

www.tunisie-etudes.info

Ce document a été téléchargé depuis
www.tunisie-etudes.info

Des documents gratuits, devoirs, examens, cours, exercices, corrigés... Ainsi que toute une rubrique pour vous aider à trouver un emploi sans oublier les avis de concours en direct

Notre page Twitter :

<http://www.twitter.com/TunisieEtudes>

Notre page FaceBook :

<http://www.facebook.com/TunisieEtudes>

The screenshot shows the homepage of Tunisia-études.info. At the top, there is a navigation bar with the site name 'TUNISIE-ETUDES.INFO' and three menu items: 'Tous les documents', 'BAC', and 'Avis de co'. Below this is a 'Newsflash' section with a blue background and white text, stating: 'Tunisie-etudes.info vous aide dans votre préparation pour le concours de l'ENA. Documents de préparation pour le concours national tunisien de l'ENA'. A 'Home' button is visible below the newsflash. On the left side, there is a 'Main Menu' with a list of links: Home, News, Web Links, Documents, Primaire, Collège, Secondaire, and Supérieur. The main content area features a 'BIENVENUE SUR TUNISIE-ETUDES.INFO' section with a sub-heading 'Avis de concours', 'Écrit par Administrateur', and a date 'Mercredi, 20 Janvier 2010 08:47'. The text below reads: 'Accéder aux derniers avis de concours publier par les entreprises tunisiennes au jour le jour directement sur votre site' and includes a link 'Avis de concours en direct'. At the bottom of this section, there are links for 'Accès aux documents' and 'Retrouvez nous sur FaceBook'.

Merci d'avoir choisi www.tunisie-etudes.info
Bonne lecture et bon travail

www.tunisie-etudes.info – www.algointro.info

SVT : Biologie Végétale

TunisieEtudes

Contenus

Articles

Botanique	1
Physiologie végétale	5
Morphologie végétale	6
Nutrition végétale	6
Fixation biologique de l'azote	9
Multiplication végétative	13
Pollinisation	16
Fleur	21
Périanthe	26
Ovaire (botanique)	27
Carpelle	28
Anthère	29
Pièce florale	30
Pétale	33
Corolle	34
Double fécondation	36
Pollen	36
Plante	40
Sépale	47
Feuille	48

Références

Sources et contributeurs de l'article	55
Source des images, licences et contributeurs	56

Licence des articles

Licence	58
---------	----

Botanique

🔗 Pour les articles homonymes, voir Botanique (homonymie).

La **botanique** est la science consacrée à l'étude des végétaux (du grec βοτανική^[1] ; féminin du mot βοτανικός qui signifie « qui concerne les herbes, les plantes »^[2]). Elle présente plusieurs facettes qui la rattachent aux autres sciences du vivant. La botanique générale recouvre la taxinomie (description des caractères diagnostiques et différentiels), la systématique (dénombrement et classification des taxons dans un certain ordre), la morphologie végétale (décrivant les organes ou parties des végétaux), l'histologie végétale, la physiologie végétale, la biogéographie végétale et la pathologie végétale. Certaines disciplines, comme la dendrologie, sont spécialisées sur un sous-ensemble des végétaux.

La connaissance fine des végétaux trouve des applications dans les domaines de la pharmacologie, de la sélection et de l'amélioration des plantes cultivées, en agriculture, en horticulture, et en sylviculture.



Pinguicula grandiflora

Étymologie

Le terme botanique vient du grec ancien βοτάνηκη^[1], féminin du mot βοτάνηκόξ qui signifie « qui concerne les herbes, les plantes »^[2] ; βοτάνη qui signifie « herbe, plante » veut dire également « fourrage »^[3] ou « plante fourragère »^[4].

Domaines d'étude

Comme les autres formes de vie, les végétaux peuvent être étudiés de différents points de vue, au niveau moléculaire, génétique et biochimique, organite, cellulaire, tissus ou organes, en considérant le végétal individuellement, à l'échelle d'une population ou d'une communauté végétales.

À chaque niveau, le botaniste pourrait être amené à s'intéresser à la classification (taxinomie), la structure (anatomie), ou au fonctionnement (physiologie) du végétal considéré.

Plus précisément, la botanique générale recouvre la taxinomie (description des caractères diagnostiques et différentiels), la systématique (dénombrement et classification des taxons dans un certain ordre), la



Hibiscus tiliaceus

morphologie végétale (décrivant les organes ou parties des végétaux), l'histologie végétale, la physiologie végétale, la biogéographie végétale et la pathologie végétale. Certaines disciplines, comme la dendrologie, sont spécialisées sur un sous-ensemble des végétaux.

Historiquement, le domaine étudié par la botanique couvre l'ensemble des organismes qui étaient exclus du règne animal. Certains de ces organismes comme les champignons (étudiés par la mycologie), les bactérie et les virus (étudiés par la microbiologie) et les algues (étudiées par la phycologie) sont aussi étudiés par les botanistes.

Applications

Les végétaux sont une part fondamentale de la vie sur Terre : ils génèrent l'oxygène, fournissent de la nourriture, des fibres, du carburant et des médicaments qui permettent aux formes de vie évoluées d'exister. Les végétaux absorbent également le dioxyde de carbone, un gaz à effet de serre, par la photosynthèse.

Par conséquent, une bonne compréhension des végétaux est cruciale pour le futur des sociétés humaines car elle permet :

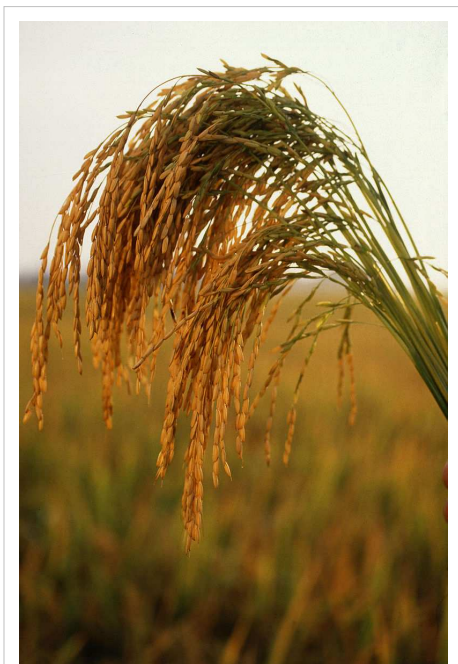
- de nourrir la planète,
- la compréhension des processus fondamentaux du Vivant,
- l'utilisation de substances et de matériaux
- la compréhension des changements environnementaux.

Nourrir la planète

Presque toute la nourriture que nous consommons provient directement ou indirectement des végétaux, directement par les féculents, les fruits et les légumes ou indirectement à travers les animaux d'élevage qui se nourrissent de plantes fourragères. Les végétaux sont à la base de presque toute chaîne alimentaire et surtout à la base de la chaîne alimentaire dans laquelle nous sommes intégrés. Elles constituent ce que les écologistes appellent le premier niveau trophique.

Comprendre comment les végétaux produisent la nourriture que nous mangeons est important pour être capable de nourrir la planète et garantir la sécurité alimentaire pour les générations futures, par exemple par l'amélioration des plantes ou la compréhension des pertes de rendement agricole (phytopathologie).

Les plantes ne sont pas toutes bénéfiques à l'homme ; les adventices posent par exemple des problèmes considérables en agriculture. La botanique fournit des connaissances cruciales pour comprendre comment réduire leurs impacts. L'ethnobotanique étudie ces questions, ainsi que les autres relations entre les plantes et l'homme.



Presque toute la nourriture que nous mangeons est issue directement ou indirectement des plantes comme ici du riz long.

Comprendre les processus du vivant

Les végétaux sont des organismes commodes dans lesquels les processus fondamentaux du vivant (tels que la division cellulaire, la synthèse protéique ou la reproduction) peuvent être étudiés aisément, sans le dilemme qui pourrait se présenter pour une étude chez l'animal ou chez l'être humain. Les lois génétiques de l'hérédité ont été découvertes de cette façon par Gregor Mendel, en étudiant la forme des pois. Ce que Mendel apprit de cette étude dépassa de loin le domaine de la botanique. Par ailleurs, Barbara McClintock a découvert le 'gène sauteur' en étudiant le maïs. Ces quelques exemples montrent comment la recherche en botanique reste pertinente dans la compréhension des processus biologiques généraux.

Substances et matériaux

Beaucoup de médicaments ou drogues proviennent du règne végétal. La cocaïne est extraite des plants de coca, la caféine des caféiers et la nicotine des tabacs. L'aspirine (acide salicylique), qui provient de l'écorce de saule, est un exemple parmi des centaines de médicaments directement issus du règne végétal. Des préparations en herboristerie sont largement utilisées en phytothérapie et de nombreux nouveaux médicaments, qui pourraient être fournis par les végétaux, attendent d'être découverts et redécouverts.

Les stimulants courants comme le café, le chocolat, le tabac et le thé proviennent aussi des plantes. La plupart des boissons alcoolisées sont issues de la fermentation de plantes telles que l'orge ou le raisin.

Les plantes nous fournissent beaucoup de substances naturelles, telles que le coton, le bois, le lin, les huiles végétales, certaines cordes et le caoutchouc. La production de la soie ne serait pas possible sans la culture du mûrier. La canne à sucre et autres plantes sucrières sont utilisées comme sources de biocarburants, et offrent une alternative à l'utilisation des carburants fossiles.

Comprendre les changements environnementaux

Les végétaux peuvent aussi nous aider à comprendre les changements dans notre environnement de plusieurs façons. Par exemple, en analysant le pollen déposé par les plantes il y a des milliers d'années nous pouvons reconstituer les climats anciens et envisager ceux du futur, une part importante de la recherche sur le changement climatique.

Histoire de la botanique

Article détaillé : chronologie de la botanique.

Notes et références

- [1] Charles (1797-1870) Planche, Joseph (1762-1853) Defauconpret, Charles Auguste, Dictionnaire français-grec, Paris : Hachette, 1885, 133 p. [lire en ligne (<http://gallica.bnf.fr/document?O=N29499>)]
- [2] **(fr)** Dictionnaire de l'Académie (<http://www.patrimoine-de-france.org/mots/mots-acade-11-5141.html#mot-8>) sur <http://www.patrimoine-de-france.org/>, Patrimoine de France. Consulté le 20 juin 2008. « *Botanique adj. et n. f. XVIIe siècle. Emprunté du grec botanikê, féminin de botanikos, « qui concerne les herbes, les plantes ».* »
- [3] **(en)** S. C. Woodhouse E, M.A., « English-Greek Dictionary A Vocabulary of the Attic Language (http://colet.uchicago.edu/cgi-bin/chuck/woodhouse_pages.pl?page_num=598) » sur <http://www1.lib.uchicago.edu>", The University of Chicago Library, 1910. Consulté le 20 juin 2008. « *pasture, subs.[...] P. βοτάνη, ἡ* », p. 598
- [4] Serguei Sakhno, Dictionnaire russe-français d'étymologie comparée correspondances, L'Harmattan, 2001, 47 p. (ISBN 2747502198) [présentation en ligne (http://books.google.fr/books?id=URYTMI0RdFUC&pg=PA48&lpg=PA48&dq=botanÃ+fourrage&source=web&ots=PES_e4UFNV&sig=ANArhmrKeYu90CwANPaT2Yr3gE4&hl=fr&sa=X&oi=book_result&resnum=5&ct=result#PPA48,M1)], p. gr. botanê 'plante fourragère'

Voir aussi

Bibliographie

- *Théophraste. Recherches sur les plantes* ; texte établi et traduit par Suzanne Amigues. Paris, Les Belles Lettres (4 tomes).
- *Théophraste. Recherches sur les plantes. À l'origine de la botanique* par Suzanne Amigues ; Editions Belin ; 11/04/2010, 432P.

ISBN:978-2-7011-4996-7

- Suzanne Amigues, *Études de botanique antique*, préface de Pierre Quézel. Paris, de Boccard, 2002, XV-501 p.
- **Collectif**, *Guide des arbres et arbustes*, éd. Sélection du Reader's Digest (1986)
- **Collectif**, *Guide des plantes sauvages*, éd. Sélection du Reader's Digest (1987)
- **Gaston Bonnier et G. de Layens**, *Flore complète de France et de la Suisse*, éd. Librairie générale de l'enseignement
- **Em. Perrot**, *Matières premières usuelles du règne végétal*, éd. Masson (1943-1944) (deux tomes)

Articles connexes

- Glossaire botanique

Principales disciplines botaniques

- Physiologie végétale
- Morphologie végétale


Classification botanique

- Liste des familles de plantes à fleurs
- Familles botaniques (classification phylogénétique)
- Classification scientifique
- Nomenclature binominale et nomenclature botanique
- Systématique et taxinomie
- Flore

Histoire de la botanique

- Chronologie de la botanique
- Liste des botanistes par abréviation
- Congrès de botanique
- Conservatoires botaniques nationaux
- Liste de périodiques botaniques
- Phytothérapie et aromathérapie

Liens externes

- Catégorie Botanique (<http://www.dmoz.org/World/Français/Sciences/Biologie/Botanique/>) de l'annuaire dmoz
 -  Portail de la botanique
- pfl:Butonik

Physiologie végétale



Cet article est une ébauche concernant la botanique.

Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des projets correspondants.

La **physiologie végétale**, ou **phytobiologie**, est la science qui étudie le fonctionnement des organes et des tissus végétaux et cherche à préciser la nature des mécanismes grâce auxquels les organes remplissent leurs fonctions. Elle cherche en somme à percer les secrets de la vie chez les plantes.

Les domaines d'étude de la physiologie végétale sont très diversifiés et concernent notamment :

- la nutrition, en particulier l'absorption des éléments minéraux et les fonctions de synthèse ;
- la respiration et les échanges gazeux chez les plantes ;
- la transpiration est affectée par la chaleur et par une circulation d'air sec et chaud, donc perte de H₂O chez les plantes ;
- Les relations des végétaux avec leur environnement;
- la croissance et le développement ;
- la reproduction, végétative ou sexuée.

Histoire^[1]


En 1627, Sir Francis Bacon publia l'une des premières expérience de physiologie végétale dans un livre nommée *Sylva Sylvarum*. Bacon réussit à faire grandir quelques plantes terrestres, comme des roses, dans de l'eau et conclut que le sol n'était nécessaire que pour maintenir les plantes érigées. Jan Baptist van Helmont publia en 1648, la première expérience quantitative de physiologie végétale, dans laquelle il expliquait avoir fait pousser un saule dans un pot contenant une quantité de sol sec de 200 livres et que cette quantité de sol sec n'avait diminué en 5 ans que de deux onces. Van Helmont conclut que les plantes sont constituées d'éléments venant de l'eau et non du sol. En 1699, John Woodward publia des expériences de croissance de menthe dans différents types d'eau. Il observa que les plantes se développaient mieux dans de l'eau additionnée de sol que dans l'eau distillée. Stephen Hales est considéré comme le père de la physiologie végétale grâce à de nombreuses expériences qu'il publia en 1727. Julius von Sachs unifia les différents disciplines de la physiologie végétale et écrivit en 1868 *Lehrbuch der Botanik*

Ouvrages

- William G. Hopkins, (trad. de la 2^{ième} édition américaine par Serge Rambour, révision scientifique de Charles-Marie Evrard) *Physiologie Végétale*, De Boeck Université, 2003 (ISBN 2744500895)

Notes et références

[1] source: traduction simplifiée de l'article de langue anglaise de Wikipédia (date 26/07/07)

-  Portail de la botanique

Morphologie végétale




Cet article est une ébauche concernant la botanique.

Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des projets correspondants.

La **morphologie végétale** est la partie de la botanique qui consiste à décrire la forme et la structure externe des plantes et de leurs organes. A ne pas confondre avec l'anatomie, qui s'intéresse à la structure interne.

Le développement de cette science est lié à celui de la systématique, qui a conduit à une description précise et minutieuse des différents organes des plantes, notamment les racines, les tiges, les feuilles et les fleurs, et donné naissance à un vocabulaire botanique très riche et très spécialisé. En effet la classification des plantes en espèces, et leur identification pratique sur le terrain, repose d'abord sur des critères morphologiques ; l'espèce, selon une définition classique, étant « l'ensemble des individus qui se ressemblent plus entre eux qu'ils ne ressemblent à ceux d'autres espèces ».

Sources

- Biologie végétale : Morphologie et anatomie de l'appareil végétal des angiospermes, Catherine Tharaud, CNPR, Troisième trimestre, 1999
-  Portail de la botanique

Nutrition végétale

La **nutrition végétale** est l'ensemble des processus qui permettent aux végétaux d'absorber dans le milieu ambiant et d'assimiler les éléments nutritifs nécessaires à leur différentes fonctions physiologiques : croissance, développement, reproduction...

Le principal élément nutritif intervenant dans la nutrition végétale est le carbone, tiré du dioxyde de carbone de l'air par les plantes autotrophes grâce au processus de la photosynthèse. Les plantes non chlorophylliennes, dite allotrophes ou hétérotrophes dépendent des organismes autotrophes pour leur nutrition carbonée.

La nutrition fait appel à des processus d'absorption de gaz et de solutions minérales soit directement dans l'eau pour les végétaux inférieurs et les plantes aquatiques, soit dans le cas des végétaux vasculaires dans la solution nutritive du sol par les racines ou dans l'air par les feuilles.

Les racines, la tige et les feuilles sont les organes de nutrition des végétaux vascularisés : ils constituent l'appareil végétatif. Par les poils absorbants de ses racines, la plante absorbe la solution du sol, c'est-à-dire l'eau et les sels minéraux, qui constituent la sève brute (il arrive que les racines s'associent à des champignons pour mieux absorber la solution du sol, on parle alors de mycorhize).

Par les feuilles, là où la photosynthèse s'effectue, la plante reçoit des acides aminés et des sucres qui constituent la sève élaborée. Sous les feuilles, les stomates permettent l'évaporation d'une partie de l'eau absorbée (dioxygène : O₂) et l'absorption du dioxyde de carbone (CO₂). Dans la tige, les deux types de sève circulent : la sève brute par le xylème et la sève élaborée par le phloème.

Les éléments nutritifs

Les éléments nutritifs indispensables à la vie d'une plante se subdivise en deux catégories : les macronutriments et les micronutriments.

Les macronutriments

Les macronutriments sont caractérisés par leurs concentrations supérieures à 0.1% de la matière sèche. On y retrouve les principaux éléments nutritifs nécessaires à la nutrition des plantes, qui sont le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote. Ces quatre éléments qui constituent la matière organique représentent plus de 90 % en moyenne de la matière sèche végétale, auxquels on ajoute les éléments utilisés comme engrais et amendements qui sont: le potassium, le calcium, le magnésium, le phosphore, ainsi que le soufre.

Les trois premiers macronutriments sont puisés dans l'air et dans l'eau. L'azote, bien que représentant 78 % de l'air atmosphérique, ne peut pas être utilisé directement par les plantes qui ne peuvent, à l'exception de certaines bactéries et algues, l'assimiler que sous forme minérale, principalement sous forme d'ions nitrate (NO_3^-). Cela explique l'importance de la nutrition azotée en nutrition végétale et son ajout comme engrais par les producteurs.

