux en grands types biologiques. Ces types ont été définis par Raunkiaer (originaire de l'Europe du Nord).

La neige est une protection pour les bourgeons contre le gel. Ces plantes ainsi protégées, vont différer des non-protégées. On a donc des différences qui permettent de classer ces végétaux en divers types écologiques.

On prend en compte la bonne saison et la mauvaise saison selon les différents lieux du monde.

- Si les bourgeons sont à plus de 50 centimètres, on parle de **Phanérophytes**.
- Les **chaméphytes** (comme la myrtille) sont des végétaux ligneux, vivaces dont la hauteur n'excède pas 50 centimètres.

- Les **hémicrophytes** (comme le pissenlit, les orties) ont des bourgeons souvent au ras du sol et ont un système de plante en rosette.
- Les **géophytes** ont des bourgeons de rénovation dans le sol (bulbe, rhizome, tubercule). Ils ont aussi souvent de gros organes de réserve.
- Les **thérophytes** sont des plantes annuelles, sans bourgeon, qui persistent à l'état de graine.

Il a été montré que la période de développement de la plante est variable. Elle est fonction des conditions écologiques du milieu. Pour une plante saharienne, de la germination à la fructification, il ne se passe qu'entre 8 et 15 jours. Ces plantes sont dites **éphémérophytes**. Elles ont des feuilles naines et de petites fleurs. Elles sont parfaitement adaptées au milieu saharien. (absence de pluie ou pluie localisée dans le temps). Une averse de 4 à 5mm permet le développement de la plante.

Une autre classification est basée à partir du premier bouton floral jusqu'au premier fruit fertile. Si l'intervalle de temps est inférieur à 20 jours, on a des plantes **tachythérophytes**. Entre 20 et 30 jours, ce sont des **sténotherophytes**. Entre 30 et 50 jours, ce sont des **mésotherophytes**. S'il se passe plus de 50 jours, ce sont des **eurythérophytes**.

A partir des types biologiques, dans un milieu donné, on définit des spectres biologiques. Ces spectres sont donc variables en fonction du milieu et chaque milieu aura une ou deux espèces dominantes.

## IV\ Multiplication et dissémination sous forme végétative.

Les plantes issues de la multiplication végétative ont le même génotype : elles perpétuent les caractères de la plante mère. Il n'y a pas de brassage génétique. → Les individus sont tous des clones.

Pour les plantes dioïques, tous les clones ont le même sexe.

Par exemple, l'Élodée du Canada, en France, n'est présente que sous forme femelle, qui se reproduit donc par multiplication végétative.

### A\ Multiplication par organes non spécialisés.

#### 1\ Marcottage naturel.

Exemple de la ronce (*Rubus*).

On a isolement d'une partie d'un végétal en enracinement. Une tige se courbe en anneau et entre en contact avec le sol : il y a formation de racines adventives qui fixent la tige au sol. Après la coupe, on a un nouvel individu, isolé, identique au pied mère.

Le marcottage existe aussi chez les arbres.

Exemple de l'Épicéa des Alpes, dans les dolomites Italiennes.

Les branches basses sont plaquées au sol par la neige. Elles vont s'enraciner et donner un nouvel Épicéa en aval du premier. Le nouvel individu se séparera de la plante mère. Ce phénomène peut se répéter de nombreuses fois.

On trouve la même chose pour le rhododendron dans les Pyrénées.

#### 2\ Le bouturage.

Les racines se forment après séparation (naturelle) de la plante mère. A l'état naturel, on observe ce phénomène chez les figuiers de barbarie, chez *Sédum* (crassulacées).

→ La nouvelle plante est toujours un clone de la plante mère.

## B\ Multiplication par organes spécialisés.

### 1\ Les stolons.

Exemple du fraisier.

Les stolons sont des rameaux spécialisés, à croissance horizontale dont les entre-nœuds sont fortement étirés et portent des feuilles très courtes, réduites à des écailles. Les stolons permettent l'exploration du milieu puis la prise de racine a lieu plus loin.