Macronutriments essentiels à la majorité des plantes vasculaires et concentrations internes considérés comme adéquates ^[1]

Élément	Symbole Chimique	Forme disponible pour les plantes	Concentration adéquate dans un tissu sec en mg/kg	Fonctions
Hydrogène	H	H_2O	60000	L' hydrogène est nécessaire à la construction des sucres et par conséquent à la croissance. Il provient de l'air et de l'eau.
Carbone	C	CO_2	450000	Le carbone est le constituant majeur des plantes. On le retrouve dans le squelette de nombreuses biomolécules comme l'amidon ou la cellulose. Il est fixé grâce à la photosynthèse, à partir du dioxyde de carbone provenant de l'air, pour former des hydrates de carbone servant comme stockage d'énergie à la plante
Oxygène	O	$\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2$	450000	L' oxygène est nécessaire à la respiration cellulaire, le mécanisme de production d'énergie des cellules. On le retrouve dans de très nombreux autres composants cellulaires. Il provient de l'air.
Azote	N	$\text{NO}_3^-, \text{NH}_4^+$	15000	L' azote est le composant des acides aminés, des acides nucléiques, des nucléotides, de la chlorophylle, et des coenzymes.
Potassium	K	K^+	10000	Le potassium intervient dans l'osmose et l'équilibre ionique, ainsi que dans l'ouverture et la fermeture des stomates; active également de nombreuses enzymes
Calcium	Ca	Ca^{2+}	5000	Le calcium est un composant de la paroi cellulaire; cofacteur d'enzymes; intervient dans la perméabilité des membranes cellulaires ; composant de la calmoduline, régulateur d'activités membranaires et enzymatiques.
Magnésium	Mg	Mg^{2+}	2000	Le magnésium est un composant de la chlorophylle; activateur de nombreuses enzymes.
Phosphore	P	$\text{H}_2\text{PO}_4^-, \text{HPO}_4^{2-}$	2000	On retrouve le phosphore dans les composés phosphatés transporteurs d'énergie (ATP, ADP), les acides nucléiques plusieurs coenzymes et les phospholipides.
Soufre	S	SO_4^{2-}	1000	Le soufre fait partie de certains acides aminés (cystéine, méthionine), ainsi que de la coenzyme A.

Les micronutriments

Les **micronutriments** appelés aussi oligo-éléments ne dépassent pas les 0.01 % de la matière sèche. Ce sont le chlore, le fer, le bore, le manganèse, le zinc, le cuivre, le nickel, le molybdène, etc. Le défaut de certains de ces éléments peut déterminer des maladies de carence.

Micronutriments essentiels à la majorité des plantes vasculaires et concentrations internes considérés comme adéquates ^[2]

Élément	Symbole Chimique	Forme disponible pour les plantes	Concentration adéquate dans un tissu sec en mg/kg	Fonctions
Chlore	Cl	Cl^-	100	Le chlore intervient dans l'osmose et l'équilibre ionique; probablement indispensable aux réactions photosynthétiques produisant l'oxygène
Fer	Fe	Fe^{3+} , Fe^{2+}	100	Le fer est nécessaire à la synthèse de la chlorophylle; composant des cytochromes et de la nitrogénase
Bore	B	H_3BO_3	20	le bore intervient dans l'utilisation du calcium, la synthèse des acides nucléiques et l'intégrité des membranes.
Manganèse	Mn	Mn^{2+}	50	le manganèse est l'activateur de certaines enzymes; nécessaire à l'intégrité de la membrane chloroplastique et pour la libération d'oxygène dans la photosynthèse
Zinc	Zn	Zn^{2+}	20	Le zinc est l'activateur ou composant de nombreuses enzymes
Cuivre	Cu	Cu^+ , Cu^{2+}	6	Le cuivre est l'activateur ou composant de certaines enzymes intervenant dans les oxydations et les réductions
Nickel	Ni	Ni^{2+}	-	Le nickel forme la partie essentielle d'une enzyme fonctionnant dans le métabolisme
Molybdène	Mo	MoO_4^{2-}	0,1	le molybdène est nécessaire à la fixation de l'azote et à la réduction des nitrates


Voir:

- **Nutrition hydrique végétale**
- **Nutrition minérale végétale**
- **Nutrition azotée végétale**
- **Nutrition carbonée végétale**

Notes et références

- [1] Source Peter H.Raven , Ray F.Evert , Susan E.Eichhorn (trad. de la 7^e édition américaine Jules Bouharmont et révision scientifique Charles-Marie Evrard), *Biologie végétale*, <abbr class="abbr" title="Deuxième">2^e</abbr> édition, De Boeck, 2007 (ISBN 978-2-8041-5020-4) et d'après P.R.Scout, *Proceeding of the Ninth Annual California Fertilizer Conference*, 1961
- [2] Source Peter H.Raven , Ray F.Evert , Susan E.Eichhorn (trad. de la 7^e édition américaine Jules Bouharmont et révision scientifique Charles-Marie Evrard), *Biologie végétale*, ²e édition, De Boeck, 2007 (ISBN 978-2-8041-5020-4)

Voir aussi

- Nutrition
- Carence (biologie végétale)
-  Portail de la botanique

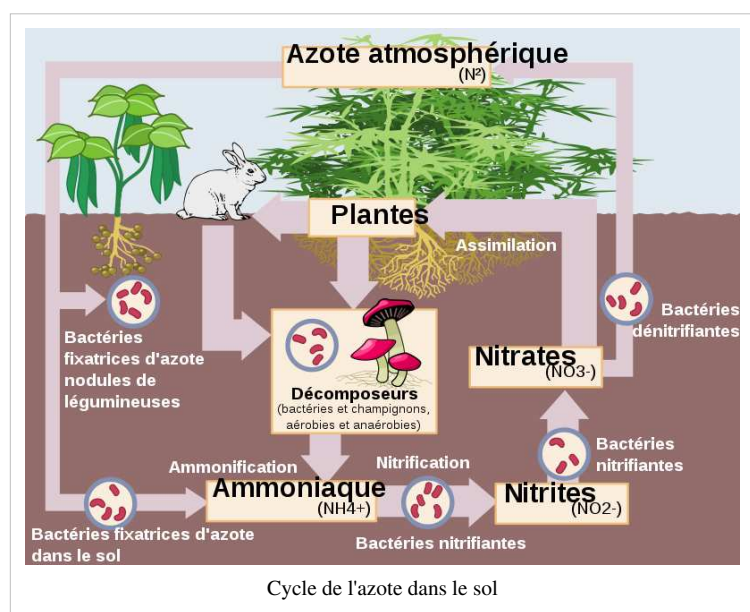
Fixation biologique de l'azote

La **fixation biologique de l'azote** est un processus qui permet à un organisme de produire des substances protéiques à partir de l'azote gazeux présent dans l'atmosphère et l'environnement.

C'est le processus de réduction enzymatique de N_2 (azote moléculaire) en azote ammoniacal, ou ammoniac (NH_3) : cette forme de N combiné, appelée intermédiaire-clé, représente la fin de la réaction de fixation et le début de l'incorporation de l'azote fixé dans le squelette carboné. Dans le système biologique fixateur de N_2 les conditions optimales de la catalyse biologique correspondent à une pression de 0,2 à 1,0 atm de N_2 et une température de 30--35 °C, alors que les conditions de la catalyse chimique sont très sévères : pression de 250-1000 atm de N_2 et température de 450 °C^[1].

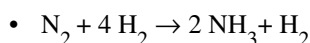
Généralités

Ce processus est comparable à celui de la photosynthèse qui permet de produire des substances glucidiques à partir du dioxyde de carbone (CO_2) de l'atmosphère. Mais, alors que la photosynthèse est le fait de tous les végétaux (sauf les végétaux saprophytes), la fixation de l'azote ambiant n'est réalisée que par certaines espèces de bactéries et d'algues cyanophycées. Toutefois, de nombreuses plantes, principalement de la famille des *Fabacées* (légumineuses), la réalisent de façon indirecte, en symbiose avec des bactéries de leur rhizosphère, qui se localisent généralement dans des nodosités situées sur leurs racines.



Jusqu'à une date récente, on admettait que les champignons mycorrhiziens pouvaient fixer N_2 . On sait maintenant que la propriété de fixer N_2 est strictement limitée aux procaryotes^{[2] .[3]} et n'a jamais été montrée chez les champignons filamenteux. La fixation de N_2 mesurée par la réduction de l'acétylène (C_2H_2) en éthylène (C_2H_4 ou $CH_2=CH_2$) par une racine mycorrhizée ne devrait pas être imputée au champignon lui-même mais aux bactéries associées de la mycorrhizosphère. Cette activité de fixation de N_2 est d'ailleurs encore plus importante dans la litière forestière que dans la mycorrhizosphère elle-même^[4].

Ces organismes procaryotes produisent une enzyme, la nitrogénase, qui permet de réaliser la synthèse de l'ammoniac par une réaction de réduction fortement endothermique :



dans les conditions du sol, à l'opposé des 450 °C des procédés industriels qui requièrent aussi une pression moyenne de l'ordre de 400 atmosphères. L'ammoniac est ensuite transformé en acides aminés utilisables par les plantes.

Les bactéries fixatrices d'azote

Il existe des bactéries *libres* qui vivent dans le sol et assurent la fixation de l'azote, soit seules, soit en symbiose avec d'autres bactéries. Ce sont principalement :

- des bactéries aérobies : *Azotobacter*, *Azomonas* ;
- des bactéries anaérobies : *Clostridium*, *Citrobacter*...

D'autres bactéries vivent en symbiose avec des plantes :

- *Rhizobium* : légumineuses (fabacées) ;
- l'actinomycète *Frankia* : diverses espèces d'angiospermes, essentiellement arbres et arbustes, notamment les aulnes, l'argousier, les *Casuarinaceae* et le *Myrica gale*.

Le cas des légumineuses

Les différentes espèces de bactéries *rhizobiums*, qui sont capables d'infecter les racines des légumineuses (famille des Fabacées), sont spécifiques de certaines plantes-hôtes. Ainsi *Rhizobium phaseoli* infecte les haricots (*Phaseolus* sp).

Les bactéries provoquent la formation de nodosités sur les racines en pénétrant par les poils racinaires, et se transforment en « bactéroïdes » de plus grande taille. Les nodosités sont le siège d'une activité symbiotique dans laquelle la plante fournit les sucres et l'énergie issus de la photosynthèse, et bénéficie en retour des acides aminés qui y sont produits.

Cette activité peut produire jusqu'à 300 kg d'azote à l'hectare, qui se retrouvent en partie dans les récoltes exportées (protéines des graines et fourrages) et en partie dans le sol, utilisable par les cultures suivantes.

Au niveau mondial, on estime à 100 millions de tonnes par an la masse d'azote ainsi fixé, soit le même ordre de grandeur de la production d'azote de l'industrie chimique.

Dialogue Fabacées Rhizobiacés

La formation des nodules racinaires met en jeu un dialogue moléculaire complexe entre la plante-hôte et les rhizobiacées.

La plante secrète des signaux de type flavonoïdes, bêtaïnes ou strigolactones. La perception de ces signaux par la bactérie induit l'expression de nombreux gènes bactériens, dont une centaine sont connus. Les plus étudiés sont les gènes nod (ou bien nol et noe). Les gènes Nod D expriment des protéines régulatrices en réponse aux inducteurs végétaux. Une fois activées les protéines Nod D se fixent sur des séquences nod-box, promoteur des gènes nod de structure et activent leur transcription. Ces gènes produisent des facteurs Nod essentiels dans l'établissement de la symbiose.

Les facteurs NOD activent une voie de signalisation faisant intervenir une série de gènes de la plante-hôte, et provoquent finalement des modifications morphologiques et cytologiques de la racine, pour aboutir à la formation des nodules.

La voie de signalisation NOD

De nombreux gènes ont été identifiés chez le pois (*Pisum sativum*), le lotus (*Lotus japonica*) et la luzerne faux-tribule (*Medicago truncatula*). Ce sont tous des récepteurs SYMRK (symbiosis receptor like kinase), possédant un domaine kinase côté intracellulaire (RLK, Receptor like kinase) et des motifs riches en LysmM (interaction avec les facteurs NOD) côté extracellulaire. Les gènes sont appelés Nfr (Nod factor receptor) ou Sym (symbiosis genes). Il pourrait y avoir deux types de récepteurs, un contrôlant l'infection de la racine par la bactérie, l'autre permettant la courbure des poils absorbants.

Quelques dizaines de secondes après l'application des facteurs Nod, on observe un influx rapide de calcium qui induit une dépolarisation de la membrane plasmique entraînant la courbure et la déformation de poils absorbants.

Dix minutes après des oscillations périodiques et transitoires de la concentration de calcium cytosolique se produisent à proximité de la région périnucléaire. Ces oscillations calciques (calcium spiking) sont dues à deux protéines membranaires DMI1 et DMI2. Ce dernier est un récepteur de type RKL (receptor like kinase) présentant trois domaines riches en Leucine(LRR).

La réponse à ces oscillations est due au gène DMI3 codant une protéine kinase calmoduline et calcium dépendante. Cette protéine perçoit les variations de concentration en calcium à la fois par liaison à des calmodulines liées au calcium et au calcium libre. DMI3 est activé par l'autophosphorylation de son domaine kinase. De plus, DMI3 exerce un retrocontrôle négatif sur DMI1 et DMI2, et donc sur les oscillations calciques.

DMI3 active l'expression des gènes ENOD (early noduline genes, gènes à nodulines précoces), protéines produites par la plante pendant les premières étapes de la symbiose, (comme la leghémoglobine) impliquées dans l'infection et l'organogénèse des nodules activant la division des cellules corticales. Cependant les substrats intermédiaires de DMI3 ne sont pas encore bien déterminés.

Évolution des symbioses fixatrices d'azote

Origine et apparition

Il semblerait que les rhizobiacées ont recruté la voie de signalisation des mycorhizes et que l'organogénèse du nodule soit dérivée du programme génétique de l'organogénèse des racines secondaires. Les endosymbioses fixatrices d'azote seraient apparues il y a 65 millions d'années^[réf. souhaitée]. L'ancêtre commun à toutes ces espèces aurait développé une endosymbiose bactérienne, grâce à une certaine prédisposition à l'organogénèse nodulaire (la formation de nodules étant un détournement du programme génétique de formation des racines secondaires). Il est probable que la capacité à former des nodosités soit apparue plusieurs fois et indépendamment au cours de l'évolution. Cette aptitude a aussi été perdue plusieurs fois, par exemple pour l'adaptation à des sols plus fertiles. Cela permet d'expliquer la présence de plantes sans nodules à l'intérieur du clade des plantes à nodules.

Spécificité

Deux « forces de sélection » antagonistes pourraient rendre compte de la spécificité des symbioses fixatrices d'azote. La première, positive, est l'augmentation du taux d'azote fixé par la plante hôte colonisé par le micro-organisme fixateur d'azote. La seconde, négative, est l'invasion de la plante hôte par un pathogène non productif. De plus une spécificité faible semble se rencontrer dans les genres de plantes primitives, alors que la spécificité des symbiotes augmente au cours de l'évolution. Au niveau moléculaire on peut définir trois niveaux de spécificité lors du dialogue plante hôte rhizobium. Les gènes Nod sont portés par un plasmide bactérien. Des transferts horizontaux de gènes peuvent alors s'effectuer, ce qui transfère également les spectres d'hôtes. Ceci explique l'interaction entre des espèces de bactéries éloignées évolutivement et des plantes hôtes proches, et inversement. Ainsi il y a une co-évolution entre les gènes de la symbiose et les plantes hôtes, et non entre les rhizobiacées et les plantes hôtes.

Autres plantes à la rhizosphère fixatrice d'azote




De nombreuses plantes ont des associations similaires :

- *Allocasuarina* ainsi que d'autres genres de la famille des *Casuarinaceae*
- *Alnus* ou Aulne (famille des *Betulaceae*)
- *Azolla* (famille des *Azollaceae*)
- *Casuarina* (famille des *Casuarinaceae*)
- *Ceanothus* (famille des *Rhamnaceae*)
- *Cercocarpus* (famille des *Rosaceae*)
- Cycadacée (famille des *Cycadaceae*)
- *Elaeagnus umbellata* (famille des *Elaeagnaceae*)
- *Gunnera* (famille des *Gunneraceae*)
- *Lobaria* - *Lobaria cuneifolia* (L.) Haw.; nom retenu: *Saxifraga cuneifolia* subsp. *cuneifolia*^[5], Désespoir-du-peintre, Saxifrage à feuilles en coin (famille des *Saxifragaceae*) avec certains lichens.
- *Myrica* (famille des *Myricaceae*)
- *Purshia tridentata* (angl. antelope bitterbrush) (famille des *Rosaceae*)
- *Robinia pseudoacacia*, *Leucaena leucocephala* (famille des *Fabaceae*)
- *Shepherdia argentea* (angl. silver buffaloberry) (famille des *Elaeagnaceae*)

Références

- [1] R.W.F. Hardy, E.Jr. Knight. 1968. *The biochemistry and postulated mechanisms of N₂ fixation*. In "Progress in Phytochemistry" (L. Reinhold, ed.), 387-469. Cité dans "Mycorrhizes et fixation d'azote" (http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_08-09/09114.pdf) du 25 avril 1978 ; Y. Dommergues, O.R.S.T.O.M.
- [2] G.D. Bowen 1973. *Mineral nutrition of octomycorrhizae. Ectomycorrhizae. Their Ecology and Physiology*. G.C. Marks and T.T. Kozlowski, ed., Academic Press, New York and London, 151-197. Cité dans Dommergues 1978.
- [3] J.R. Postgate. 1974. *Evolution within nitrogen-fixing systems*. Symposia of the Society for General Microbiology, 24, 263-292. Cité dans Dommergues 1978.
- [4] W.B. Silvester, K.J. Bennett. 1973. *Acetylene reduction by roots and associated soil of new zealand conifers*. Soil Biol. Biochem, 5, 1'11-179. Cité dans Dommergues 1978
- [5] Tela-Botanica (<http://www.tela-botanica.org/page:eflore?module=fiche&nvp=25&nn=39570>)

Voir aussi

- Cycle de l'azote
-  Portail de la biochimie
-  Portail de l'agriculture et l'agronomie
-  Portail de la botanique

Multiplication végétative



Cet article est une ébauche concernant la botanique.

Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des projets correspondants.

La **multiplication végétative** est un mode de multiplication asexuée qui génère des clones, à la différence de la reproduction qui donne de nouveaux individus (avec un nouveau patrimoine génétique).

La multiplication végétative est d'abord un phénomène naturel souvent et depuis longtemps utilisé par l'homme pour cloner les végétaux (bouturage, marcottage), et plus récemment par culture *in vitro*. Elle est à la base de nombreuses biotechnologies végétales.

Ces formes de multiplication végétative constituent un moyen rapide et efficace d'envahir un sol ou un autre milieu colonisable par la vie (eau, roche..), mais avec le risque que ces cultures soient ravagées par un herbivore ou pathogène qui y soit adapté.

La multiplication végétative naturelle est un processus rencontré principalement chez les plantes herbacées et ligneuses, et met la plupart du temps en jeu des modifications structurelles de la tige ; les racines peuvent également contribuer à la multiplication végétative, et chez certaines espèces, les feuilles sont utilisées. Les nouvelles plantes étant des clones de la plante mère, on ne peut parler de reproduction. Les nouvelles plantes sont des individus nouveaux ; le processus semble remettre à zéro l'« horloge cellulaire » de la plante.



Culture *in vitro* de la vigne (Forschungsanstalt Geisenheim)

Techniques de fragmentation de l'organisme

Bouturage

Article détaillé : Bouturage.

Le **bouturage** consiste à couper un fragment (rameau ligneux ou herbacé, feuille, morceau de racine, etc.) d'une plante, et à le faire enraciner afin d'obtenir un nouveau pied.

Marcottage

Article détaillé : Marcottage.

Le **marcottage** est une technique de multiplication végétative permettant de multiplier une plante en plaçant une branche encore reliée au pied de la plante mère dans un substrat humide. Cette technique peut être pratiquée pour de nombreuses plantes grimpantes, citons comme exemple: le lierre, la vigne vierge, ainsi que le gasmine. La plante obtenue par cette technique sera génotypiquement identique à la plante mère dont elle est issue.



bouturage de *Kalanchoe pinnata* (Lamarck) Persoon

Greffage

Article détaillé : greffe (botanique).

Le **greffage** est une technique de multiplication végétative qui consiste à effectuer une greffe, c'est-à-dire à mettre un greffon issu d'une plante dans une autre plante qu'on appelle porte-greffe pour les qualités recherchées dans cette plante. Attention : les deux plantes doivent être de même famille botanique.

Formation d'organes spécialisés

Rhizomes

Ce sont des tiges souterraines à croissance horizontale dont les feuilles sont réduites à des écailles et sur lesquelles apparaissent des bourgeons. Ce sont des structures pérennes (vivant plusieurs années), qui comportent souvent des racines adventives. Ils se différencient en cela nettement des tubercules.

Stolons

Les **stolons** sont des rameaux à croissance horizontale (au ras de terre) et dont les feuilles sont réduites à des écailles ; c'est le bourgeon terminal qui s'enracine et donne un nouvel individu ; les individus restent attachés les uns aux autres par le stolon au moins provisoirement. Il faut couper les stolons une fois que les racines sont bien formés si l'on veut obtenir un bon résultat pour les prochains fruits.

- stolons aériens:

fraisier des bois (*Fragaria vesca*), saxifrage stolonifère (*Saxifraga stolonifera*), pilea nain (*Pilea pumila*)

- stolons souterrains:

Oyat (*Ammophila arenaria*)

Bulbilles

Les **bulbilles** sont des bourgeons adventifs accumulant des réserves et assurant la multiplication végétative.

ex: Genre *Bryophyllum* (ou *Kalanchoe*, famille des Crassulacées).

Rejets

Certaines plantes émettent de jeunes plantes sur les côtés appelés « rejets », « surgeons » ou « drageons » si elles se développent à partir de racines.

Les plantes de la famille des Broméliacées, par exemple, émettent des rejets lors de la floraison, car elles meurent après celle-ci.

Keikis

Les **keikis** sont de petites plantes apparaissant sur les hampes florales de certaines orchidées.

ex: orchidées-papillons (*Phalaenopsis*)

Les propagules

Ce sont de petits amas arrondis de cellules produits dans des *corbeilles à propagules*. Ces organes se rencontre chez les Bryophytes et les *Chromista*.

Les hormogonies

Chez certaines algues un fragment du thalle peut se détacher et redonner un individu entier. Ce fragment colonisateur est appelé *hormogonie*.

Voir aussi

Articles connexes



- Biotechnologie
- Clonage
- Explant

Bibliographie

- La multiplication végétative des ligneux en agroforesterie - Manuel de formation et bibliographie ^[1]

Notes et références

[1] <http://www.cglrc.cgiar.org/icraf/multiplication.pdf>

-  Portail de la botanique
-  Portail de l'agriculture et l'agronomie

Pollinisation

La **pollinisation** est le mode de reproduction privilégié des plantes angiospermes et gymnospermes. C'est un des services écologiques (notion de Mutualisme) rendus par la biodiversité. Il s'agit du processus de transport d'un grain de pollen depuis l'étamine (organe mâle) afin que celui-ci rencontre les organes femelles de la même espèce, rendant possible la fécondation.

Processus

Lors de la pollinisation, le pollen est transporté de l'anthere au stigmate de la même fleur ou d'une autre fleur de la même espèce. Une fois sur le stigmate, le grain de pollen émet un tube pollinique qui traverse le style. Ce tube pollinique achemine les gamètes mâles jusqu'à l'ovule afin de le féconder. Il existe plusieurs stratégies utilisées par la nature pour disperser le pollen d'un anthère mâle à un stigmate femelle.

La pollinisation peut aussi être artificielle afin de créer des hybrides ayant des qualités spécifiques héritées des deux parents choisis par l'hybrideur.

La pollinisation par les animaux (*la zoogamie*)



Pollinisation d'un pissenlit par une abeille : on peut voir le pollen de la fleur s'accrocher aux poils de l'insecte



pollinisation par un bourdon

La majorité des végétaux comptent sur les animaux pour assurer leur pollinisation. Les plantes qui utilisent la zoogamie développent des organes floraux parfois extrêmement complexes afin d'attirer les pollinisateurs.

L'entomophilie (entomogamie)

Caractéristique d'une plante qui se fait polliniser par l'intermédiaire d'un insecte. Les Angiospermes utilisent principalement ce type de pollinisation.

En explorant les fleurs à la recherche de nectar, les insectes (entre autres les abeilles, les papillons, les diptères ou certains coléoptères) se frottent aux étamines, récoltant involontairement

des grains de pollen (jusqu'à 100 000) qu'ils abandonneront par la suite dans une autre fleur. Chaque insecte est souvent spécialisé pour récolter le pollen d'une ou de quelques espèces en particulier, ce qui fait que le pollen bénéficie souvent d'un transport ciblé jusqu'à une autre fleur de la même espèce.

Les fleurs entomophiles ont souvent des couleurs vives pour se faire mieux repérer des insectes pollinisateurs. (pas spécialement vrai, car les différents insectes tels que l'abeille voient en gros la fleur sous lumière UV : ainsi la fleur ne lui apparaît pas jaune, mais violette, avec plus ou moins d'intensité en fonction des zones dites "bonnes" (nectar, ...)).

L'ornithophilie

Quand la pollinisation s'effectue par l'intermédiaire d'oiseaux.

Les oiseaux au long bec pointu tels les oiseaux-mouches ou les souïmangas sont aussi d'importants visiteurs des fleurs. Lorsque leur long bec effilé plonge au fond de la corolle afin d'y puiser le nectar, leur tête se frotte aux étamines et, inmanquablement, le pollen adhère à leurs plumes. Les fleurs ornithophiles sont souvent roses ou rouges, les couleurs que les oiseaux perçoivent le mieux.

La cheiroptérophilie

Quand elle s'effectue par l'intermédiaire de chauves-souris. Ce genre de pollinisation est retrouvé chez certains cactus où elle est aisément reconnaissable par des fleurs larges, très pâles et odorantes qui facilitent ainsi leur repérage par les pollinisateurs nocturnes.

Les autres mammifères

De petits marsupiaux, certains primates et certains rongeurs participent aussi à la pollinisation de plusieurs espèces.

La pollinisation par le vent (anémogamie ou anémophilie)

Article principal : Fécondation anémophile.

La méthode la plus simple, mais la moins efficace, consiste à produire des quantités massives de pollen en espérant que le vent les transporte à bon port. La plante dépense ainsi beaucoup d'énergie à produire du pollen ; en revanche, elle n'a pas besoin de façonner des structures complexes pour attirer des pollinisateurs comme des fleurs colorées, du nectar ou des parfums odorants. Environ 10 % des espèces s'en remettent au vent pour assurer leur pollinisation, parmi lesquelles figurent les graminées (l'un des principaux responsables du rhume des foins) et la plupart des Gymnospermes. Dans ce type de pollinisation, le pollen peut aussi être plus léger ou avoir des ballonets d'air. Aussi les stigmates tel celui du Chêne, du Saule, du Pin réceptionnent facilement le pollen par un stigmate long et plumeux. (cours R.deniel)

La pollinisation de L'eau (*l'hydrogamie*)

Quelques rares espèces de plantes aquatiques dispersent leur pollen dans l'eau. Leur pollen est de forme très allongée, ce qui permet aux courants de le transporter d'une plante à l'autre.

Espèces marines

La zostère marine (*Zostera marina*), présente en France et le long de la côte est du Canada (et qui constitue l'un des aliments de prédilection des bernaches).

Espèces lacustres

La vallisnérie américaine (*Vallisneria americana*) se sert aussi de l'eau pour transporter son pollen, mais de façon indirecte. La plante forme au fond de l'eau ses fleurs mâles et femelles sur des individus différents. Elle libère ensuite ses fleurs mâles qui montent jusqu'à la surface où elles s'ouvrent. Les fleurs femelles, quant à elles, poussent jusqu'à la surface où elles s'ouvrent à leur tour, parmi les fleurs mâles qui flottent autour. Après la fécondation, qui s'opère dans l'air, la fleur femelle se referme et retourne au fond de l'eau pour mûrir son fruit.

L'autogamie et l'allogamie

La pollinisation peut être de type **allogame** (l'ovule est fécondé par du pollen en provenance d'une autre plante) ou **autogame** (le pollen féconde les organes femelles d'une même fleur ou d'autres fleurs d'une même plante).

La plupart des plantes à fleurs étant hermaphrodites, on pourrait penser que l'autogamie est pour elles la solution de reproduction la plus simple. Pourtant, dans bien des cas, elles font tout pour échapper à ce type de pollinisation, qui assure certes la continuation et la stabilité de l'espèce, mais au prix d'un appauvrissement comparable à l'endogamie chez les humains. On pense en particulier que les plantes autogames seraient incapables de s'adapter à des conditions nouvelles, créées notamment par des modifications climatiques. La stratégie allogame peut prendre des formes très variées. On notera cependant que de nombreuses fleurs, pour des raisons de sécurité, pratiquent à la fois l'allogamie et l'autogamie, tandis que d'autres, apparemment de plus en plus nombreuses, sont exclusivement autogames.

La stratégie allogame

Comment faire pour qu'un ovule ne soit pas fécondé par son propre pollen ? Les plantes utilisent pour cela des moyens très divers, parfois complémentaires (on ne citera pas ici les plantes dioïques, pour lesquelles le problème est forcément résolu puisque les fleurs mâles et femelles ne sont pas sur le même individu) :

- l'auto-incompatibilité. C'est le cas le plus fréquent, rencontré chez la moitié des angiospermes chez qui on a recherché ce trait.

Ce phénomène physiologique dirigé par un système génétique survient lorsqu'un grain de pollen partage un ou plusieurs allèles communs avec la fleur sur le stigmate de laquelle il a été déposé. Un mécanisme permettant d'éviter la fécondation se met alors en place : soit le grain de pollen ne germe pas (il n'est pas hydraté par le style), soit il produit un tube pollinique qui n'atteindra jamais l'ovule (formation de bouchon de callose bloquant la progression de celui-ci).

On distingue actuellement 3 types d'auto-incompatibilité :

- gamétophytique : le pollen porte un seul allèle, celui porté par son génome,
- sporophytique : le pollen porte les deux - ou plus - allèles portés par le père, cependant il existe des relations de dominance entre les allèles d'une même espèce
- auto-incompatibilité post-zygotique qui regroupe tous les mécanismes conduisant à la mort systématique des embryons issus d'auto-fécondations ou de fécondations entre apparentés (Est-ce uniquement l'observation de l'expression de la dépression de consanguinité ou bien de réels mécanismes génétiques ?).

- la dichogamie (disjonction des sexes) :
 - dans le temps. Les organes sexuels mâles et femelles ne sont pas fonctionnels en même temps. En général, ce sont les organes mâles qui mûrissent avant les organes femelles, phénomène appelé *protandrie*. Le phénomène est facilement visible sur les géraniums, dont les stigmates se développent alors que les étamines ont déjà disparu. Le phénomène inverse est appelé *protogynie* (hellébore, magnolia).
 - dans l'espace. les organes mâles et femelles sont disposés de telle façon que l'insecte ne peut atteindre en même temps les anthères et les stigmates.
 - par hétérostylie. Les fleurs, toutes hermaphrodites, présentent des formes diverses imposant le croisement. C'est notamment le cas de la primevère commune (*Primula vulgaris*), dont certaines fleurs ont un long style et de courtes étamines, tandis que d'autres ont au contraire un style court et de longues étamines.

Importance de la pollinisation pour l'agriculture

Plus de 70% des cultures (dont presque tous les fruitiers, légumes, oléagineux et protéagineux, épices, café et cacao, soit 35 % du tonnage de ce que nous mangeons) dépendent fortement ou totalement d'une pollinisation animale. 25 % des cultures pourraient s'en passer, mais il s'agit essentiellement de blé, maïs et riz. Pour 5% des plantes cultivées, les scientifiques ne savent pas encore si elles dépendent ou non de pollinisateurs^[1].

9 cultures ont été étudiées sur 4 continents ; l'étude a conclu que l'intensification de l'agriculture menaçait les communautés d'abeilles sauvages et leur action stabilisatrice sur le service de pollinisation y compris d'espèces non cultivées^[2].

Plusieurs études visent à quantifier la valeur économique des pollinisateurs pour l'agriculture^[3], calcul qui n'a pas de sens pour la biodiversité sauvage.

Des publications scientifiques ont fait état d'une valeur de l'ordre de 50 milliards d'euros au plan mondial. En France, peu d'études ont tenté ce calcul, mais certains experts avancent une valeur proche de 10% de la valeur de la production agricole, avec d'importantes variations selon les cultures considérées, et sachant que le coût de la diminution de la biodiversité n'est pas pris en compte par ce type de calcul^[4].

Recul des pollinisateurs... Quelles conséquences ?

Avec le recul de nombreuses espèces de pollinisateurs et en particulier des papillons et des abeilles (victimes d'un « syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles » encore mal expliqué), certains experts craignent une baisse des rendements agricoles (déjà localement observée) et des impacts en cascade chez les espèces sauvages. La généralisation des pesticides et de possibles synergies avec d'autres polluants ou divers facteurs environnementaux sont suspectées d'en être la cause de la régression des pollinisateurs.

Les résultats globaux de l'agriculture ne semblent pas encore affectés^[5]. Le recul de la diversité des pollinisateurs s'accompagne aussi d'une moindre efficacité de la pollinisation et de baisse de rendements (des caféiers par exemple. Cette tendance inquiète certains spécialistes^[6] car dans le même temps, dans le monde, les agriculteurs cultivent moins de plantes autopolinisables (céréales notamment) et plus de plantes dépendant des pollinisateurs, surtout dans les pays riches.

La régression des pollinisateurs pourrait être un des co-facteurs explicatif de l'augmentation des allergies au pollen (en ville notamment, car les pollens y sont moins collectés, y sont mal fixés, à cause de l'imperméabilisation et du manque de végétation ; les pollens s'y dégradent, deviennent plus allergènes et sont souvent et facilement remis en suspension dans l'air).

Notes et références

- [1] Source : Revue bibliographique, commandée par Proc. R. Acad. à Alexandra Klein (Univ. De Göttingen, Allemagne) sur les études concernant la dépendance aux pollinisateurs des 124 cultures les plus importantes pour plus de 200 pays. Ce travail a été élargi à la demande de la FAO dans le cadre de l' International Pollinator Initiative (<http://www.fao.org/ag/fr/magazine/0512sp1.htm>).
- [2] Source : Revue bibliographique, commandée par Proc. R. Acad. à Alexandra Klein (Univ. De Göttingen, Allemagne) sur les études concernant la dépendance aux pollinisateurs des 124 cultures les plus importantes pour plus de 200 pays. Ce travail a été élargi à la demande de la FAO dans le cadre de l' International Pollinator Initiative (<http://www.fao.org/ag/fr/magazine/0512sp1.htm>).
- [3] Ex : Thèse de Nicola Gallai co-encadrée par B. Vaissière et l'économiste J-M Salles du LAMETA de Montpellier, dans le cadre du programme européen ALARM (<http://www.alarmproject.net>)
- [4] Rapport de mission parlementaire remis au Premier Ministre François Fillon par Martial Saddier en octobre 2008, intitulé *Pour une filière apicole durable ; Les abeilles et les pollinisateurs sauvages* (http://agriculture.gouv.fr/sections/publications/rapports/pour-filiere-apicole/downloadFile/FichierAttache_1_f0/Rapport_SADDIER.pdf) (voir p 37)
- [5] M.AM Aizen et al. 2008
- [6] Isabelle Dajoz (Univ paris VII), « Attention au reflorissement artificiel de la planète » *La recherche*, n° 425, dec 2008, p 14 et 15

Voir aussi


Bibliographie

- Klein AM, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tscharntke T. 2007. « *Importance of pollinators in changing landscapes for world crops* ». *Proc. R. Soc. B.* 274:303-313 (Doi:10.1098/rspb.2006.3721)
- *Biologie 7^e* édition, Neil Campbell & Jane Reece, 2007, chapitre 30 : l'évolution des plantes à graines, p.654.

Articles connexes

- Hotel à insectes
- Pollinisation des pommiers
- Syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles
- Pollinisation vibratile

Liens externes

- La pollinisation par les abeilles (<http://same-apiculture.colinweb.fr/L-abeille-et-la-pollinisation>)
-  Portail de la botanique

Fleur

🔗 Pour les articles homonymes, voir Fleur (homonymie).



Cet article ne cite pas suffisamment ses sources (novembre 2008).

Si vous connaissez le thème traité, merci d'indiquer les passages à sourcer avec {{Référence souhaitée}} ou, mieux, incluez les références utiles en les liant aux **notes de bas de page**. (Modifier l'article ^[1])

La **fleur** est constituée par l'ensemble des organes de la reproduction et des *enveloppes* qui les entourent chez les angiospermes (aussi appelées plantes à fleurs). Après la pollinisation, la fleur est fécondée et se transforme en fruit contenant les graines.

Les fleurs sont parfois solitaires ou non (sauf cas rare), mais souvent regroupées en inflorescences.

Très tôt, les fleurs ont attiré l'attention de l'homme qui les utilise et les cultive pour la parure (par exemple des couronne de fleurs), pour l'ornementation intérieure (fleurs coupées, bouquets, ikebana) et extérieure (jardins, plates-bandes…) ainsi que pour leurs odeurs et pigments. Les fleurs ont souvent inspiré les artistes, peintres, poètes, sculpteurs, décorateurs… La culture des fleurs est la floriculture ou l'horticulture.

Botanique

Structure

La fleur est constituée de pièces florales insérées sur un réceptacle floral. Lorsque la fleur est complète, elle comprend quatre verticilles de pièces florales. De l'extérieur vers l'intérieur, on rencontre :

1. le calice, formé par l'ensemble des sépales ;
2. la corolle, formée par l'ensemble des pétales ;
3. l'androcée, c'est-à-dire l'ensemble des étamines (partie mâle), qui produisent le pollen ;
4. le gynécée ou pistil, formé par l'ensemble des carpelles (partie femelle).

Calice et corolle forment le périanthe, enveloppe stérile, qui joue un rôle protecteur pour les pièces fertiles et attractif pour les animaux pollinisateurs.

Ce plan théorique de la fleur, que l'on trouve typiquement chez le bouton d'or (Renonculacées) est sujet à de nombreuses variations. Par exemple on rencontre des fleurs sans pétales, ou *apétales*. Une fleur mixte est une fleur possédant à la fois étamines et pistil.

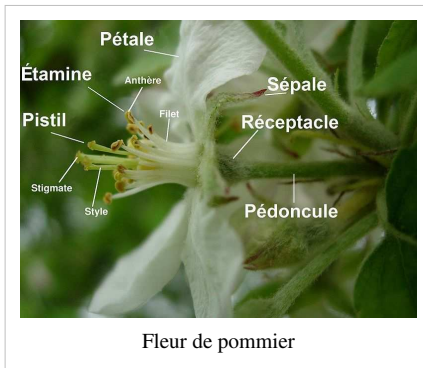
La fleur double est celle dont quelqu'une des parties est multipliée au-delà de son nombre naturel, mais sans que cette multiplication nuise à la fécondation. Les fleurs se doublent rarement par le calice, presque jamais par les étamines. Leur multiplication la plus commune se fait par la corolle. Les exemples les plus fréquents sont dans les fleurs polypétales, comme œillets, anémones, renoncules ; les fleurs monopétales doublent moins communément. Cependant on voit assez souvent des campanules, des primevères auricules, et surtout des jacinthes à fleur double. Ce mot de fleur double ne marque pas dans le nombre des pétales une simple duplication, mais une multiplication quelconque. Soit que le nombre des pétales devienne double, triple, quadruple, etc., tant qu'ils ne multiplient pas au



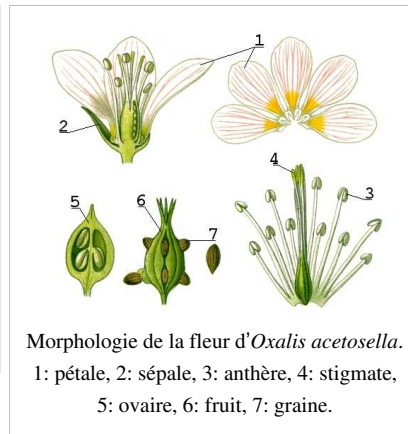
Affiche présentant diverses fleurs et inflorescences.

point d'étouffer la fructification, la fleur garde toujours le nom de fleur double ; mais, lorsque les pétales trop multipliés font disparaître les étamines et avorter le germe, alors la fleur perd le nom de fleur double et prend celui de fleur pleine^[2].

Article détaillé : Pièce florale.



Fleur de pommier



Morphologie de la fleur d'*Oxalis acetosella*.
1: pétale, 2: sépale, 3: anthère, 4: stigmate,
5: ovaire, 6: fruit, 7: graine.