### 2\ Les racines drageonnantes (ou drageons).

Ce sont des racines généralement horizontales sur lesquelles apparaissent les bourgeons. Exemples : framboisier, peuplier.

### 3\ Les organes de réserve.

Les organes de réserve jouent un rôle de réserve mais aussi de dissémination.

#### α\ Les tubercules.

- Les tubercules racinaires.

Des racines adventives vont se tubériser (se renfler de réserves). Exemple : le dahlia dont les racines se renflent et accumulent de l'inuline. Il y aura séparation des tubercules et donc, autant de nouvelles plantes que de tubercules. Exemple : la ficaire (*Ranunculus ficaria*) a des tubercules avec amidon. Elle possède aussi des bulbilles permettant la dissémination.

- Les tubercules caulinaires.

Exemple : la pomme de terre (*Solanum tuberosum*). Les tubercules ont un rôle de réserve et de dissémination. On trouve aussi les topinambours (*Helianthus tuberosus*) et *Stachystubifera*, le crosne du Japon.

#### β\ Les bulbilles.

Les bulbilles sont aussi des organes de réserve. Ce sont des petits bulbes apparaissant à l'aisselle d'une feuille ou d'une inflorescence.

Exemple : le lys (*Lilium bulbifera*) possède des bulbes qui se détachent, ce qui permet la dissémination de la plante

Ces organes existent aussi chez la ficaire où les bulbilles restent dormantes si elles ne se détachent pas du pied mère.

Chez certains ails, les bulbilles sont entre les fleurs, au niveau de l'inflorescence. *Allium* est un genre de Liliaceae.

Les saxifragaceae sont des plantes rupicoles (qui poussent sur les rochers) où la base de la tige montre des bulbilles rougeâtres pouvant assurer la multiplication asexuée.

Les bulbilles ou bourgeons épiphylls (Bryophyllum) ont des bourgeons qui se répartissent tout autour de la feuille. Ils vont se détacher et donner de nouveaux individus. Ils n'ont pas de réserves (ce ne sont pas de vraies bulbilles).

## V\ Reproduction sexuée et stratégie de pollinisation.

- Emission de grains de pollen.
- Transport du pollen et dépôt sur les stigmates (fleur de même espèce).
- Développement du tube pollinique, une fois le pollen déposé.

### A\ La répartition des sexes.

Les fleurs sont le plus souvent hermaphrodites (à 75%) mais on trouve aussi des fleurs monoïques ou dioïques.

Le frêne (*Fraxinus excelsior*) possède des samares (fruits) servant à la dissémination des graines. Dans une population de frênes, on trouve 40% de mâles, 4% de femelles et 56% d'hermaphrodites (dans une population d'une région donnée, étudiée). → Cet arbre a la potentialité d'être hermaphrodite.

On peut définir trois grands types de pollinisation :

- Autogamie directe :

Le grain de pollen féconde la fleur d'où il vient. Il y a autofécondation. Le transport est court.

- Autogamie indirecte :

Le grain de pollen va féconder une fleur du pied ou bien une fleur d'un clone de la plante dont il est issu. L'autogamie indirecte est aussi appelée Geitonogamie. Cette pollinisation existe chez les hermaphrodites et les monoïques.

- Allogamie :

Le grain de pollen va féconder la fleur d'un individu génétiquement. La pollinisation est croisée. Cette pollinisation existe chez les espèces monoïques ou dioïques.

Il existe des cas où l'autogamie est obligatoire. Par exemple, chez la violette odorante (*Viola odorata*), on trouve deux types de fleurs. Les fleurs de printemps s'ouvrent (corolle ouverte) et permettent tous les cas de pollinisation. Les fleurs d'été ne s'ouvrent jamais : ce sont des fleurs cléistogames ne présentant qu'une pollinisation par autogamie directe.

Ce phénomène existe aussi chez *Oxalis acetosella*.

Le paradoxe : Les deux sexes sont rapprochés, ce qui laisse penser que l'autogamie est de règle. En fait c'est toujours l'allogamie qui domine.

→ L'allogamie est créatrice de diversité, augmente le brassage génétique → elle accroît les capacités d'adaptation des espèces.

L'autogamie diminue, elle, les capacités d'adaptation par diminution du brassage.

Il existe des pressions de consanguinité.

Pour les espèces cultivées ou sélectionnées, il faut diminuer, le plus possible, le brassage génétique. Chez beaucoup de plantes principalement allogames, l'autogamie peut intervenir en dernier recours (s'il n'y a pas de pollinisation croisée) pour assurer la reproduction.

Exemple de la stratégie du rhododendron (*Ferrugineum*), une éricacée. C'est une plante entomogame. Elles ont 10 étamines dont 5 grandes et autant de petites.

La pollinisation, par un système de tulle montre que la plante est autogame (aucun échange de pollen avec l'extérieur n'est possible). Si l'on refait la même expérience mais en enlevant les petites

étamines, on voit que l'on n'obtient jamais de graine. L'autogamie est donc réalisée à partir des petites étamines ; les grandes servent à la pollinisation croisée.

→ L'autogamie est un système de « roue de secours », une adaptation aux conditions.

Pour diminuer l'autogamie, il y a décalage temporaire de la maturation des anthères et des stigmates (dichogamie). On trouve deux cas : la protandrie, les anthères sont mures avant les stigmates (tournesol) ; la progynie, la partie femelle est mure avant la partie mâle (exemple, l'arum).

Exemple de l'avocatier (*Persea gratissima*).

Le développement de l'avocatier se fait sur deux jours.

	Premier jour		Deuxième jour	
	Matin	Après-midi	Matin	Après-midi
Etat des fleurs	Ouvertes	Fermées	Fermées	Ouvertes
Individu 1	Stigmates réceptifs ; Pollen non mature			Stigmates non réceptifs ; Pollen mature
Individu 2	Stigmates non réceptifs ; Pollen mature			Stigmates réceptifs ; Pollen non mature.

Il y a obligation de pollinisation croisée. Les individus sont soit protandres, soit progynes.

Dans une même fleur, il a souvent séparation spatiale maximale des étamines et des stigmates. Par exemple, les étamines, dans de nombreux cas, sont beaucoup plus grandes ou petites que les stigmates → C'est l'erchogamie.

Le plus efficace pour empêcher l'autogamie est une incompatibilité génétique entre le pollen et les stigmates (comme chez les primevères). Chez la primevère, on note la présence de deux types de fleurs : fleurs à étamines longues et styles courts ; fleurs à étamines courtes et à styles longs. On a dans ce cas, erchogamie et auto-incompatibilité.

#### Les allocations de ressources

Quand on analyse les comportements de végétaux ou d'animaux, on observe en terme de coût (énergie, ressources...).

L'autogamie demande peu de ressources pour les grains de pollen (peu de grains avec peu de ressources), donc, un faible investissement. On verra chez ces mêmes espèces, une augmentation des ressources des ovules et des graines.

La primevère (*Primula farinosa*), allogame stricte, a été étudiée et comparée à trois autres espèces autogames. → Les trois autogames produisent 5 à 10 fois moins de pollen mais deux fois plus d'ovules. On peut faire le rapport P/O (pollen fabriqué/Ovaires fabriqués). Le P/O de *farinosa* est de 2000 environ et chez les autres, il n'est que de l'ordre de 200.

Il a aussi été montré que la corolle des autogames était plus petite que celle des autres.

Une espèce allogame a un P/O  $\approx$  6000 ; un autogame a un P/O  $\approx$  30 et une espèce clestogame a un P/O  $\approx$  5.

## **B\ La Pollinisation.**

## 1\ L'anémogamie.

L'anémogamie concerne 20% des espèces florales françaises dont les graminées (les Poaceae). Il faut que le pollen soit de petite taille (10 à 30µm), léger et transportable par le vent. De plus, les plantes « pratiquant » l'anémogamie ne doivent pas regarder sur la quantité de pollen produit.