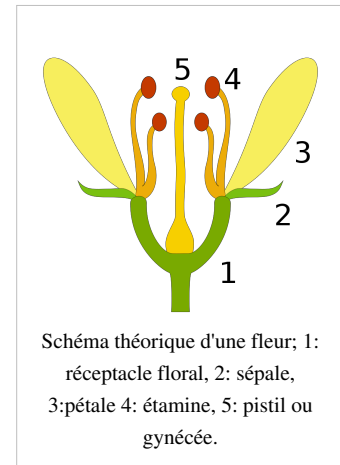


Schéma théorique d'une fleur: 1: réceptacle floral, 2: sépale, 3: pétale 4: étamine, 5: pistil ou gynécée.

La fleur dans le cycle de la plante

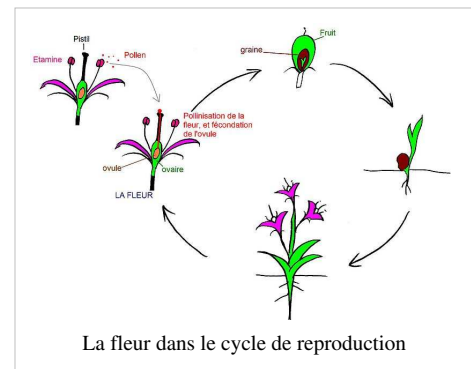
Les fleurs attirent et utilisent les insectes pollinisateurs par divers moyens :

- **les couleurs** de leur corolle, plus ou moins vives et pour certaines uniquement perçues dans l'ultraviolet par certains insectes
- **la fragrance** : les fleurs sont souvent parfumées, leur odeur pouvant porter jusqu'à plus d'un km dans un air non pollué et assez humide.
- **l'offre en nectar et pollen**. le nectar sucré est butiné par de nombreux insectes, notamment les abeilles, papillons et syrphes, mais aussi pour certaines espèces par des chauve-souris nectarivores ou des oiseaux (colibris). La plante sécrète aussi des substances

rendant ce nectar amer pour que chaque pollinisateur n'en consomme pas trop. Le parfum floral et l'amertume et le caractère sucré du nectar - par un dosage équilibré des substances attirantes et repoussantes - garantissent aux plantes une reproduction optimale. Le parfum floral notamment pour les fleurs qui se font polliniser de nuit (chèvrefeuille par exemple) a un double rôle : attirer et guider les pollinisateurs qui sont récompensés par du nectar et du pollen. Mais la fleur émet aussi des composants rendant le nectar assez amer pour que l'insecte n'en prélève pas trop ou pour éloigner des consommateurs de nectar qui ne seraient pas aptes à féconder cette espèce. La plante émet aussi des substances protectrices pour sa fleur et pour les organes de cette fleur (ce sont des composés insecticides et fongicides toxiques tels que la nicotine chez le tabac. On a ainsi montré que des plants de tabac sauvage (*Nicotiana attenuata*) génétiquement modifiés pour ne pas produire de nicotine et/ou de benzylacétone (parfum qui contribue à l'odeur du cacao, du jasmin et de la fraise) sont nettement moins bien fécondés et produisent jusqu'à 5 fois moins de graines.^{[3] .[4] .[5]}

- des leurres visuels et/ou olfactifs (ex orchidée prenant l'apparence d'une espèce d'insecte, telle l'Oprhis bourdon, plantes prenant l'aspect ou l'odeur de viande pourrie, ce qui attire les mouches qui les pollinisent)
- des dispositifs *piégeant* provisoirement des insectes, le temps qu'ils se couvrent de pollen

L'éclosion des fleurs, ou floraison, est souvent très éphémère, mais ce phénomène est chez certaines plantes compensé par l'éclosion échelonnée de séries ou grappes de fleurs.



La fleur dans le cycle de reproduction

Comportements

Certaines fleurs se ferment le soir. Ce phénomène s'appelle la nyctinastie ; il est le résultat d'une réaction de la fleur à une stimulation (un stimulus ou des stimuli) extérieure. La température et la luminosité baissant à la tombée de la nuit, l'humidité augmente et certaines fleurs se referment. Ce mouvement est dû aux cellules de la base de la corolle. De nuit, elle se gonfle d'humidité, ce qui entraîne la fermeture des pétales.

Typologies

Familles

Parmi les grandes familles de fleurs, figurent :

- Renonculacées (Nom actuel international *Ranunculaceae*)
- Crucifères (Nom actuel international *Cruciferae* ou *Brassicaceae*)
- Papilionacées (Nom actuel international *Papilionaceae*, *Papilionoideae* ou *Faboideae*)
- Campanulacées
- Labiées (Nom actuel international *Labiatae* ou *Lamiaceae*)
- Orchidées (Nom actuel international *Orchidaceae*)
- Rosacées

Pour avoir l'ensemble des familles en cours de révision voir Classification APG.



Fleur de citrouille

Exemples de plantes à fleur

Azalée — Brugmansia — Lilas commun — Magnolia — Rhododendron — Rosier — Tulipe — Violette- Lys

On remarquera que les fleurs possédant un nom qui leur est propre sont rares. Citons la rose, fleur du rosier ou l'églantine, fleur de l'églantier.

Records

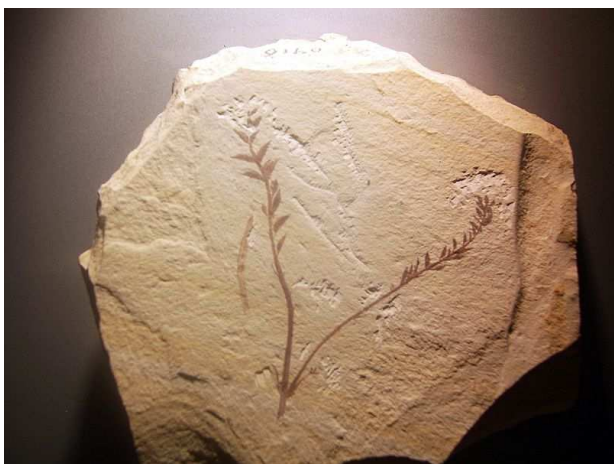
Taille

La fleur de *Rafflesia arnoldii* peut atteindre un mètre de diamètre et peser jusqu'à 10 kg. C'est une fleur simple. *Arum titan* possède la plus grande inflorescence du monde pouvant atteindre près de 3 mètres^[réf. nécessaire].

Fleur et boutons de *Rafflesia arnoldii*Inflorescence d'*Arum titan*

Formes fossiles

La plus ancienne plante à fleur jamais découverte est *Archaeofructus*, venant de Chine et probablement aquatique. Elle daterait d'il y a 120 millions d'années (début du crétacé). Cette découverte a été effectuée grâce à un fossile mis au jour à environ 400 km au nord-est de Pékin par le géologue Ge Sun. On note l'absence de pétale et de sépale mais on a identifié des carpelles, et des étamines, dispersés le long d'une tige, et non ancrés sur un même point. Il s'agirait donc du premier angiosperme connu.^[6]

*Archaeofructus liaoningensis*

Fleur dans du copal de Madagascar

Symbolique

Voir aussi l'article détaillé langage des fleurs.



Très tôt, les fleurs ont attiré l'attention de l'homme qui les utilise et les cultive pour la parure (ex : couronne de fleurs), pour l'ornementation intérieure (fleurs coupées, bouquets, ikebana) et extérieure (jardins, plates-bandes...). Les fleurs ont souvent inspiré les artistes, peintres, poètes, sculpteurs et décorateurs...

Notes et références

- [1] <http://en.wikipedia.org/wiki/Fleur>
- [2] Œuvres complètes de J. J. Rousseau: Lettres écrites de la montagne ... (1764)
- [3] Expériences de l'Institut Max Planck d'écologie chimique (ICE) d'Iéna (Brigham Young University's Lytle Ranch Preserve, Utah, USA) sous le contrôle de l'USDA-APHIS, publiées en 2008
- [4] Danny Kessler, Klaus Gase, Ian T. Baldwin - Field experiments with transformed plants reveal the sense of floral scents – Science 2008 08 29
- [5] Kessler D; Baldwin IT - *Making sense of nectar scents : the effects of nectar secondary metabolites on floral visitors of Nicotiana attenuata* - The Plant Journal 49, 840-854 – 2007
- [6] In Science Magazine REPORTS Archaeofractaceae, a New Basal Angiosperm Family Ge Sun, Qiang Ji, David L. Dilcher, Shaolin Zheng, Kevin C. Nixon, and Xinfu Wang (3 May 2002) Science 296 (5569), 899. [DOI: 10.1126/science.1069439]

Voir aussi

Articles connexes

- Symétrie florale
- Induction florale
- périanthe, ovaire, carpelles, pistil, anthère, pièce florale, rythme floral, les inflorescences
- Hanami, coutume japonaise de contemplation des fleurs
- Symbolique des fleurs, couronne de fleurs
- Horticulture
-  Portail de la botanique
-  Portail de l'horticulture et des jardins

bjn:Kambang

Périanthe



Cet article est une ébauche concernant la botanique.

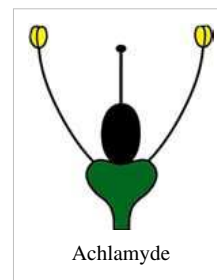
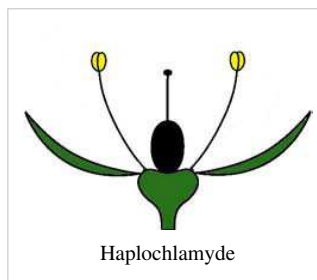
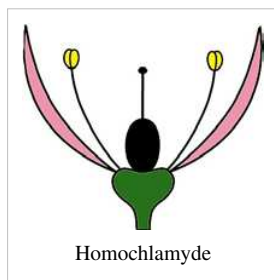
Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des projets correspondants.


Le **périanthe** est l'ensemble des enveloppes qui assurent la protection des organes reproducteurs de la fleur (étamine et pistil), il comprend le calice qui est composé de sépales et qui assure une fonction de protection et une fonction chlorophyllienne, puis la corolle qui est composée de pétales (lames minces et colorées).

Différents types de périanthe ou enveloppes florales


Il existe quatre types de périanthe ou enveloppes florales différents :

- Hétéroclamyde : pétales + sépales
- Homoclamyde : pétales
- Haploclamyde (ou monoclamyde) : un des deux verticilles disparaît.
- Achlamyde : Périanthe totalement absent.



-  Portail de la botanique

Ovaire (botanique)

 Pour les articles homonymes, voir Ovaire.

En botanique, l'**ovaire** est la partie inférieure du carpelle qui forme une cavité close abritant les ovules, dans une loge unique (ovaire uniloculaire) ou plusieurs loges séparées (ovaire pluriloculaire).

C'est l'ovaire qui, après maturation, donne les fruits : orange, grain de raisin, banane, gousse du petit pois ou des haricots en grain, haricot vert... Dans le cas des faux-fruits, telles pommes, poires et fraises, d'autres parties de la fleur, dont le réceptacle floral, participent à la formation du fruit.

Structure histologique

La structure histologique de l'ovaire est celle d'une feuille repliée et soudée sur elle-même. La paroi ovarienne est formé sur la face externe d'un épiderme muni de stomates, sur la face intérieure, un épiderme et entre les deux un parenchyme chlorophyllien.

La paroi de l'ovaire est parcourue par des nervures et peut être munie d'éléments de soutien ou d'éléments sécréteurs. Elle porte des renflements, appelés placenta, où s'attachent les ovules et qui paraissent correspondre structurellement à la zone de soudure.

La placentation, c'est-à-dire la disposition des ovules à l'intérieur de l'ovaire peut se présenter de différentes manières, selon la nature structurelle des organes qui les portent, tige ou feuille, et selon la région de la feuille carpellaire où ils sont fixés :

- placentation caulinaire
 - basilaire
 - centrale
- placentation foliaire
 - marginale
 - septale
 - médiane

Ovaire supère et ovaire infère

On distingue deux types principaux d'ovaires selon leur position par rapport au point d'insertion des pièces florales^[1]

.

Ovaire infère: les pièces florales sont insérées au-dessus de l'ovaire, on dira aussi que la fleur est alors épigyne.


Ovaire supère: les pièces florales sont insérées en dessous de l'ovaire dans ce cas la fleur est hypogyne.

L'ovaire infère est un caractère d'évolution des espèces.

Notes et références

[1] Ovaire supère et infère (<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/ovaire.htm>)

Articles connexes

- Ovule (botanique)
- Fleur
-  Portail de la botanique

Carpelle



Cet article est une ébauche concernant la botanique.

Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des projets correspondants.

Le **carpelle** est une enveloppe protectrice supplémentaire du gynécée, d'origine foliacée, définissant l'ovaire chez les spermapytes. C'est une caractéristique fondamentale des Angiospermes dans la mesure où les ovules y sont hermétiquement enfermés.

En opposition chez les Gymnospermes, ou plantes à ovules nus, il n'y a ni carpelle ni fleur mais des cônes et des graines.

Le groupe des angiospermes archaïques sont imparfaitement angiospermé, c'est-à-dire que leurs carpelles sont incomplètement suturés (carpelles **peltés**). Le carpelle comprend trois parties :



Style et stigmate d'Amaryllis

1. une cavité close, l'ovaire qui abrite les ovules. La loge ovarienne (= 1 carpelle) est qualifiée d'**uniovulée** lorsqu'elle ne contient qu'un ovule et de **pluriovulée** dans le cas contraire.
2. le style en forme de colonne qui relie l'ovaire aux **stigmates**. Il y a autant de styles que de carpelles et ils peuvent être soudés n'en formant plus qu'un ou libres.
3. le stigmate, situé à l'extrémité du style, il n'a pas d'épiderme et est souvent visqueux et muni de papilles afin de mieux capter le pollen lors de la pollinisation. Il peut être uni- ou pluripartite.

Le carpelle se transforme en fruit après la fécondation.

Les carpelles constituent le quatrième verticille de la fleur et leur groupement constitue l'ovaire plus globalement le gynécée ou pistil.

Leur nombre peut être lié à celui des autres pièces florales, ainsi chez les monocotylédones, qui ont des fleurs trimères, il y a trois carpelles.


Le plus souvent le gynécée comporte plusieurs carpelles. Lorsque ces derniers sont soudés le gynécée est dit **syncarpe** ou **gamocarpellé** (80% des angiospermes), lorsque qu'ils sont libres le gynécée est dit **apocarpe** ou **dialycarpellé** (10% des angiospermes); les 10% restant des angiospermes sont **unicarpellés** ou **monocarpellés** c'est à dire qu'un carpelle unique suturé compose le gynécée. Il est à noter que les monocarpellés peuvent être qualifiés aussi de dialycarpellés dans la mesure où le carpelle unique est libre.

Lorsque les cloisons intercarpellaires d'un gynécée syncarpe disparaissent (d'origine ou par régression ultérieure) ou que le gynécée est monocarpellé, le gynécée à une seule loge est dit **uniloculaire**; inversement lorsque les cloisons sont conservées : le gynécée est dit **pluriloculaire** ou "**faux syncarpe**".

Les carpelles peuvent être **ascidiacés**, c'est-à-dire qui se ferme par la rencontre des bords du sommet de l'organe, ou **suturés** pour lesquels une ligne de suture court de haut en bas de l'organe.

Chez les plantes les moins évoluées (Nymphéacées, Papavéracées), les carpelles sont en nombre élevé et indéterminé. Inversement, chez les espèces les plus évoluées, leur nombre se réduit à deux (Apiacées = Ombellifères) ou un (Poacées = Graminées).

Voir aussi


- Ovaire
- Stigmate
- Pistil
- Fleur
-  Portail de la botanique

Anthère



Cet article est une ébauche concernant la botanique.

Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des projets correspondants.

 Pour l'article homophone, voir Antère.


Une **anthère** est la partie terminale de l'étamine, organe mâle de la fleur, qui produit et renferme le pollen.

L'anthère est fixée au filet de l'étamine par le « connectif », soit par sa base (anthère basifixe), soit par son milieu (anthère médifixe).

Elle se compose de deux loges, renfermant chacune deux sacs polliniques, nombre constant chez les Angiospermes. Ceux-ci, à maturité, sont remplis de pollen et fusionnent en deux (anthère biloculaire), parfois une loge (anthère uniloculaire), et s'ouvrent, généralement par déhiscence, de façon à répandre les grains de pollen à l'extérieur.

La forme des anthères est très variable : elle peut être allongée, globuleuse, réniforme, disciforme, etc.

Dans certains cas, les anthères modifiées peuvent jouer un rôle dans l'attraction des insectes pollinisateurs : anthères stériles colorées ou charnues de certaines fleurs (*Cassia*, *Commelina*…)

-  Portail de la botanique



Pièce florale

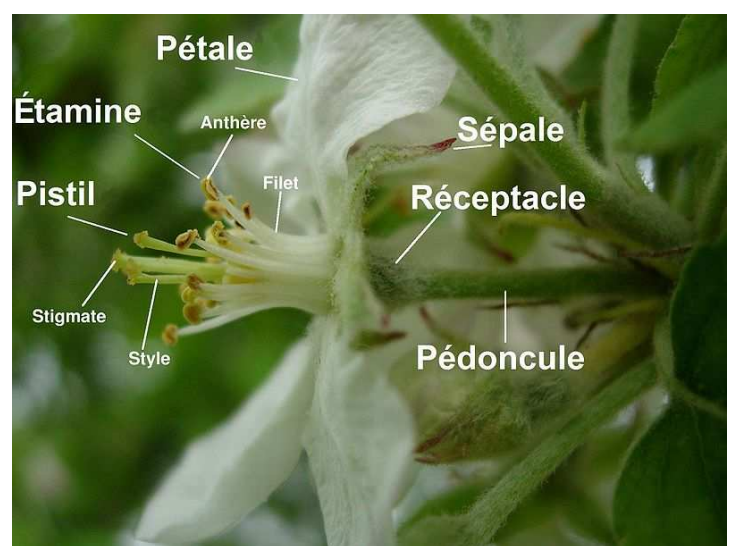


Cet article est une ébauche concernant la botanique.

Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des projets correspondants.

Les **pièces florales** sont les différentes parties de la fleur, organe de reproduction des Angiospermes. Les principales pièces florales sont :

- les sépales (l'ensemble constitue le calice) ;
- les pétales (l'ensemble constitue la corolle) ;
- les étamines (l'ensemble constitue l'androcée) ;
- les carpelles (l'ensemble constitue le gynécée) ;
- le pédoncule floral ;
- les bractées.



Les pièces florales d'une fleur de Pommier

Les différentes pièces florales

On trouve deux types de pièces florales : les pièces stériles et les pièces fertiles.

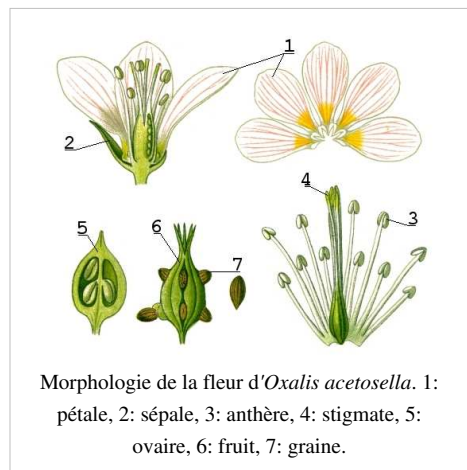
- Les pièces stériles comprennent le pédoncule, la bractée (ou les bractées) et le périanthe. Le périanthe (du grec : peri = autour et anthos = fleur) est constitué des sépales et des pétales.

Le pédoncule définit l'axe de la fleur.

L'ensemble des sépales constitue le calice souvent vert. Ils sont les pièces les plus externes et protègent les fleurs en bouton.

Les pétales forment la corolle très souvent colorée.

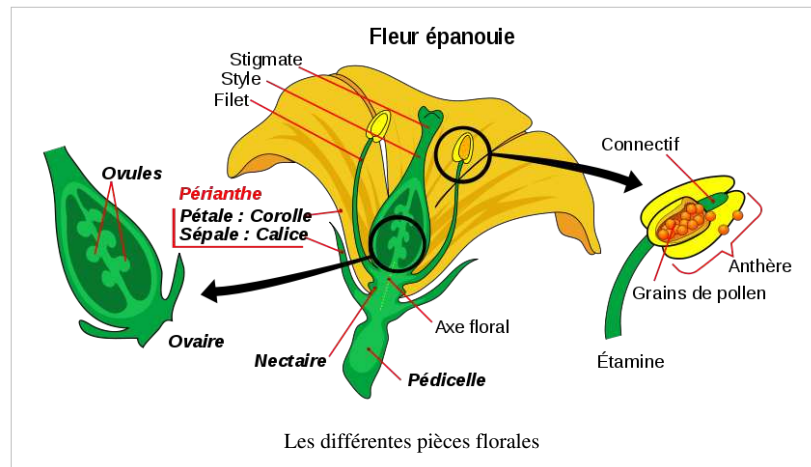
Il est à remarquer que si les sépales et les pétales sont identiques, on les appelle alors tépales ; la tulipe en est un exemple.



Morphologie de la fleur d'*Oxalis acetosella*. 1: pétale, 2: sépale, 3: anthère, 4: stigmate, 5: ovaire, 6: fruit, 7: graine.

Si les pétales (respectivement les sépales) sont libres entre eux, on parle de dialypétalie (exemple : la fleur de Piment) (respectivement dialysépale) et s'ils sont soudés, il y a gamopétalie (exemple : la Campanule) (respectivement gamosépale).

Dans le cas particulier des Poacées (autrefois appelées Graminées) et des Cypéracées, les bractées sont réduites et non colorées et on parle de glumes et de glumelles.



- Les pièces fertiles sont regroupées en androcée (du grec : andros = homme, oïkia = maison) pour l'ensemble des pièces mâles c'est-à-dire les étamines et en gynécée (gunê = femme) pour l'ensemble des pièces femelles que sont les carpelles.

Pièces florales et morphologie de la fleur

Les pièces florales s'organisent plus ou moins régulièrement autour d'un axe floral. Il existe ainsi :

- des fleurs actinomorphes (aktinos = rayon) ou régulières qui ont un centre de symétrie, tel le bouton d'or,
- des fleurs zygomorphes (zygos = couple) ou irrégulières qui ont une symétrie bilatérale, telle la sauge.

Remarque : chez certaines astéracées (autrefois appelées composées) dites radiées telles que la marguerite ou le tournesol, les fleurs du centre sont actinomorphes tandis que les fleurs en périphérie sont zygomorphes (fleurs ligulées).

Chez les astéracées liguliflores (pissenlit) : toutes les fleurs sont zygomorphes ligulées.

Chez les astéracées tubuliflores (bleuet) : toutes les fleurs sont actinomorphes.

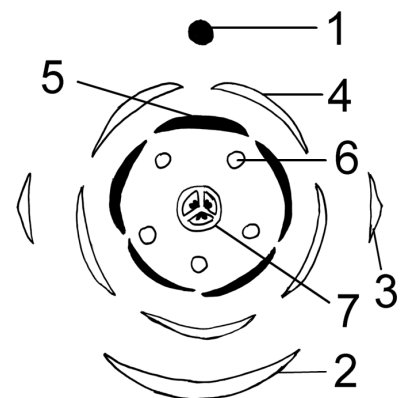
Diagramme floral

Un **diagramme floral** est une représentation schématique de l'organisation des pièces florales d'une fleur.

Il permet d'identifier facilement la famille d'une plante.

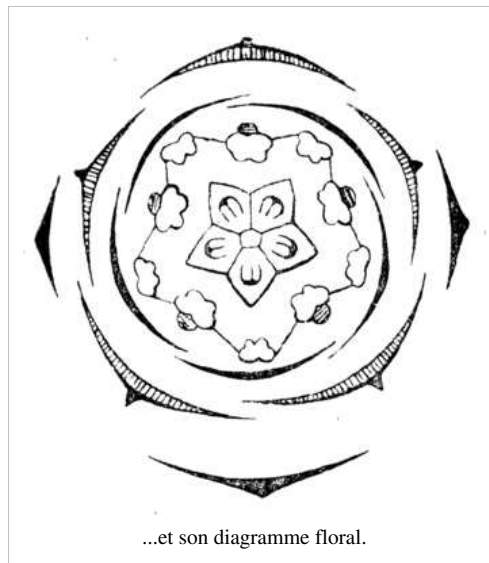
On représente les différentes pièces florales en position anatomique comme pour une coupe transversale de la fleur de l'extérieur vers l'intérieur (les numéros correspondent au dessin ci-contre) :

- 1 = l'axe de l'inflorescence, correspondant au pédoncule floral (s'il est absent, on le dessine en pointillés) toujours représenté en haut : avec la bractée, il définit l'axe de la fleur,
- 2 = la bractée (si elle est absente, on la dessine en pointillés) toujours représenté en bas : avec le pédoncule, elle définit l'axe de la fleur (ce qui est important pour les fleurs zygomorphes),
- 3 = les bractéoles (si elles sont présentes),
- 4 = les sépales dessinés en forme de croissants de lune évidés,



Exemple de diagramme floral :
1 = axe de l'inflorescence, 2 = bractée, 3 = bractéoles, 4 = sépales, 5 = pétales, 6 = étamines, 7 = gynécée

- 5 = les pétales dessinés en forme de croissants de lune pleins,
- 6 = les étamines,
- 7 = le gynécée dessiné en coupe transversale.

Fleur de *Geranium pratense*...

...et son diagramme floral.

Formule florale

Une **formule florale** est une description simplifiée de l'organisation des pièces florales d'une fleur.

Sont indiqués :


- le nombre et l'identité des pièces (S = sépale, P = pétale, E = étamine et C = carpelle),
- le nombre de cycle par verticille,
- la fusion ou non des pièces,
- le type de symétrie de la fleur,
- la position de l'ovaire (infère ou supère).

Origine des pièces florales

Les pièces florales sont considérées comme des feuilles modifiées qui, pour les pièces florales fertiles, sont repliées sur elles-mêmes si on observe les organes reproducteurs (étamines et ovaires).

Récemment, un complexe de gènes à boîte MADS a été identifié. C'est la combinaison de l'expression de ces différents gènes qui définit l'identité des différents verticilles floraux. Une mutation dans l'un des gènes de ce complexe entraîne un phénotype homéotique, c'est-à-dire le remplacement d'un verticille par un autre. On parle ici d'une homéose florale (Cf. article William Bateson).

Voir aussi

- Inflorescence
-  Portail de la botanique

Pétale



Cet article est une ébauche concernant la botanique.

Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des projets correspondants.



Bouton d'or, fleur à cinq pétales



Gentiane acaule, fleur à pétales soudés



Capitule de marguerite : les fleurons ligulés simulent des pétales blancs

En botanique, un **pétale** est l'un des éléments foliacés colorés, dont l'ensemble compose la corolle d'une fleur. Celle-ci est la partie interne du périanthe qui comprend les deux verticilles stériles d'une fleur. Les pétales sont généralement différents des sépales. Lorsqu'ils sont d'aspect identique, on parle de tépales. Dans une fleur complète, les pétales constituent la partie la plus visible et colorée qui entoure les parties fertiles. Le nombre des pétales est un indicateur de la classification des plantes : on en compte généralement quatre ou cinq (le plus souvent) chez les dicotylédones, et trois (ou un multiple de trois) chez les monocotylédones.

On constate d'importantes variations de la forme des pétales parmi les plantes à fleurs. Les pétales peuvent être soudés à la base, formant un « tube floral ». Chez certaines espèces, les pétales sont presque entièrement soudés, formant une sorte d'urne ou de cloche entourant le gynécée et portant les étamines. C'est le cas par exemple des gentianes.


Les fleurs de certaines espèces soit n'ont pas de pétales du tout, soit portent des pétales très réduits. Elles sont appelées « apétales ». Des exemples de fleurs à périanthe très réduit peuvent être trouvés notamment chez les arbres à

chatons (fagacées par exemple) ou chez les poacées (graminées).

Les pétales sont généralement la partie la plus apparente de la fleur, et l'ensemble des pétales, ou corolle peut présenter une symétrie radiale ou bilatérale. Si tous les pétales sont à peu près identiques en taille et en forme, la fleur est dite régulière ou actinomorphe (ce qui signifie de forme rayonnante). C'est le cas du bouton d'or par exemple. Beaucoup de fleurs qui présentent une symétrie par rapport à un plan sont dites irrégulières ou zygomorphes. Chez les fleurs irrégulières, d'autres pièces florales peuvent également perdre leur forme régulière, mais ce sont les pétales qui montrent les plus grandes modifications par rapport à la symétrie radiale. Des exemples de fleurs zygomorphes peuvent être trouvés parmi les orchidées et les fabacées (Papilionacées).

Chez les plantes de la famille des astéracées (Composées), les fleurons périphériques du capitule ont souvent un ligule très développé simulant un pétale, comme chez la marguerite par exemple. En réalité ces fleurons, qui sont les fleurs élémentaires, ont une corolle soudée en tube à sa partie inférieure, le ligule étant une excroissance latérale.

Voir aussi

- En cuisine, on appelle **pétales** des grains de céréale (maïs, blé, orge) écrasés et séchés utilisés dans diverses préparations alimentaires. Exemple : les pétales de maïs glacés au sucre.
-  Portail de la botanique

Corolle



Cet article est une ébauche concernant la botanique.

Vous pouvez partager vos connaissances en l'améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des projets correspondants.

La **corolle** (autre graphie *corole*), dans le domaine de la botanique, désigne la partie de la fleur formée par l'ensemble de ses pétales, par opposition au calice, constitué par les sépales. Cette définition s'applique à des fleurs dichlamydées, c'est-à-dire possédant un périanthe complet, à deux cycles (mot à mot « à deux tuniques »). Certaines fleurs sont monochlamydées (ne possédant qu'un calice ou qu'une corolle), d'autres sont achlamydées (sans calice ni corolle, par exemple les euphorbes).

La corolle peut être dialypétale, possédant des pétales indépendants les uns des autres. Elle peut aussi être gamopétale, les pétales étant unis entre eux et formant un tube. Le sommet de ce tube est appelé gorge, et s'épanouit en lobes.

La botanique traditionnelle, essentiellement descriptive, s'est souvent servi de l'apparence de la corolle pour déterminer les grandes familles de plantes à fleurs. C'est le cas en particulier des familles suivantes :

- les crucifères (aujourd'hui brassicacées), dont la corolle comporte quatre pétales formant une croix;
- les labiées (aujourd'hui lamiacées), dont la corolle en tube s'ouvre en principe en deux lèvres, la lèvre supérieure bilobée et l'inférieure trilobée;
- les papilionacées (aujourd'hui fabacées), dont la corolle est formée de cinq pétales. Le pétale supérieur, généralement érigé, est appelé étendard. Les deux pétales latéraux sont les ailes, tandis que les pétales inférieurs,



Corolle d'églantier

soudés entre eux ou très rapprochés, forment la carène.



Papilionacée (Cytisus scoparius)



Crucifère (Matthiola incana)




Labiée (Lamium galeobdolon)

Un cas particulier est celui de nombreuses monocotylédones, dont les trois sépales et les trois pétales présentent des couleurs et souvent des formes identiques. Les diverses pièces du périanthe sont appelées tépales, et il est parfois impossible de distinguer le calice de la corolle (c'est le cas, entre autres, du genre *Allium*). Cependant, il arrive aussi que les tépales soient disposés en deux cycles, le cycle intérieur étant la corolle (tulipe, lys).

Corolle est aussi la désignation pour un large pylône électrique en bois lamellé qu'on utilise sur les lignes de haute tension. [1],

Voir aussi

- Le terme de corolle est souvent employé pour désigner des objets présentant une analogie de forme : robe, parachute, objet décoratif, etc.
- Dans le domaine des travaux publics, un déversoir en corolle est un déversoir de crue évasé.
-  Portail de la botanique

Références

- [1] http://www.bfafh.de/SEARCH/BFHAUT/DDW?W%3DAUTORENLISTE_BFH++%3D+'ANON.'%26M%3D4756%26K%3DT1+96+349%26R%3DY%26U%3D1

Double fécondation




Cet article est une ébauche concernant la botanique.

Vous pouvez partager vos connaissances en l’améliorant (**comment ?**) selon les recommandations des projets correspondants.

En botanique, la **double fécondation** est une fonction particulière à la reproduction des angiospermes. Le grain de pollen contient deux noyaux (tous haploïdes), alors que par exemple le spermatozoïde des mammifères n'en contient qu'un. Un de ces noyaux est destiné à féconder l'oosphère, ce qui donnera l'embryon, à l'origine de la future plante. Le deuxième s'unit aux noyaux polaires à l'origine de l'albumen, tissu alors triploïde (3n chromosomes) qui fait partie de la graine et qui servira généralement à nourrir l'embryon.

Lien externe

- [flash] La double fécondation chez les angiospermes ^[1] avec l'exemple d'une fleur de cerisier. (animation flash).
-  Portail de la botanique

Références

[1] <http://www.biologieenflash.net/animation.php?ref=bio-0018-3>

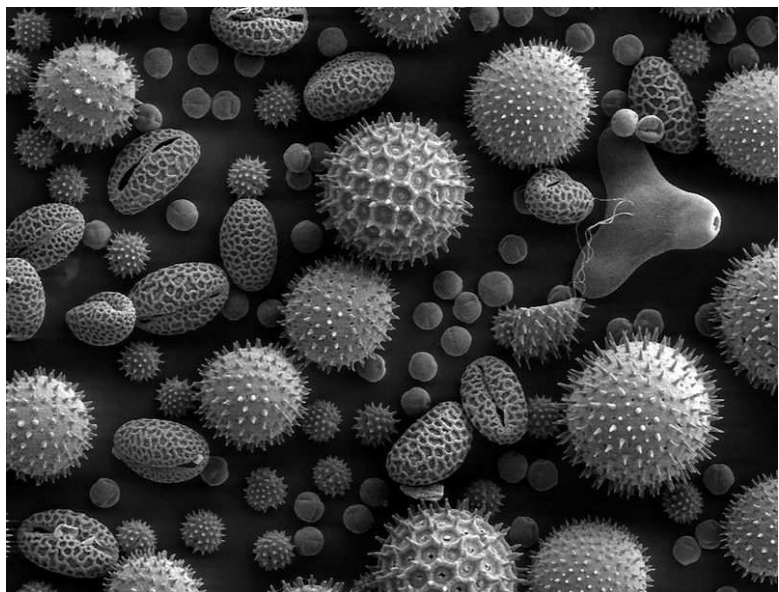
Pollen

Le **pollen** (du grec *palè* : farine ou poussière) constitue, chez les végétaux supérieurs, l'élément fécondant mâle de la fleur : ce sont de minuscules grains de forme plus ou moins ovoïde de quelques dizaines de micromètres de diamètre, initialement contenus dans l'anthère à l'extrémité des étamines.

Comme l'ovule, le grain de pollen n'est pas un gamète mais un gamétophyte, un producteur de gamète.

L'homologue du grain de pollen chez les végétaux inférieurs (algues, mousses, prothalle des fougères) est le gamétophyte mâle.

Il correspond à la phase haploïde du développement du végétal.



Pollen de plusieurs plantes : tournesol (*Helianthus annuus*), volubilis (*Ipomoea purpurea*), *Sidalcea malviflora*, *Lilium auratum*, onagre (*Oenothera fruticosa*) et ricin commun (*Ricinus communis*).

Taille et aspect du pollen

Il existe des pollens de moins de 10 μm ; ce sont eux qui sont les plus allergènes : bouleau, aulne, charme, noisetier, châtaignier, chêne, cyprès, frêne, olivier, peuplier, platane...

On considère que les pollens les plus petits sont ceux du myosotis (7 μm) et les plus gros, ceux de la courge (150 μm).

Le pollen peut se composer d'un grain isolé (monade inaperturé, poré, colpé ou colpocé) ou de grains multiples (dyade, tetrade, polyade)^[1].



Les apidés, dont l'abeille domestique fait partie, sont les plus importants pollinisateurs

Composition

Le grain de pollen est une spore contenant le gamétophyte mâle. Il apparaît chez les préspermaphytes, qui ne libèrent donc pas de spores puisqu'elles restent sur le sporophyte.

Il est constitué habituellement

- de deux ou trois cellules non cloisonnées. Il comporte deux noyaux haploïdes : le plus gros est le noyau végétatif, l'autre le noyau génératif ou reproducteur. La cellule végétative est constituée d'un noyau, d'organites, de petites vacuoles déshydratées et de réserves (amidon, gouttelettes lipidiques). Sa première fonction est d'assurer la survie du grain de pollen, sa seconde fonction sera de fabriquer le tube pollinique. La cellule reproductrice est petite, excentrée et entourée par la cellule végétative. Le noyau est condensé et bloqué en prophase I de méiose.
- d'une enveloppe constituée de plusieurs couches dont une couche externe très résistante, l'exine, constituée de sporopollenine. Cette couche comporte des apertures, points de moindre résistance, qui permettront l'émission du tube pollinique destiné à féconder l'ovule. L'exine résiste aux dégradations chimiques et biologiques, permettant au pollen d'être diffusé dans l'environnement sans être abîmé. L'ectexine est plus alvéolaire que les autres couches et peut être lisse (dissémination par le vent) ou ornementée (pour accrocher aux poils animaux, aux pattes des insectes etc.). L'intine est formée de polysaccharides et de cellulose.

Les *ornements* portés par le pollen sont souvent caractéristiques de l'espèce. Ils rendent possible l'identification de la plante qui a produit le grain de pollen, parfois même des millions d'années après son émission.

Composition chimique et biochimique : Le pollen contient une forte proportion de protéines (de 16 à 40 %) contenant tous les acides aminés connus. Il contient également de nombreuses vitamines, notamment vitamine C, vitamine PP et beaucoup de minéraux essentiels dont, le sélénium (peut contenir jusqu'à 515% AJR). Le pollen sert de nourriture aux abeilles dont il est la seule source de protéines. Il entre dans la composition de la gelée royale. Il est toujours présent, en petite quantité, dans le miel, ce qui permet d'identifier ses origines botaniques. L'apiculture fait appel à la méliissopalynologie qui est la science du miel et du pollen.

Pollinisation

Pour germer, le grain de pollen doit atterrir sur le stigmate d'une fleur femelle.

Le transport du pollen : Il se fait généralement par un vecteur comme le vent ou les insectes : c'est la pollinisation. La plante peut aussi le disséminer elle-même (exemple : impatience). Les animaux permettent un certain ciblage. Le vent n'a en revanche aucune spécificité. Les plantes dont le pollen est disséminé par le vent vont donc en produire de plus grandes quantités. De même, quand les étamines sont mûres, il faut que le pistil le soit aussi pour que la fécondation soit possible.

La germination du grain de pollen chez les angiospermes : Le pollen doit être retenu par le stigmate. Pour cela, il existe de petites forces électrostatiques qui retiennent le grain ou il y a des substances gluantes (sucres). Il y a également des liaisons spécifiques entre les molécules du grain de pollen et le récepteur au niveau du stigmate. Le grain de pollen doit être hydraté (l'eau provient du pistil). Il va y avoir alors le déclenchement de la formation du tube pollinique. Au niveau des pores du pollen : on observe un amincissement de l'endexine, lors de la turgescence, le pore du grain de pollen sera percé. La cellule du tube pollinique passe alors entre les deux cellules du stigmate et du style qui présentent des particularités (cellules plutôt lâches, parois cellulosiques non lignifiées, lamelle moyenne plutôt hydratée avec pectine liquéfiée, apparition d'espaces pour le passage du tube pollinique). La germination peut être inhibée par des mécanismes d'incompatibilité. Il existe différents types d'incompatibilités polliniques : interspécifique, hétéromorphe, homomorphe (gamétophytique ou sporophytique). La fécondation se fait dans le cas contraire, le tube arrivant jusqu'à l'oosphère. Sur les deux gamètes mâles

- Un gamète mâle ira avec l'oosphère (ceci donnera l'œuf principal, diploïde)
- Un gamète mâle ira avec les deux noyaux polaires (ce qui engendrera un œuf triploïde, qui donnera ultérieurement l'albumen)

C'est ce que l'on appelle la DOUBLE FECONDATION.