Par exemple, un pied de maïs donne 50 millions de grains de pollen et seul 1 grain sur 50000 sera utilisé. Le noisetier porte des chatons qui libèrent chacun, 4 millions de grains de pollen par jour. Les chatons se développent avant les feuilles car ces feuilles feraient obstacle au pollen.

Chez les Poaceae, le pollen est fabriqué par des étamines à filet long et mobile.

Pour les espèces anémogames, les fleurs femelles possèdent des stigmates collants (noyer) ou plumeux et longs (Poaceae).

Les fleurs mâles et femelles sont habituellement, relativement simples. Le périgone, peu développé. Certaines espèces sont même sans pétale, comme les chênes et les orties.

## 2\ La zoogamie.

Dans la zoogamie, le vecteur est un animal, souvent un arthropode. Dans la grande majorité des cas, ce sont des insectes et l'on parle d'entomogamie. D'autres animaux peuvent aussi intervenir, comme le colibri. Les baobabs (*Adansonia*) sont pollinisés par une chauve-souris : les fleurs s'ouvrent donc à la tombée de la nuit.

Dans le cas des interactions plantes/insectes, le phénomène peut aller jusqu'à une co-évolution : un seul type d'insecte pourra polliniser un seul type de plante.

Les stratégies d'attraction :

- Les signaux optiques.

Les pétales peuvent être vivement colorés et chez les liliaceae, même les sépales sont pétaloïdes. Le développement des bractées joue aussi un rôle : chez l'arum, une grande bractée se développe et piège les insectes.

Les étamines aussi peuvent être colorées.

Chez les orchidaceae, il y a développement d'une corolle représentant un insecte : c'est un leurre.

Chez les sauges, il se développe une « piste d'atterrissage » pour les insectes.

- Les signaux olfactifs.

Les *Lonicera periclymenum* sont des fleurs surtout parfumées la nuit car elles sont pollinisées par des papillons (Sphinx). La rafflésie donne une fleur d'environ un mètre de diamètre à odeur de viande pourrie (se trouve vers Sumatra). L'Orchis bouc dégage une odeur de bouc. Certaines Ophrys émettent des phéromones sexuelles d'abeilles.

L'arum émet une odeur renforcée par émission de chaleur (+35/40°C).

- Les apports nutritifs.

Les insectes recherchent de la nourriture. Cela peut être du pollen (comme au début de l'évolution) ou des nectaires (glandes synthétisant du nectar) situés à la base des pétales ou des étamines. La production de nectar a aussi un coût énergétique.

- Le groupement des fleurs.

Ce groupement donne une inflorescence plus ou moins compacte qui permet d'augmenter l'attraction envers les insectes.

#### Le cas des composées ; le capitule de marguerite.

A l'extérieur, les fleurs sont ligulées et souvent stériles et jouent un rôle dans l'attraction des insectes. Les fleurs en tube, internes, jouent un rôle dans la reproduction.

Le problème est que cette compaction favorise la géitonogamie (les étamines d'une fleur vont féconder les fleurs du même pied).

La digitale (*Digitalis purpurea*), une scrophulariaceae a des fleurs qui se développent de bas en haut. De plus, ces fleurs sont protandres. La quantité énergétique en nectar diminue en allant du bas vers le haut. Les insectes vont d'abord aller voir les fleurs du bas puis remonter.

#### Le cas des orchidaceae (monocotylédones).

La fleur présente trois tépales dont une plus développée que les autres (le labelle) qui est souvent mimétique. Le labelle peut être poursuivi en arrière par un éperon.

Les étamines, le style et les stigmates sont soudés en un organe : le gynostème. Le pollen est agglutiné au niveau de deux pollinies.

L'ovaire est infère, uniloculaire, constitué de trois carpelles.

Sur les trois stigmates, deux sont fertiles et un forme une petite structure particulière : le rostellum. Ce dernier est situé entre les pollinies et les stigmates fertiles. Il y a séparation de l'appareil mâle et femelle dans une même fleur : c'est une érchogamie qui fait diminuer l'auto-pollinisation.