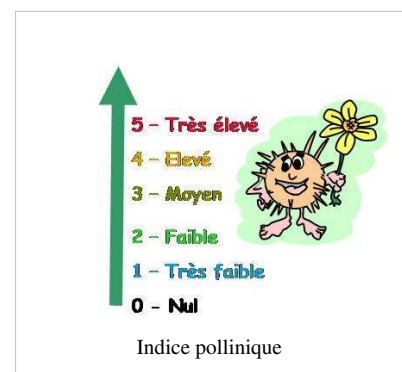
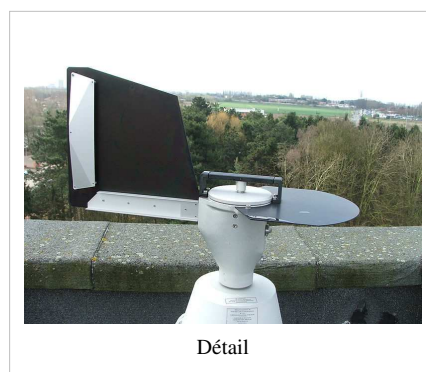
Allergies

La présence de grains de pollens dans l'atmosphère que nous respirons est très importante au printemps et provoque des allergies chez les personnes sensibles. La diffusion du pollen par le vent est l'anémogamie.

En France, l'Institut Pasteur a ses propres cultures de fleurs allergéniques qui serviront à désensibiliser les personnes allergiques.

Mesure des taux de pollens dans l'air

Les palynologues et les réseaux d'alertes et de mesure de la pollution de l'air ou les organismes mesurant les taux de pollens dans l'air bénéficient des mesures permises par des capteurs de pollens, dont les échantillons sont périodiquement analysés. Un indice pollinique peut être produit et mis à jour et utilisé pour la veille et la prévention concernant le risque d'allergie aux pollens.

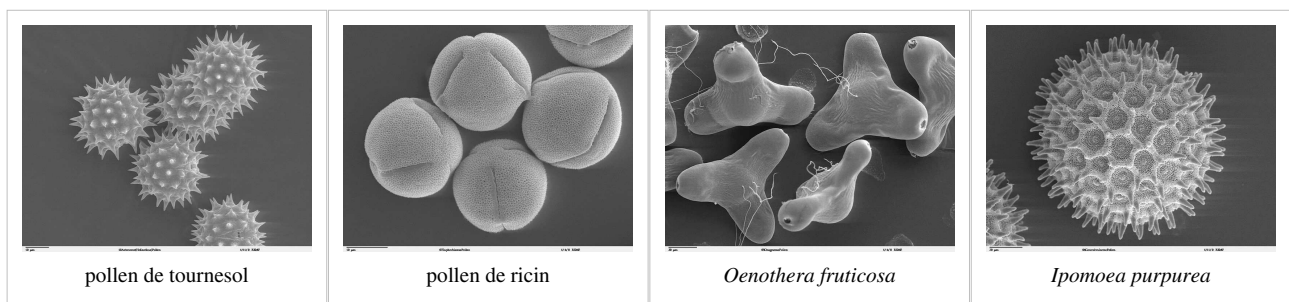


Palynologie

La palynologie est l'étude scientifique des pollens. Un pollen est souvent spécifique d'un groupe végétal (famille, genre), parfois même de l'espèce : il est possible d'identifier une espèce végétale par l'observation de son pollen. Les caractères observés sont la taille (de 2,5 à 200 micromètres), la forme générale et l'aspect de l'exine : la stratification, les sculptures et granulations de la surface, le nombre, la forme et la disposition des apertures.

Les applications de la palynologie sont nombreuses :

- la palynologie apporte des éléments utiles dans les études de systématique végétale ;
- la paléopalynologie est l'étude des pollens fossiles : elle permet de donner des informations sur le climat et la végétation au cours de l'ère quaternaire ;
- l'aéropalynologie, qui consiste à analyser la présence dans l'air de différents types de pollens, a des applications en médecine (pathologies allergiques) et en agronomie (pollinisation) ;
- la méliissopalynologie est l'étude des pollens présents dans le miel, ce qui permet de détecter les mélanges et les fraudes.





Notes et références

- [1] Voir clé de détermination des pollens. (<http://svt.ac-bordeaux.fr/Res-Peda/Prog-Lyc/Spé-Term/Dupasse/Polchouz/Palyno/Pollens/cledeter.htm>)


Voir aussi

- Spore
- Pollinisation
- Pollinisateur
- Palynologie
- Liste des principaux allergènes
- Sporopollénine

Liens externes

- Voir un schéma détaillé d'un grain de pollen (http://www.infovisual.info/01/023_fr.html)
- Site du RNSA (France), réseau national surveillance aérobiologique qui fournit des cartes et des calendriers polléniques : <http://www.pollens.fr/accueil.php>
- Site (<http://lis-upmc.snv.jussieu.fr/pollen/home.php>) de l'Université de Jussieu avec photos et système d'identification des grains de pollens, complété par un glossaire.
-  Portail de la biologie
-  Portail de la botanique

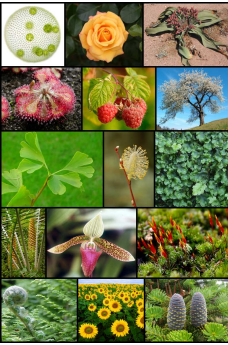


Plante

 Pour les articles homonymes, voir Plante (homonymie).



Cet article ou cette section doit être recyclé.

Une réorganisation et une clarification du contenu sont nécessaires. Discutez des points à améliorer en page de discussion.

i Plantes	
	
Diversité des plantes	
Classification classique	
Domaine	<i>Eukaryota</i>
Sous-domaine	<i>Bikonta</i>
Règne	
<p><i>Plantae</i> Haeckel, 1866</p>	
Synonymes	
<ul style="list-style-type: none"> Archaeplastida 	
Références	
ITIS : tsn 202422 Plantae ^[1] (en)	
Classification phylogénétique	
Position :	
<ul style="list-style-type: none"> Eukaryota <ul style="list-style-type: none"> Bikonta <ul style="list-style-type: none"> Corticata <ul style="list-style-type: none"> Archaeplastida (Plantes) <ul style="list-style-type: none"> Metabionta <ul style="list-style-type: none"> Viridiplantae (Plantes vertes) <ul style="list-style-type: none"> Chlorophyta <ul style="list-style-type: none"> Streptophyta 	
 Retrouvez ce taxon sur Wikispecies	
 D'autres documents multimédia sont disponibles sur Commons	

Les **plantes** (*Plantae* Haeckel, 1866) sont des êtres pluricellulaires à la base de la chaîne alimentaire. Elles forment l'une des subdivisions (ou règne) des Eucaryotes. Elles sont, avec les autres végétaux l'objet d'étude de la botanique. On estime le nombre d'espèce de plante connue entre 250 000 à 300 000.

Caractéristiques principales

Principales caractéristiques des plantes

Types de plante		Caractéristiques générales
Archaeplastida		Photosynthèse, chlorophylle.
├─○ └─○	Algues rouges <i>Chlorobionta</i> (ou organismes verts ^[2])	
├─○ └─○	Algues vertes Plantes terrestres	adaptation à la gravité, archégones, embryon végétal.
├─○ └─○	Mousses Plantes vasculaires	fausses racines. vaisseaux conduisant la sève, lignine, feuilles à nervures.
├─○ └─○	Prêles, fougères... Plantes à graines	émancipation de la reproduction aquatique, graines.
├─○ └─○	Gymnospermes Plantes à fleurs	fleurs, protection des graines dans des fruits.

- Les végétaux sont des organismes autotrophes, c'est-à-dire qu'ils produisent leur propre matière organique à partir de sels minéraux puisés dans le sol et de dioxyde de carbone, assimilé par les feuilles grâce à l'énergie solaire : c'est le mécanisme de photosynthèse. Ils lui doivent, par le biais de la chlorophylle contenue dans les chloroplastes, la couleur verte des plantes.
- Les végétaux sont des organismes fixés au sol par leurs racines (mais il y a des exceptions), ce qui les rend très dépendants des conditions de leur environnement ; cet état est lié à la nature cellulosique des parois cellulaires, aux tissus de soutien de la plante (collenchyme et sclérenchyme) et à certaines molécules particulières comme la lignine qui rend les tissus rigides.
- Les végétaux sont des organismes peu différenciés. On distingue peu de types de tissus ou d'organes différenciés, ce qui entraîne des propriétés particulières : une croissance potentiellement indéfinie, une capacité de régénération importante (d'où la possibilité de multiplication végétative).
- Les plantes ont besoin de différents éléments rassemblés pour survivre et pousser. Le premier est la lumière, utile pour le processus de photosynthèse, qui apporte de l'énergie. Ensuite viennent l'eau et la terre d'où sont tirés les nutriments, et l'air dont elles extraient le dioxyde de carbone, permettant également la photosynthèse. Les conditions exactes varient selon le type de plante. Les végétaux sont des organismes qui appartiennent au règne végétal, alors que les plantes sont, parmi les végétaux, les organismes qui possèdent des racines et une partie aérienne.

Organisme végétal

On distingue, selon leur degré de différenciation, trois grands types d'organisation :

- les thallophytes : plantes vivant en milieux humides, caractérisées par un thalle, appareil végétatif peu différencié en forme de lame - algues ;
- les bryophytes : ce sont les mousses et les hépatiques, dont l'appareil végétatif commence à se différencier en tige et feuille. Ils constituent une nouvelle étape vers le passage de la vie aquatique à la vie terrestre ;
- les tracheophyta (anciennement appelées cormophytes ou « végétaux supérieurs ») : ce sont les plantes vasculaires ou rhizophytes, qui comprennent les ptéridophytes (fougères) et les spermaphytes (plantes à graines). L'appareil végétatif est maintenant bien différencié en racine, tige, feuille et surtout vaisseaux conducteurs de sève (phloème et xylème). C'est grâce à ces vaisseaux conducteurs et à leur port dressé et rigide (par synthèse de la cellulose dans l'espace intercellulaire de ces vaisseaux, pour la construction d'un squelette de bois) que ces plantes sont adaptées au milieu terrestre.

Classification des plantes

La première classification connue est l'œuvre de Théophraste (370-285 av. J.-C.) qui classa 480 plantes selon leur port (arbre, arbuste ou herbe) et certaines caractéristiques florales.

Au XVI^e siècle, des botanistes, notamment les frères Jean et Gaspard Bauhin, vont entamer une réflexion sur le classement des plantes. Ils cherchent à établir des groupes naturels de plantes à partir de leur ressemblance. En effet la découverte de nouvelles plantes rendait un nouveau classement nécessaire. Il faut savoir que jusqu'alors, les plantes étaient classées en fonction de leur taille, du lieu où elles poussaient ou de leur ressemblance.

John Ray (1628-1705), naturaliste anglais, propose d'établir un nouveau système de classification ayant pour fondement le plus grand nombre possible de caractères de la fleur, du fruit ou de la feuille.

Puis, Pierre Magnol (1638-1715), inventeur du terme famille, répertorie 76 familles de plantes.

Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708) établit un classement des végétaux suivant la structure des fleurs et introduit les notions d'espèce et de genre.

Enfin, Carl von Linné (1707-1778), botaniste du roi de Suède, codifie la nomenclature binominale des végétaux et des animaux. Ce système utilise deux noms en latin : le premier indique le genre et le second, l'espèce de la plante ou de l'animal. En revanche, son « système sexuel » basé sur le nombre d'étamines, ne fait pas progresser la classification des plantes.

- Voir aussi la liste des Botanistes.

Classification systématique dite « classique »



Cet article ne cite pas suffisamment ses sources (février 2009).

Si vous connaissez le thème traité, merci d'indiquer les passages à sourcer avec {{Référence souhaitée}} ou, mieux, incluez les références utiles en les liant aux **notes de bas de page**. (Modifier l'article ^[3])

Suivant les auteurs, les limites entre le règne végétal (*Plantae*) et celui des protistes (*Protista*) varient :

- pour certains (Raven, 1992), le règne des Protistes s'étend des protistes hétérotrophes très proches des champignons ou des animaux aux algues vertes très proches des plantes terrestres ; le règne végétal ne comprenant que ces dernières encore appelées Embryophytes (*Embryophyta*) ;
- d'autres auteurs (Bremer, 1985) regroupent les algues vertes et les plantes terrestres dans le taxon monophylétique des plantes vertes (*Chlorobionta*) ;
- l'ITIS pour sa part regroupe l'ensemble des algues et des plantes terrestres dans le règne végétal.

Appartiennent à ce règne :

Les algues

Article détaillé : Algue.

Traditionnellement, seules les algues vertes, ou Chlorophytes, étaient considérées comme plantes, et ne formaient donc pas un sous-règne. La classification des autres algues dans le règne des plantes est une introduction de la classification scientifique amorcée depuis le XIXe siècle. Auparavant, elles ont été classées de façon variable avec les protistes. Les progrès dans la recherche de la phylogénie change encore les choses, puisque certaines classes disparaissent et que des rapprochements morphologiquement étonnants s'opèrent dans la classification.

Bryophytes

Article détaillé : Bryophyte.

En classification classique ou traditionnelle, le sous-règne des Bryophytes (*Bryophyta lato sensu*) comprend trois divisions (ou embranchements) ou de végétaux terrestres non vasculaires :

- la division des Hépatophytes (*Hepaticophyta*) : 6000 espèces de plantes hépatiques ;
- la division des Anthocérotophytes (*Anthocerotophyta*) : 100 espèces d'anthocérotes ;
- la division des Bryophytes (*Bryophyta stricto sensu*) : 9500 espèces de mousses.

Végétaux vasculaires

Article détaillé : végétal vasculaire.

Le sous-règne des Trachéobiontes (*Tracheobionta* ou *Tracheophyta*) est composé, selon une classification traditionnelle :

- des Ptéridophytes (*Pteridophyta*), ou fougères *lato sensu*, plantes vasculaires cryptogames (à spores et thalles) :
 - les Psilophytes (*Psilophyta*) : 17 espèces ;
 - les Lycopodiophytes (*Lycopodiophyta*) : 1000 espèces, dont les Lycopodes ;
 - les Équisétophytes (*Equisetophyta*) : 15 espèces vivantes dont les Prêles ;
 - les Filicophytes (*Filicophyta*) : 11000 espèces de fougères *stricto sensu* ;
- des Spermatophytes (*Spermatophyta*, plantes vasculaires phanérogames (à graines) :
 - les Gymnospermes (*Gymnospermae*), les plantes phanérogames à cônes ;
 - les Angiospermes (*Magnoliophyta*), les plantes phanérogames à fleurs : environ 235000 espèces.

Les chiffres montrent la domination qu'exercent aujourd'hui les Angiospermes (*Magnoliophyta*) parmi les plantes terrestres.

Classification phylogénétique

voir les articles Archaeplastida (classification phylogénétique) et Chlorophyta (classification phylogénétique)

Classification selon la taille et le type de la tige

Une grande division est souvent faite entre les plantes herbacées et les plantes ligneuses (celles qui forment du bois).

Classification selon le climat d'après W. Köppen

On trouve des plantes presque partout sur la terre : dans le désert, sous l'eau, dans les forêts tropicales, et même dans l'Arctique. Toutefois, leur répartition à la surface de la terre est en fonction des conditions climatiques.

Ainsi, pour rendre compte des principaux groupes de végétaux, un climatologue et botaniste allemand, Köppen a établi une classification des climats. Cette classification, publiée pour la première fois en 1901, et remaniée à plusieurs reprises depuis, est la plus ancienne et la plus connue.

La classification de Köppen comprend cinq groupes de climats eux-mêmes divisés en cinq types climatiques. Le contour de chaque groupe correspond à la satisfaction d'un critère lié à la température de l'air ou combinant à la fois la température de l'air et le niveau des précipitations.

- **Plantes des régions tropicales**

La zone tropicale s'étend de part et d'autre de l'équateur entre le tropique du Cancer (23° 27' de latitude nord) et le tropique du Capricorne (23° 27' de latitude sud). Elle représente l'une des grandes zones climatiques nées de la circulation générale de l'atmosphère et de son déplacement saisonnier. Cette zone couvre environ 45 % de la surface globale des forêts. La température moyenne du mois le plus froid est supérieure à + 18 degrés Celsius. La végétation correspondante est la forêt tropicale ou la savane.

- **Plantes des régions sèches et désertiques**

Essentiellement caractérisé par la présence d'arbustes et d'herbes qui se sont adaptés à l'environnement désertique et qui, par un système de racines souterraines peu profond mais étendu à proximité de la surface (fasciculé), arrivent à récolter une quantité d'eau suffisante à leur croissance. La végétation est très peu développée et recouvre peu d'espace. Les espèces sont appelées xérophytes (du grec *xero* = sec, et *phytos* = plante), on y retrouve des cactus, des plantes à cuticule épaisse pour limiter l'évapotranspiration, des plantes en coussinets, des succulentes (*exemple* famille des Crassulacées, dont le Sedum ou la joubarbe). La plupart des plantes chlorophylliennes de ces régions fonctionnent grâce à la photosynthèse en C4.

- **Plantes des régions tempérées**

En Europe, cette forêt s'étend de la forêt boréale à la forêt méditerranéenne (entre 40° et 55° nord). Le régime thermique est modéré avec en hiver un peu de gel sur la partie supérieure des sols, et un été modérément chaud. On peut distinguer trois espèces dominantes.

- **Plantes des régions froides ou subarctiques**

On distingue deux grands types de végétation en milieu polaire et subpolaire :

- La toundra : située entre 55° et 70° nord, c'est une végétation dominée par les herbes et les mousses, souvent associées à divers arbustes. C'est une formation végétale continue et basse avec l'absence d'arbres à cause d'un sol gelé en profondeur en permanence, le pergélisol (température inférieure à 0 °C). L'absence d'arbres est aussi due à un raccourcissement de la période de végétation (l'été ne dure parfois qu'un à deux mois).
- La taïga : forêt boréale de grands conifères, typique de la Sibérie et du Canada. Les hivers sont plus longs et plus rigoureux et les mois d'été sont plus chauds (température supérieure à 10 °C). On considère que cela représente la limite entre la taïga et la toundra. Le sous-bois est constitué de plusieurs conifères à aiguilles et de fougères.

Dans l'hémisphère sud, cette formation végétale est plus réduite (dans les îles de l'Antarctique, la toundra en touffes domine la région).

- **Plantes des régions polaires**

- **Plantes des régions de hautes montagnes**

Classification des types biologiques de Christen Christiansen Raunkiaer

Article détaillé : Système de Raunkiaer.

C'est une classification écologique, qui classe les plantes selon la manière dont elles protègent leurs bourgeons à la mauvaise saison (froide ou sèche) ; elle distingue cinq groupes ou types biologiques de végétaux :

- phanérophytes : ce sont essentiellement les arbres, arbustes et arbrisseaux, dont les bourgeons sont situés en haut d'une tige ; les feuilles tombent ou non et les zones les plus sensibles (méristèmes) sont protégées par des structures temporaires de résistance : les bourgeons ;
- chamaephytes, ce sont des plantes basses dont les bourgeons sont proches du sol ; les feuilles tombent ou non, les bourgeons les plus bas bénéficient de la protection de la neige ;
- cryptophytes ou géophytes, ces plantes passent la mauvaise saison protégées dans le sol, la partie aérienne meurt ; ce sont les plantes à bulbe, à rhizome et à tubercule ;
- thérophytes, ce sont les plantes annuelles, qui disparaissent pendant la mauvaise saison et survivent sous la forme de graines ;
- hémicryptophytes, stratégie mixte qui combine celles des géophytes et des chaméphytes ; ce sont souvent des plantes à rosette.

Maladies végétales

Les maladies végétales s'explorent par la pathologie végétale.

- Liste anglaise des maladies végétales : Lists of plant diseases

Album



Borassus flabellifer



The fruits of Palmyra Palm tree, *Borassus flabellifer* (locally called Thaati Munjelu) sold in a market at Guntur, India.



Turmeric rhizome



Sweet potato, *Ipomoea batatas*, Maui Nui
Botanical Garden



Pandanus amaryllifolius

Références


- [1] http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=202422
- [2] Bruno de Reviens, Biologie et phylogénie des algues, vol. 2 : *tome 2*, 2003 [détail des éditions] page 8 : « *Chlorobionta* Bremer, 1985 (organismes verts) = *Viridiplantae* Cavalier-Smith, 1981 (plantes vertes). Les algues vertes n'étant pas des plantes (elles ne sont pas plantées dans un substrat), le terme *Chlorobionta* paraît préférable. »
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/Plante>

Voir aussi

Articles connexes

- Archaeplastida (classification phylogénétique)
- Classement des cultures par groupes d'usage
- Famille botanique
- Flore (nom scientifique)
- Flore (nom vernaculaire)
- Liste de plantes par ordre alphabétique
- Plante utile
- Liste de légumes, Liste de fruits
- Plantes par nom scientifique

Liens externes

- Site internet se consacrant à la systématique botanique des plantes du monde (<http://www.plantae.ca>)
- Notions générales concernant la botanique : Généralités, racine, tige, feuille, inflorescence, fleur, périanthe, graine et fruits (<http://www.floranet.org/gene/botagen/index.htm>)
- Voir un schéma détaillé de la structure d'une plante. (http://www.infovisual.info/01/003_fr.html)
- Code international de nomenclature botanique de Saint-Louis (<http://www.tela-botanica.org/code>)
- Sélection de sites web sur la botanique dans le répertoire encyclopédique : Les Signets de la Bibliothèque nationale de France (http://signets.bnf.fr/html/categories/c_570botanique.html)
-  Portail de la botanique


Sépale

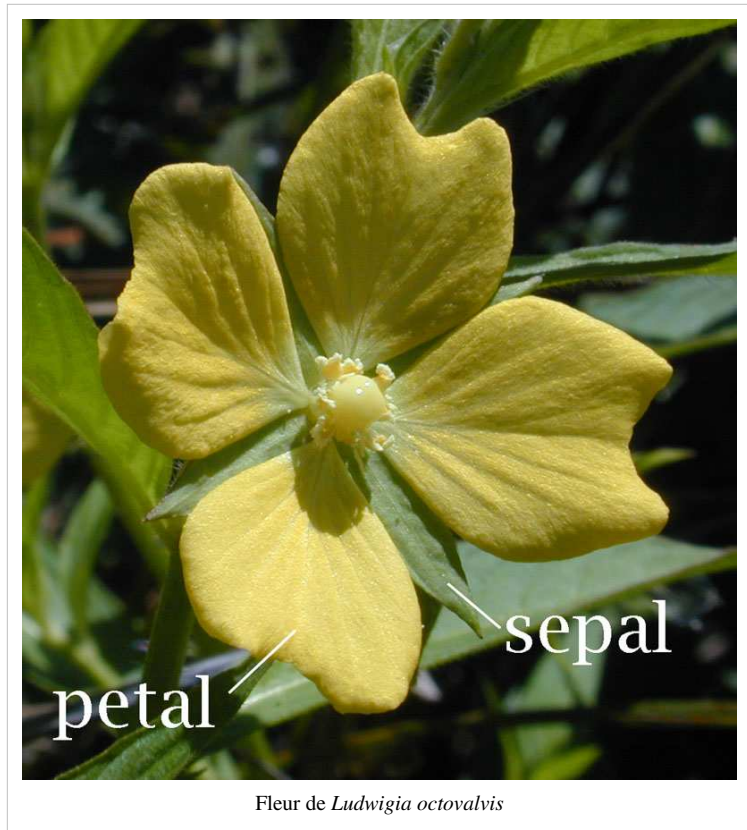
En botanique, un **sépale** est l'un des éléments foliacés, généralement verts, dont la réunion compose le calice et supporte la corolle de la fleur.

Le nombre des sépales ou leurs caractéristiques permettent de décrire le calice :

- monosépale : formé d'un seul sépale,
- disépale : formé de deux sépales ou de deux pièces distinctes,
- pentasépale : composé de cinq sépales,
- polysépale : possède plusieurs sépales.
- dialysépale : possède plusieurs sépales individualisés, séparés les uns des autres.
- gamosépale: les sépales sont soudés entre eux au-delà de la moitié de leur longueur : quand on en tire un, les autres sépales viennent aussi.

Les sépales peuvent parfois ressembler aux pétales, comme chez la tulipe. On parle alors de « tépale ».

-  Portail de la botanique



Feuille

🔗 Cet article concerne l'utilisation du mot feuille en botanique. Pour l'utilisation du mot en papeterie, voir Feuille de papier. Pour les autres significations, voir Feuille (homonymie).

La **feuille** est l'organe spécialisé dans la photosynthèse chez les végétaux supérieurs. Elle est insérée sur les tiges des plantes au niveau des nœuds. À l'aisselle de la feuille se trouve un bourgeon axillaire. C'est aussi le siège de la respiration et de la transpiration. Les feuilles peuvent se spécialiser, notamment pour stocker des éléments nutritifs et de l'eau.

Pour accomplir son rôle, une feuille est généralement formée d'une lame plate et fine, le *limbe*, qui lui permet d'exposer à la lumière un maximum de surface. Mais il existe aussi des feuilles transformées, pour lesquelles le limbe est très réduit (elles sont transformées en vrilles, écailles sur les bourgeons, épines,...) ^[1].

C'est le parenchyme palissadique, un type particulier de tissus de la feuille, qui va effectuer la photosynthèse, grâce à ses cellules contenant les chloroplastes et donner à la feuille sa couleur verte. La feuille présente une grande variété de forme, de taille, de teinte, de texture ou encore d'ornementation dans le règne végétal. Ces particularités de la feuille sont souvent caractéristiques d'une espèce végétale, ou au moins d'un genre.

Les feuilles de certains légumes, tel le navet, sont appelés « fanes ».



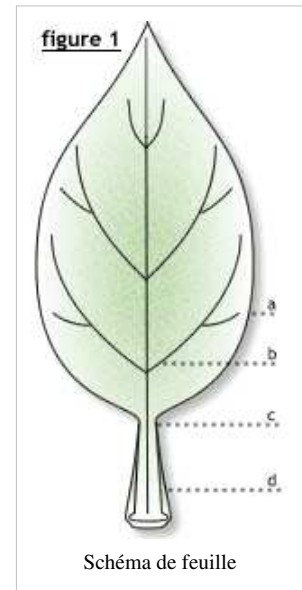
Feuillage en contre-jour de *Naranjillo* (*Citronella mucronata*)

Description

La *figure 1* montre les différentes parties de la feuille :

- un *limbe plan* (a) parcouru de *nervures* (b),
- avec souvent un *pétiole* (c) qui rattache la feuille à la tige,
- parfois élargi en *gaine* (d). Celle-ci peut *embrasser* la tige comme chez les poacées.
Le pétiole peut être absent, la feuille est alors dite *sessile*. Il peut parfois être ailé, ou muni à sa base de *stipules plus ou moins développés*.

À la différence du reste de l'appareil végétatif de la plante (racine et tige), la feuille présente en général une symétrie bilatérale et non axiale.



Critères de description

Article détaillé : forme foliaire (terminologie)

Quatre critères permettent de décrire la feuille :

La composition de la feuille

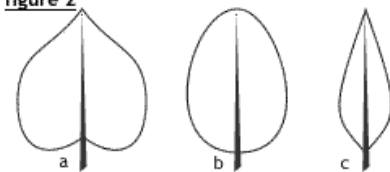
La feuille est composée de pectine, de cellulose et de lignine. Ces composants sont de grandes molécules chimiques « emprisonnant » de nombreux éléments minéraux tels que calcium, potassium, sodium, magnésium, soufre, phosphore. Lors de la décomposition des feuilles en humus, ces éléments sont relâchés dans le sol et contribuent à son amélioration.

La forme de la feuille

La feuille est dite *simple* si le limbe est entier, ou *composée* s'il est découpé en plusieurs petites feuilles ou folioles. Selon la disposition des folioles sur l'axe principal de la feuille ou *rachis*, on dit que la feuille est :

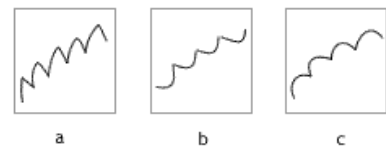
- *pennée*, si les folioles sont disposées comme les barbes d'une plume ;
- *imparipennée* si leur nombre est impair (il y a une foliole terminale) ;
- *paripennée* dans le cas contraire ;
- *trifoliolée* s'il y a trois folioles (trèfle) ;
- *palmée* ou *digitée* si elles sont disposées comme les doigts de la main. Cependant les palmes, feuilles du palmier, qui sont en fait des feuilles entières, mais déchirées, ont parfois une forme pennée en forme de plume (dattier), ou encore costapalmée (*Sabal palmetto*) si la structure est intermédiaire entre les deux autres formes (soit l'aspect général d'un éventail mais avec un axe central assez marqué) ;

figure 2



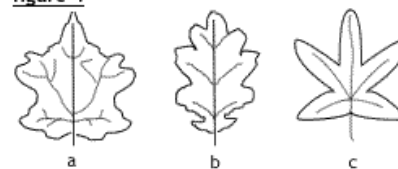
Différentes formes de feuilles

figure 3



Différents aspects de bords de feuilles

figure 4



Différentes formes de feuilles découpées

- *pédalée* si chaque foliole est insérée sur la foliole voisine (hellébore) ;

La feuille peut être doublement composée ;

- *bipennée* si les folioles sont composées de *foliolules* ;
- *tripennée* si les folioles sont elles-mêmes composées.

La division du limbe

Le limbe peut être uni ou entier (comme fig. 1 et 2) ou plus ou moins profondément découpé (fig. 4). Dans ce dernier cas (fig.4), on peut préciser si la feuille est :

- *lobée* (a), lorsque les lobes sont peu profonds et atteignent environ 1/8 de la largeur de la feuille, *pennatilobée* (b), lorsque les lobes sont disposés en peigne, *palmatilobée* lorsque les lobes ont une disposition palmée.
- *pennatifide* ou *palmatifide* lorsque les divisions atteignent 1/4 de la largeur de la feuille et en tout cas moins de la moitié de celle-ci ;
- *pennatipartite* (c), ou *palmatipartite* lorsque les découpures dépassent le milieu de la feuille ;
- *pennatiséquée* (synonyme de composé pennée) ou *palmatiséquée* (composée palmée) si les divisions atteignent le rachis ;
- *laciniée* si le limbe est divisé en lanières étroites (plantes aquatiques).

Le bord du limbe

Le bord du limbe (ou la marge) peut être *uni* ou *entier* (fig. 1 et 2), *ondulé*, *sinué*, *scié* (fig. 3a), *serrulé* (finement scié), *denté* (fig. 3b) ou *crénelé* (fig. 3c).

La forme de la feuille

La forme de la feuille (fig. 2) : *cordiforme*, en forme de cœur (a), *ovale* (b) ou *lancéolée* (c), ou *palmée*, en forme de paume. Les formes sont très diversifiées : *falciforme* (en forme de faux), *auriculée* (avec des oreillettes à la base du limbe : laiteron), *sagittée* (en forme de flèche), *peltée* (lorsque le pétiole s'insère au milieu du limbe : capucine), *décurrenente* lorsque le limbe se prolonge sur la tige par des ailes, *perfoliée* quand les oreillettes se soudent donnant l'impression que la tige traverse le limbe, *connée* quand deux feuilles opposées sont soudées par le limbe (chèvrefeuille)....

Disposition sur la tige

En outre, la distribution des feuilles sur la tige est aussi un caractère très variable, dont l'étude est la phyllotaxie. On peut dire des feuilles qu'elles sont :

- *alternes*, c'est-à-dire isolées et disposées alternativement de part et d'autre de la tige ;
- *opposées*, lorsqu'elles sont disposées par deux, au même niveau, l'un en face de l'autre sur une tige ou un rameau.;
- *verticillées*, si elles sont réunies, par trois ou plus, en cercle autour de la tige, en étages successifs.

Au sein d'une même espèce (chez les arbres notamment), les feuilles et les branches peuvent s'agencer de manière différente selon leur position dans l'arbre et leur exposition à la lumière. Ce phénomène participe de la morphologie générale des arbres, propre à chaque espèce.

Polymorphisme foliaire

La forme des feuilles peut varier sur une même plante. C'est le cas chez le Lierre grimpant où les feuilles de rameaux fertiles sont différentes des feuilles des rameaux stériles (polymorphisme vrai).

Le polymorphisme peut aussi résulter de l'influence du milieu : chez la Sagittaire à feuilles en flèche les feuilles immergées sont rubanées, les feuilles nageantes sont cordiformes, les feuilles aériennes sagittées.

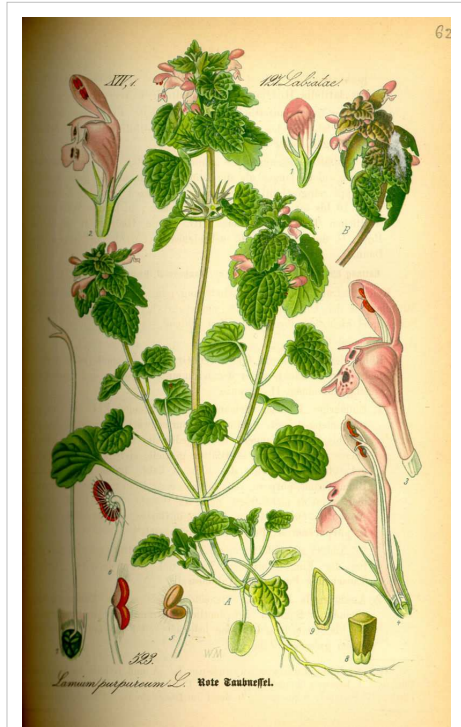
Les cotylédons et les feuilles juvéniles qui leur succèdent immédiatement peuvent fréquemment être différentes de celles de l'âge adulte.

Spécialisations de la feuille

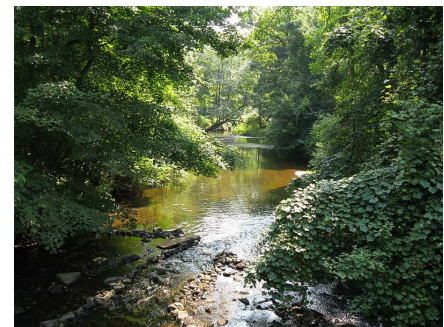
Les feuilles assurent généralement la fonction chlorophyllienne, mais celle-ci est assurée aussi, au moins partiellement, par la tige qui est généralement verte, et dont le parenchyme comporte des chloroplastes. Un bon exemple est le Genêt à balais, chez qui toute la tige est dite photosynthétique.

On trouve toute une variété de spécialisation :

- chez les plantes épineuses, les feuilles sont souvent transformées en *épines*, issues de la modification des folioles, ou des stipules, ou simplement des poils. Comme les plantes xérophiles, il s'agit d'un mécanisme de défense contre la sécheresse, ou bien de défense contre le broutage des animaux herbivores. Certaines épines très fines, ainsi que des cils permettent à la plante de collecter de la rosée (effet de pointe);
- chez les plantes carnivores, elles prennent des formes très spécialisées, en *urne* chez les Nepenthes, en piège chez les Dionées qui ont un limbe en deux parties munies d'aiguillons et capables de se replier l'une sur l'autre pour emprisonner des insectes ;
- chez les plantes grasses ou succulentes, les feuilles sont souvent transformées en organe de réserve ;
- chez les plantes grimpantes, les feuilles ou les folioles se transforment en vrilles leur permettant de s'accrocher à leur support. Parfois c'est le pétiole qui remplit cette fonction (Clématite) ;



Exemple de feuilles opposées chez le lamier pourpre



Organisation spontanée des branches et des feuilles, en « nappes » optimisant le captage de l'énergie solaire, par le dessus, et par le dessous avec la réverbération sur l'eau, caractéristique des ripisylves

- chez les plantes aquatiques, les feuilles peuvent se transformer en flotteurs (Jacinthe d'eau) ;
- chez les plantes xérophytes (adaptées à la sécheresse), les feuilles peuvent se réduire en écailles ou aiguilles (Conifères). La plante diminue sa surface foliaire afin de limiter l'évapotranspiration. Ainsi le chêne vert peut avoir plusieurs formes de feuilles : en milieu favorable, où l'humidité de l'air n'est pas limitante, il aura des feuilles à limbe presque ovale, tandis qu'en milieu sec, les feuilles seront pour la plupart dentées.
- chez les épiphytes, certaines espèces se servent de leurs feuilles pour collecter et stocker de l'eau (Broméliacées par exemple)

Anatomie

Le Pétiole

Un pétiole (du latin *petiolus* : petit pied) désigne le pédoncule d'une feuille, reliant le limbe à la tige. Les faisceaux conducteurs présentent une symétrie bilatérale ce qui indique la nature foliaire et non caulinaire du pétiole.

Lorsque qu'il est élargi jusqu'à remplacer la feuille dans sa fonction, on parle de phyllode. Une feuille sans pétiole, ou à pétiole très court, est dite sessile.

Quelques pétioles ont des fonctions spécifiques à une plante :

- chez la sensitive, il permet le mouvement des feuilles ;
- chez la châtaigne d'eau, il permet la flottaison de la plante.

Le Limbe foliaire

Le limbe d'une feuille est constitué des tissus suivants :

- l'épiderme protecteur qui recouvre la surface supérieure et inférieure ; il est constitué généralement par une assise unique de cellules qui ne comportent généralement pas de chloroplastes, parfois couverte par une couche protectrice externe, la cuticule. Certaines cellules de l'épiderme peuvent se transformer en poils.

Sur l'épiderme inférieur on trouve les stomates. Ce sont des sortes de pores, formé par deux cellules en forme de reins, qui laissent entre elles une ouverture variable, l'*ostiole* ;

- le mésophylle ou parenchyme foliaire, qui comporte deux couches :
 - sous l'épiderme supérieur, un *parenchyme palissadique*, tissu formé de plusieurs rangées de cellules allongées perpendiculairement à la surface du limbe et serrées entre elles, sans lacunes.
 - entre celui-ci et l'épiderme inférieur un *parenchyme lacuneux*, à cellules plus grandes ménageant entre elles un réseau de lacunes, qui communique avec les stomates, et assure les échanges gazeux avec l'extérieur.

L'épiderme

L'épiderme est la couche de cellules externes des feuilles. Cette couche est généralement transparente (ces cellules n'ont pas de chloroplastes) et couverte par une cuticule d'aspect cireux permettant de limiter les pertes en eau lors de trop fortes chaleurs. Chez les végétaux des climats secs cette cuticule est donc plus épaisse. La cuticule est parfois plus fine sur l'épiderme inférieur que sur l'épiderme supérieur.

L'épiderme inférieur est couvert de pores appelés stomates. Ceux-ci permettent à l'oxygène et au dioxyde de carbone de rentrer et sortir des feuilles. La vapeur d'eau est aussi évacuée par les stomates au cours de la transpiration. Pour conserver de l'eau, les stomates peuvent se fermer pendant la nuit.

Des poils recouvrent l'épiderme de nombreuses espèces de plantes.

Le mésophylle

La plus grande partie de l'intérieur d'une feuille, c'est-à-dire entre l'épiderme inférieur et supérieur, est composé d'un parenchyme appelé mésophylle. Ce tissu joue un rôle très important dans la photosynthèse. Le mésophylle est composé de deux parties :

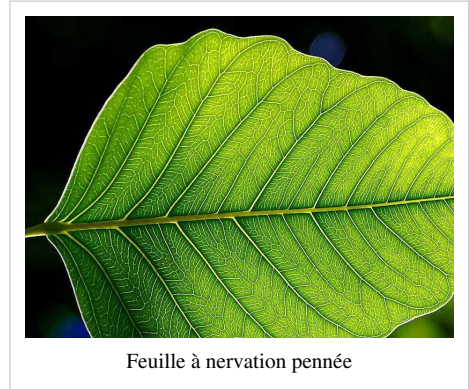
- vers la face supérieure : le parenchyme palissadique composé de cellules verticales, allongées et serrées ; les cellules qui le constituent sont riches en chloroplastes, c'est dans ce parenchyme que se déroule la photosynthèse ;
- vers la face inférieure : le parenchyme lacuneux (ou spongieux). Les cellules ont une forme plus arrondie et sont moins serrées. Les lacunes entre les cellules servent à stocker les gaz échangés entre la feuille et l'atmosphère.