La fécondation est réalisée par les insectes. L'insecte va se poser sur le labelle et les pollinies vont se coller sur la tête de l'insecte.

#### Exemple de la vanille (orchidée) :

*Vanillia planiflora*. Cette plante est originaire d'Amérique du sud et d'Amérique centrale. Dans ces milieux, elle est pollinisée par un hyménoptère (*Melipona*), spécifique de la vanille. Cette vanille a été introduite dans d'autres milieux où elle est restée stérile car il n'y avait pas l'insecte. Il a donc été mis au point une pollinisation artificielle.

#### Exemple de l'orchidée malgache (*Angecum sesquipedale*).

En 1860, Darwin observe un éperon nectarifère d'une trentaine de centimètres. 40 ans plus tard, on a découvert un papillon nocturne physiquement adapté à la pollinisation de cette orchidée. → Il y a un mutualisme entre une espèce de plante et une espèce d'insecte (mutualisme exclusif).

#### La Pollinisation chez les Arum (*Arum maculatum*).

Dans la région Midi-Pyrénées, on trouve plutôt l'espèce *Arum italicum*. L'inflorescence est particulière : une bractée (la spathe) et le spadice. Au niveau de la zone d'étranglement de la spathe sort la massue (partie stérile de l'inflorescence).

Dans la partie basse, on trouve des fleurs femelles fertiles ; un peu plus haut, on a les fleurs mâles fertiles. Dans la partie supérieure, des fleurs stériles bouchent l'entrée.

Le spadice va émettre une odeur nauséabonde (pour nous). La massue s'échauffe (facilement + 15°C par rapport à la température extérieure). Cette augmentation de température accroît l'odeur et attire des diptères. Ces insectes arrivent, entrent et fécondent les fleurs femelles. Après 24 heures, les étamines s'ouvrent, en même temps, les fleurs stériles se fanent. L'ouverture permet la libération des diptères, chargés de pollen. La spathe libère des sécrétions pour la nutrition des insectes.

#### Le figuier, *Ficus carica*, Moraceae.

La fécondation de ce figuier est complexe et a été bien étudiée.



L'inflorescence du figuier est particulière : clinanthe. C'est un réceptacle replié sur lui-même et qui possède plusieurs centaines de fleurs sur les parois. Un diptère du genre *Blastophaga* assure la pollinisation.

On trouve trois types de réceptacles selon les saisons et deux générations de mouches. Les réceptacles diffèrent de part le type de fleurs présentes à l'intérieur.

Les femelles de diptères passent dans les fleurs de type B. Elles pondent des œufs dans les fleurs femelles stériles. Les embryons se développent et donnent mâles et femelles. Ils s'accouplent aussitôt après l'éclosion (comme dans « *loftstory* », cf. le prof.). Les nouvelles femelles sont jusqu'aux réceptacles des fleurs mâles B.

En C, les femelles ne peuvent pas pondre car les fleurs femelles fertiles ont de longs styles. Elles déposent uniquement le pollen et ressortent pondre dans les réceptacles A dans des fleurs stériles. En A, les mouches sont sous forme de larves. En mars, il y a éclosion puis accouplement. Les femelles vont pondre en B et la boucle est bouclée.

#### La primevère (*Primula*).

La primevère présente des fleurs brévistylées (à gros pollen et papilles peu développées) ou des fleurs longistylées (à petit pollen à papilles bien développées).

Les grains de pollen d'une même fleur a du mal à polliniser cette même fleur à cause des papilles. Il y a aussi incompatibilité génétique.

#### La sauge (*Salvia*).

Les sauges ont, au niveau du périanthe, une expansion qui permet l'atterrissage des insectes. La fleur est protandre. L'insecte va appuyer sur la « palette », ce qui fait se replier l'étamine sur l'insecte. Il va sur la fleur au stade au stade femelle, le style et les stigmates sont au niveau du dos des insectes, il y a récolte de pollen. Il y a très peu d'exclusivité pour les insectes.

### **3\ L'hydrogamie.**

L'hydrogamie est un cas relativement rare car le pollen est peu résistant à l'eau. Chez les hydrophytes (immergées en permanence), les grains de pollen ont des substances collantes pour pouvoir être captés. Ils sont souvent en forme de fuseau.

### **4\ La répartition des différents types de gamie.**

On a environ 10% d'anémogamie (20% en France). Les steppes herbeuses à graminées en ont beaucoup plus.

Les forêts fermées utiliseront plutôt l'entomogamie.

## **IV\ Conservation et dissémination des graines.**

La graine est un organe de conservation au stade diploïde. Elle est le résultat de la transformation de l'ovule après la fécondation. Elle contient l'embryon avec la radicule (donnera les racines), la gemmule (donnera la tige), le ou les cotylédons (donnent les premières feuilles, plus ou moins modifiées) et une coque protectrice (tégument). On trouvera aussi des réserves qui peuvent être dans l'albumen, dans l'embryon ou dans le nucelle.

### **A\ Durée de conservation de la graine.**

#### **1\ Les graines macrobiontiques.**

Ces graines peuvent germer après des dizaines ou des centaines d'années. Une graine de lotus a germé après 250 ans. Dans ces cas, les téguments sont durs, épais et résistants.

## 2\ Les graines mésobiontiques.

Elles peuvent attendre 3 à 10 ans après leur formation. C'est le cas des céréales, comme le blé.

## 3\ Les graines microbiontiques.

Ce sont des graines qui ne vivent que quelques jours à quelques mois.

Le cas le plus extrême est le cas des plantes vivipares : la graine germe dans le fruit encore accroché à la plante mère.

Exemple des palétuviers de mangrove.

Les mangroves sont les forêts tropicales d'estuaire ou de bord de mer. Ce sont des formations soumises au balancement des marées. On trouve peu d'espèces arborées.

Après fécondation et si à marée basse, la plantule tombe dans la vase et se fixe immédiatement. Elle n'a plus qu'à se développer. La plantule peut aussi tomber dans l'eau (à marée haute) : elle va permettre la dissémination.

Dans la région, on trouve *Poa bulbosa* qui est une espèce vivipare.

Les fruits secs (akènes) offrent une bonne protection à la graine. Les drupes, fruits charnus avec noyau en offrent aussi une.

## B\ La dissémination de la graine ou du fruit.

### 1\ L'autochorie.

Ce sont des plantes qui disséminent leurs graines en les expulsant plus ou moins loin.

On peut citer :

- Les fruits turgescents qui éclatent au moindre frottement (capsules d'impatience d'oxalis).
- Les gousses de fabaceae qui, lorsqu'elles se dessèchent, se tordent et s'ouvrent en expulsant les graines.
- On trouve aussi les légumineuses méditerranéennes qui expulsent les graines au moment des incendies.
- Les plantes comme *Arachis*, à phototropisme négatif, qui font s'enfoncer la gousse dans le sol, par le pédoncule.

### 2\ L'hydrochorie.

Cette dissémination demande une résistance à l'eau.

Cas de l'iris (*Iris pseudocorus*) : il fait de grandes fleurs jeunes et les graines sont cireuses, ce qui les rend imperméables.

La noix de coco peut flotter sur des milliers de kilomètres.

### 3\ L'anémochorie.

Les graines sont de petite taille (exemple : orchidées).

Les fruits sont renflés en vessie (Baguenaudier). Chez les papillonacées, la gousse forme une vessie remplie d'air.

Les graines portent des plumes, des aigrettes. Exemple : les graines de peuplier, de saule.

Pappus des akènes (pissenlit).

Graines à ailes : samares de frêne.

→ Il y a un gaspillage important, donc, besoin d'une forte production pour compenser.

## 4\ La zoochorie.

Les vertébrés ont un rôle prépondérant dans cette dissémination. Il y a production de fruits et de graines riches en nutriments, ce qui représente un coût énergétique payé par les végétaux pour attirer les animaux.

### $\alpha$ \ L'exozoochorie.

Il y a dissémination par fixation des graines sur les poils, les chaussettes : dissémination passive sans avantage pour l'animal. L'accrochement peut se faire par des glochidies qui sont comme des harpons, des épines.

### $\beta$ \ La synzoochorie.

Il y a récolte et stockage pour la consommation ultérieure. Les graines vont être transportées (par des fourmis) (élaïosomes : diverticules enrichis en lipides) ou par des écureuils qui cachent leurs glands ou noisettes.

### $\gamma$ \ L'endozoochorie.

L'animal va ingérer le fruit ou la graine. Il faut que la graine soit restituée par régurgitation ou par défécation. Il y a alors séparation des réserves alimentaires pour l'animal et pour la graine sclérifiée → résistance au broyage ou à la corrosion par les sucs digestifs.

Le transit par le tube digestif devient obligatoire car l'attaque par les sucs ou par les bactéries intestinales va favoriser la germination de la graine.

Etude du Lierre (*Hedera hélix*), comparaison du taux de germination.

Les graines extraites de baies mûres (directement sur l'arbre) donnent 74% de germination. On remarque que ces graines sont rapidement envahies par des mycéliums.

Si les graines sont extraites de baies vertes (pas mûres), il y a 100% de germination : les baies sont aptes tôt à germer.

Les graines récoltées au sol après ingestion et rejet par les oiseaux donnent 94% de germination, mais, sans développement de mycélium → les graines sont nettoyées par les sucs, ce qui permet de ne pas avoir de pourrissement.

L'endozoochorie montre aussi des cas de mutualisme : bénéfices réciproques pour les deux partenaires.

Les vertébrés auraient joué un rôle important dans la recolonisation des terres après les glaciations et autres phénomènes.

Après les glaciations, les hêtres ont recolonisé 3000 km en 3000 ans, soit 1 km par an : l'action des animaux est obligatoire.

## 5\ La barochorie.

Les fruits ou graines tombent sous l'action de la gravité : marronnier, chêne, cocofesse (*Lodoicea*).

Cette forme de dispersion a une importance relative.

En milieu forestier, on voit qu'il y a une large domination de la dissémination par les animaux.

A leur début, les forêts sont ouvertes et l'anémochorie domine. Au fil du temps, la forêt se referme et le type de pollinisation évolue. Plus la formation est ouverte, plus la pollinisation est réalisée par le vent.

## V\ La fixation des plantes.

La majorité des plantes est fixée dans le milieu souterrain. D'autres, comme les épiphytes, ont une fixation aérienne.

### A\ Le système racinaire.

On a une racine principale, issue de la radicule, et des racines secondaires (2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> ordre). Dans certains cas, on a des racines adventives. En général, elles naissent au niveau de rhizome, mais elles peuvent apparaître sur des tiges aériennes.

Les racines pivotantes : la carotte. Ce sont des expansions verticales avec peu de racines secondaires.

Les racines fasciculées. Il n'y a pas de racine principale dominante : les ramifications sont importantes. Exemple : le hêtre adulte. Les graminées ne sont pas vraiment dans ce groupe car elles ont des racines adventives.

Pour une même espèce, le système racinaire peut changer avec l'âge mais aussi, en fonction du type de sol.

En fonction du temps :

Le jeune hêtre a des racines pivotantes pour aller chercher l'eau et les sels minéraux. Au bout de 4 à 5 ans, il développe des racines secondaires. Ensuite, il va mettre en place un système de racines fasciculées.

En fonction du type de sol.

Exemple 1 : *Pinus sylvestris*.

On trouve deux types de racines : des racines superficielles captant les précipitations et des racines pivotantes qui sont en contact avec la nappe phréatique. Si la nappe phréatique descend, il y aura diminution de la croissance de l'arbre.

Exemple 2 : Une graminée, *Ligum spartum*.

Ces graminées sont souvent sur des sols avec une croûte gypseuse (le pH augmente). Les racines vont se développer sous la couche sableuse qui se trouve au dessus de la couche dure.

Exemple 3 : Les podzols (sol de la forêt landaise, indifférencié).

L'horizon A2 est appauvri et essentiellement constitué de sable : il ne retient ni l'eau ni les éléments nutritifs.

Dans cet horizon, les racines ne se développent pas du tout. Un système de racines superficielles existe ainsi qu'un système pivotant.

Exemple 4 : Les sols bruns.

Dans les sols bruns, très homogènes, les racines se répartissent uniformément.

## **B\ Modes particuliers de stabilisation.**

### **1\ Les racines de contrefort.**

Elles existent uniquement chez les arbres tropicaux. Elles se développent dans la partie basse du tronc.

### **2\ Les racines échasses.**

On les trouve, par exemple, dans les zones de mangrove. Ces racines partent du tronc et plongent dans le sol (*Rhizophora*). Elles permettent au tronc de se retrouver au dessus du niveau de l'eau quand il y a marée haute.

Les pneumatophores sont des racines aériennes arrivant à la surface du sol et permettent d'alimenter la plante en O<sub>2</sub> (*Avicennia*).

## **C\ Les xérophytes, adaptation des racines.**

Les xérophytes font des prospections profondes, jusqu'aux nappes phréatiques (→ plantes phréatophytes). Exemple : l'Acacia du Sahel, il peut avoir des racines de plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Les nappes doivent être bien alimentées en eau, sinon les plantes meurent.

Il peut y avoir enracinement latéral, peu profond, pour profiter de la moindre goutte de pluie (pour les plantes annuelles). En quelques heures, il y a formation de racines de pluie qui disparaîtront en quelques heures.

Le Zygophyllum d'Israël a des racines dormantes qui deviennent fonctionnelles en cas de pluie.

## **D\ Fixation en milieu aériens (lianes, épiphytes).**

### **1\ Les lianes.**

Les lianes sont des plantes à tige longue qui s'appuie sur divers supports (souvent une autre plante) pour élever son feuillage et le reste (recherche de la lumière).

#### **α\ Système non préhensile (Rosier).**

Par circumnutation, la tige, quand elle pousse, a son sommet qui ne reste pas immobile : il y a enroulement autour d'un support, sans organe particulier.

#### **β\ Système préhensile.**

Dans ce cas, il y a développement d'organes particuliers pour s'accrocher.  
Par exemple, le lierre développe des racines adhésives.

Pour les vrilles, on distingue deux cas : les vrilles caulinaires où la tige donne les vrilles (exemple : *Vitis vinifera*) et les vrilles foliaires où les feuilles donnent les vrilles.

Les vrilles vont s'enrouler dans les deux sens, ce qui leur procure une meilleure élasticité et qui rapproche le support de la plante (Bryone : feuille → vrille).

Les pois ont une partie de la feuille qui donne la vrille.

*Lathyrus aphaca* : Il y a apparition de stipules développés qui assurent l'assimilation chlorophyllienne car les feuilles sont transformées en vrille

La salsepareille (*Smilax aspera*) a des stipules transformées en vrille.

## 2\ Les épiphytes.

Ce sont des plantes vivant sur d'autres végétaux. Ces derniers servent de support sans servir de nourriture à l'hôte (pas de parasitisme). C'est le cas des lichens, des mousses, des fougères. Beaucoup d'orchidées sont épiphytes.

Il n'y a pas de sol, ni de réservoir d'eau. Les arbres supports doivent avoir des aspérités pour que les épiphytes se développent dessus (réserves d'eau, de terre dans les creux de l'écorce).

Les épiphytes xérophytes comme *Tillandsia* absorbent l'eau par leur tige.

Les plantes carnivores ont des apports nutritionnels par les animaux consommés et les apports azotés viennent aussi des animaux.

Parfois, des lianes deviennent épiphytes: problème de classement.

A l'inverse, des *Ficus* (épiphytes) développent des racines qui s'insèrent dans le sol : ils deviennent des lianes).

Exemple : le ficus étrangleur du palmier à huile. Les racines descendent le long du tronc et arrivent au sol. Là, il a une bonne alimentation et étrangle la plante hôte qu'il gardera comme support.