Les nervures

Les nervures d'une feuille sont les prolongements du pétiole dans le limbe foliaire. On distingue la nervure principale et les nervures secondaires partant de la première. C'est au niveau des nervures, se détachant par leur relief bombé du reste du limbe, que se situent l'essentiel des tissus conducteurs (xylème et phloème) de sève, organisés en faisceaux.

La disposition des nervures (ou nervation) varie selon les espèces ou les familles. On peut distinguer trois grands types de nervation :

- les feuilles à nervation pennée (penninerves), dans laquelle une nervure principale, prolongeant le pétiole, partage le limbe en deux parties sensiblement identiques selon l'axe de symétrie et à partir de laquelle les nervures secondaires se détachent selon une disposition alterne ou opposée.
- les feuilles à nervation palmée (palmatinerves) où plusieurs nervures, en nombre impair, se détachent du pétiole au point de contact avec le limbe (exemple : la feuille de vigne).
- les feuilles à nervation parallèle (parallélinerves), dont les nervures sont parallèles, sans anastomoses entre elles. C'est le cas de la plupart des graminées (Poaceae), dont les feuilles sont généralement sans pétiole.



Feuille à nervation pennée

Phénologie

Les feuilles peuvent être persistantes (conservation du feuillage plusieurs années^[2]), semi-persistantes (conservation de la majorité des feuilles bien que certaines soient remplacées à la belle saison) ou caduques (les feuilles de la plante ne durent que quelques mois puis tombent ; variante : marcescence) selon les espèces, les conditions climatiques et les saisons. Pour les végétaux non persistants, l'apparition des feuilles est appelé « feuilaison ».

Notes et références

[1] Aline Raynal-Roques; *La botanique redécouverte*; Belin 1994; p.204


[2] Ces feuilles vivent en moyenne 3 ans.

Voir aussi

Articles connexes

- forme foliaire
- morphologie végétale
- histologie végétale
- plante
- fronde (feuille de fougère)
- phénologie, débourrage (botanique), changement de couleur des feuilles
- souffleur de feuilles

Liens externes

- Voir un schéma détaillé de la structure d'une feuille. (http://www.infovisual.info/01/008_fr.html)
- Projet collaboratif d'outil d'assistance à la reconnaissance d'espèces à partir de leurs feuilles (<http://www.tela-botanica.org/actu/article3856.html>) (PI@ntNet/Telabotanica)
-  Portail de la botanique

Sources et contributeurs de l'article

Botanique *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=59610325> *Contributeurs*: Abrahami, A17, Anthere, Archipel, Arnaudus, Asavaa, Atlantidae, Bapt1steD, Baronnet, Bernard Déry, Bobodu63, Ce'dric, Cehagenmerak, Channer, Crouchineki, Cunciforme, Céréales Killer, Darkoneko, Dauphiné, Dhatier, DocteurCosmos, Drououg, Ediacara, Elfix, Entouane1, Erasmus, Fabien555, Fafnir, FoeNyx, Follavoine, FélinFélé, Gagea, Grecha, Greteck, Grondin, Grostony, Guillom, Hercule, Hégésippe Cormier, Ineedyourhelp, Iznogood, JLM, Japonica, Jd, Jean.claude, Jeantosti, Jef-Infojef, Jeffdelonge, Jonathanéo, Julianedm, Jyp, Karl1263, La Cigale, Lamiot, Laurent Nguyen, Leag, Litlok, Looxix, Maloq, Markko, Maston28, Moala, Neisseria, Nono64, Orthogaffe, Phe, Pixeltoo, Pld, Pseudomoi, Raoulducorbau, Ryo, Sand, Selphy, Selvejp, Semnoz, Sihaya, Spedona, Stanlekub, TED, Tabulation, Thedreamstree, Thiedest, TigH, Ukuk, VIGNERON, Valérie75, Vincent Ramos, Weft, Woww, Xavier M., Yann, Zyzomys, 98 modifications anonymes

Physiologie végétale *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=57536001> *Contributeurs*: Brya, Chmlal, Christophe sion, Dhatier, Ediacara, Elisemariou, Grum, Jd, Jeffdelonge, Leag, Lenmi, Liondelyon, Miaow Miaow, Neisseria, Sandrine, Spedona, Verdy p, Wiki-User03, 5 modifications anonymes

Morphologie végétale *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=56474543> *Contributeurs*: Bestiasonica, Briling, Brya, Cehagenmerak, Ediacara, Erasmus, Jeffdelonge, Phe, Spedona, Thiebaut Jourdain, Verdy p, Wiki-User03, 1 modifications anonymes

Nutrition végétale *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=58635229> *Contributeurs*: Abrahami, Arthur Laisis, David Berardan, Dhatier, Edeluze, Ggal, Joker-x, Litlok, Neisseria, NicoV, Nono64, Pok148, Poulos, PurpleHz, Pyoug, Romanc19s, Spedona, TED, Touares, Tripsine, VonTasha, 6 modifications anonymes

Fixation biologique de l'azote *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=55815433> *Contributeurs*: Abrahami, Archimèa, Badmood, Basicdesign, Dhatier, Drtissot, Elapied, En rouge, Erasmus, Fafnir, Herr Satz, Jborme, Klroman, Moez, Omolu, Pixeltoo, Pld, Pyoug, Rhadamante, Rominandreu, Spedona, Spooky, TED, Yohan, 14 modifications anonymes

Multiplication végétative *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=58361768> *Contributeurs*: Abrahami, Anteur, Arn, Aroche, Asabengurtza, Badmood, Callisto, Cehagenmerak, Coloch, Escaladix, Fato, Gz260, Hemmer, Herve1729, Inisheer, Isaac Sanolnacov, Jastrow, Jef-Infojef, Jerome66, Lamiot, Neisseria, Olmec, Olybrius, Papillus, Phe, Pixeltoo, Polarman, Rosier, Salsero35, Schtong, Seb35, Spedona, Sympsiarch, TED, Teuteul, Utilisateur 65872, Xauxaz, Zubro, Zyzomys, 52 modifications anonymes

Pollinisation *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=58834385> *Contributeurs*: A.Maugard, Abrahami, Alphos, Archimèa, Arnaudh, Bc789, Boretti, BurnAcid, Cehagenmerak, David Berardan, Dhatier, Dosto, Doucovich Simiesko, Ediacara, Eiffele, Emericpro, Erasmus, Esculapio, Florianmancet, Freddydz, Guérin Nicolas, Jeantosti, LairepoNite, Lamiot, Laureetgwenola, Le sotré, Litlok, Manu bcn, Maurilbert, Maviber95, Nono64, Salsero35, Sam Hocevar, Schekinov Alexey Victorovich, Seb951, Sebleouf, Spedona, Stanlekub, Tangopaso, Tisanelle, Vincnet, Weft, Zeebeede, 59 modifications anonymes

Fleur *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=59571224> *Contributeurs*: Abrahami, Akeron, Alainfrei27, AlphaWiki, Antaya, Anthere, Archaeodontosaurus, Argos42, Baffclan, Bapt1steD, Baronnet, Beeper, Bernard Déry, Bernie 69, Billybug, Bjung, Blood Destructor, BlueGinkgo, Bongkie, Bradipus, Brog, Brya, Béotien lambda, Caim192, Callisto, Cantons-de-l'Est, Ccmpg, Charles Dyon, Chatsam, ChevalierOrange, Chftn, Ciopartelu, Cl:nintendods, Coyau, Crirc, Darkdadaah, Dauphiné, David Berardan, Davidex, DocteurCosmos, Ediacara, Elfix, Encolpe, Erasmus, Escaladix, Esprit Fugace, Fafnir, Fmaunier, Francois Trazzi, GGcarote25, Gene.arboit, Givet, Gribeco, Grimlock, Grondin, Gronico, Guial3a29, Guilhemf, Gz260, Hada de la Luna, Hadrien-john-diakonoff, Hashar, Herr Satz, Hevydevy81, Hu12, IALex, Idarvol, Ingrid, Inisheer, Ixnay, Iznogood, JLM, Jastrow, Jean-Baptiste, Jerome66, Jodoc, Kilith, Korrgan, Lamiot, Leag, Lgd, Litlok, Lmaltier, M-le-mot-dit, MG, Marc Mongenet, Marcespencer, Max81, MetalGearLiquid, Mnémosyne, Mutatis mutandis, Nakor, Nono64, Ollamh, Padawane, Pautard, Pem, Pixeltoo, Pmx, Pnehlig, Remike, Rosier, Rune Obash, Ryo, Sanao, Sandrine, Sebleouf, Shawn, SofiaNadezda, Spedona, Stefdn, Suprememangaka, Swirl, TED, Theyberman, Theoliane, Tiarablu, Tognopop, Tom778, Toony, TouN, Traroth, Triton, Verdy p, Viviane Lamarlère, Vlaam, Wanderer999, Weft, Wiki-User03, Xic667, Zetud, Ziron, Zyzomys, 235 modifications anonymes

Périanthe *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=49559273> *Contributeurs*: Abrahami, Brya, Domingue, Erud, Le gorille, Martin, TED, Theforgottenpanzer, Yelkrokoyade, 8 modifications anonymes

Ovaire (botanique) *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=57597642> *Contributeurs*: A3 nm, Abrahami, ArnoLagrange, Blidu, Ce'dric, David Berardan, Ediacara, Francois Trazzi, Jean.claude, Leag, Mirgolth, Phe, Pmx, Sherbrooke, Spedona, TED, Tieno, Tieum, 4 modifications anonymes

Carpelle *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=56554794> *Contributeurs*: Abrahami, Aruspice, Ediacara, Eolie, Esprit Fugace, Former user 1, Francis Vérillon, Francois Trazzi, Guérin Nicolas, Lmaltier, Markadet, Nicolas Lardot, Rafmav, Rdurbesson, Rhizome, Spedona, TED, 10 modifications anonymes

Anthère *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=55825020> *Contributeurs*: Abrahami, AndreasPraefcke, Anthere, Ash Crow, Athymik, CR, Ediacara, Guérin Nicolas, Hatonjan, KelB91, Kelson, Loupeter, Marimarina, Pmx, Spedona, TED, Tvpn, Zyzomys, 4 modifications anonymes

Pièce florale *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=55825315> *Contributeurs*: Alexandre-ct, Androcée, Aroche, Berichard, Chphe, CommonsDelinker, Ediacara, Esprit Fugace, Jeancouz, Jerome66, Loveless, Macassar, STL2007, Spedona, TED, 2 modifications anonymes

Pétale *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=59246669> *Contributeurs*: Almooxo, Chftn, Ediacara, Fabien HÉRY, Jean-Frédéric, Jeantosti, JmCor, Korg, Leag, Ollamh, Pulsar, Raptor-kev, Salsero35, Spedona, Svinels, TED, Totodu74, Vinz1789, 18 modifications anonymes

Corolle *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=55825090> *Contributeurs*: Almooxo, Badmood, David Berardan, Ediacara, Hexa Gône88, Idarvol, Jeantosti, Maikel, Pexego, Poulos, Raptor-kev, Spedona, TED, 3 modifications anonymes

Double fécondation *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=28660225> *Contributeurs*: Badmood, Cehagenmerak, Meszigues, Mmy, Orthank, Phe, QuoiNonne, Shaihlulud, Woww, 6 modifications anonymes

Pollen *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=58951335> *Contributeurs*: Abrahami, Acer11, Achillea, Alamandar, Antimite, Badmood, Bernard Déry, Bob08, Bouba, Bouchecl, Cehagenmerak, Ediacara, Efbé, Eiffele, EnzoMatrix, Fafnir, Gene.arboit, Indyr, Jrcourtois, Lamiot, Laurent, MIRROR, Markadet, Med, Misoco59, Naudié, Neohel, Nguyenld, Orthogaffe, Paupiette149, Phi-Gastrein, Pixeltoo, Rawet05, Salsero35, Schekinov Alexey Victorovich, Sebjarod, Sherwood, Spedona, Speedstick, Spooky, Ssire, Stéphane33, Svannerot, TED, The RedBurn, Tieum, Ton1, Toony, Touriste, Zoolook57, 27 modifications anonymes

Plante *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=59625242> *Contributeurs*: 16@r, A3 nm, Abrahami, Albin, AngelDeFeu, Anthere, Aoineko, Ayin, Badmood, Bapti, Bullot, Bc789, Benjamin, Bernard Déry, Bibi Saint-Pol, Bob08, Cactux, Caerbannog, Callisto, Cehagenmerak, Chandres, Chaoborus, Coyau, David Berardan, David.mitrani, DocteurCosmos, Ediacara, Elapied, En passant, Erasmus, Escaladix, Esprit Fugace, EyOne, Fluti, Follavoine, Frederic, GL, GUIGUIT, Gagea, Gdarin, Ggbb, Greguar, Gribeco, Guilhemf, Hadrien-john-diakonoff, Hashar, Hayastan07, Helldjinn, IALex, Inisheer, JLM, Jeangrg, Jeanot, Jeantosti, Jeffdelonge, Jerome66, Jimm15, Jpm2112, Jrcourtois, Judesbois, Karukera, Kassus, Kelson, Kilom691, Kiwell, Klemen Kocjancic, Korrgan, Kouka, LairepoNite, Laurent Deschodt, Laurent Nguyen, Liné1, Lmaltier, Lomita, Looxix, Loveless, Loïc, Man vy1, Marc Mongenet, Marcoo, Med, Micraira, Micthev, Mikayé, Mirgolth, Moala, Mousse13, Moyogo, Naevus, NicoV, Nicolas de Marqué, Nodet-p, Orthogaffe, Oz, P.B, Padawane, Panoramix, Phe, Piku, Pixeltoo, Qpzm, R4f, Raoulducorbau, Rapcat, Raptor-kev, Remi, Revertor, Ryo, Sam Hocevar, Sebleouf, Shakti, Sherbrooke, Spedona, Sts, TED, Tarquin, Thedreamstree, Traroth, Tristan Liardon, Turb, Valérie75, Vanina82, Vanrechem, Verdy p, Vinenet, Vivarés, Xofc, Zeld, Ziron, Zyzomys, -Pyb, Égoïté, 195 modifications anonymes

Sépale *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=55825266> *Contributeurs*: Abrahami, Almooxo, Am13gore, Chaoborus, Chidori, David Berardan, Ediacara, Numbo3, Patapiou, Raptor-kev, Spedona, TED, Zyzomys, 2 modifications anonymes

Feuille *Source*: <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=59553846> *Contributeurs*: 16@r, Abrahami, Abrisub, Anthere, Arnaud.Serander, Bernard Déry, Bernard Perthuis, BernardM, Bjung, Bouette, Brya, CUSENZA Mario, Callisto, Caton, Cehagenmerak, Channer, Chepy, Claudio007, CommonsDelinker, Cymbella, David Berardan, Dhatier, Ediacara, Eiffele, Enogael, Eurypops, Fafnir, Fueled, FvdP, GML, Gronico, Grook Da Oger, Hashar, Jerome66, Jrcourtois, Kuxu, Lamiot, Liné1, Lithium57, Manuguf, Marc Mongenet, Med, Mirgolth, No-remedy, Nolege, Olivier Hammam, Orthogaffe, Phe, Pixeltoo, Pmx, Pok148, Raoul Deux, Redwan777, Rell Canis, Roukino, RuB, Salsero35, Sam Hocevar, Semicolon, Shakki, Spedona, Stanlekub, Séb, TED, Teuteul, VonTasha, Weft, Yelkrokoyade, Youssefsan, Zubro, 62 modifications anonymes

Source des images, licences et contributeurs

Image:Disambig colour.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Disambig_colour.svg *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* User:Bub's

Fichier:504px-Pinguicula grandiflora 1 web.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:504px-Pinguicula grandiflora 1 web.jpg> *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Denis Barthel, Eugene van der Pijll, Guérin Nicolas, Michau Sm, Nilfanion, Ollin, Orchi, 3 modifications anonymes

Fichier:Hutliaceus.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Hutliaceus.jpg> *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* Conrado

Fichier:US long grain rice.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:US_long_grain_rice.jpg *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Keith Weller

Fichier:Icône botanique01.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Icône_botanique01.png *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Korrigan, MASSON Vincent, Pixeltoo

Image: Icône botanique01.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Icône_botanique01.png *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Korrigan, MASSON Vincent, Pixeltoo

Fichier:Cycle azote fr.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Cycle_azote_fr.svg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* User:Nojhan, User:Nojhan

Fichier:Hemoglobin.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Hemoglobin.jpg> *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Grafite, Habj, Lennert B, Noca2plus, Shizhao

Fichier:cowicon.svg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Cowicon.svg> *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* User:Abu badali

Image:FA Geisenheim22.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:FA_Geisenheim22.jpg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Ies, Überraschungsbilder

Image:Kalanchoe veg.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Kalanchoe_veg.jpg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Havang(nl), Ies, Marshman, Werckmeister, WikipediaMaster

image:pollinisation.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Pollinisation.jpg> *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Evariste, Korrigan, Pabix

Image:Image-Pollination Bee Dandelion Zoom2.JPG *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Image-Pollination_Bee_Dandelion_Zoom2.JPG *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0 *Contributeurs:* user:Guérin Nicolas

Fichier:Question book-4.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Question_book-4.svg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* w:en>User:Tkgd2007Tkgd2007

Fichier:Flower poster 2.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Flower_poster_2.jpg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* User:Alvesgaspar

image:Fleur_de_pommier.JPG *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Fleur_de_pommier.JPG *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* asaphon

image:Illustration Flower anatomy1.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Illustration_Flower_anatomy1.jpg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Chrizz, Ies, Romann

image:Bluete-Schema.svg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Bluete-Schema.svg> *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* User:Petr Dlouhý

Fichier:Schema cycle angiosperme.JPG *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Schema_cycle_angiosperme.JPG *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* Asaphon

Fichier:Pumpkin flower.JPG *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Pumpkin_flower.JPG *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* User:Shizhao

image:Rafflesia sumatra.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Rafflesia_sumatra.jpg *Licence:* Creative Commons Attribution 2.0 *Contributeurs:* ma_suska

image:Titanwurz Wilhelma.JPG *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Titanwurz_Wilhelma.JPG *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Eugene van der Pijll, FxJ, Tbantle

Fichier:Archaeofructus liaoningensis.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Archaeofructus_liaoningensis.jpg *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* User:Shizhao

File:Copal Madagascar - Fleur.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Copal_Madagascar_-_Fleur.jpg *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0 *Contributeurs:* User:Archaeodontosaurus

Fichier:Nuvola apps kuickshow.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Nuvola_apps_kuickshow.png *Licence:* inconnu *Contributeurs:* AVRS, Alphax, Horcha, It Is Me Here, Masayoshi kanbe, Pseudomoi, Rocket000, Terumitsu102, Tilla2501

Image:Heterochlamyde.png *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Heterochlamyde.png> *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* User:Theforgottenpanzer

Image:Homochlamyde.png *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Homochlamyde.png> *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* User:Theforgottenpanzer

Image:Haplochlamyde.png *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Haplochlamyde.png> *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* User:Theforgottenpanzer

Image:Achlamyde.png *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Achlamyde.png> *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* User:Theforgottenpanzer

Image:Amaryllis stigma.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Amaryllis_stigma.jpg *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.1 *Contributeurs:* User:Luis_Fernández_García

Image:Homoph colour.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Homoph_colour.svg *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* User:Bub's

Image:Amaryllis stamens aka.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Amaryllis_stamens_aka.jpg *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* user:Aka

Image:Fleur_de_pommier.JPG *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Fleur_de_pommier.JPG *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* asaphon

Image:Illustration Flower anatomy1.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Illustration_Flower_anatomy1.jpg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Chrizz, Ies, Romann

Image:Mature flower diagram french.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Mature_flower_diagram_french.svg *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* User:Berrucomons, User:LadyofHats

Image:Blütendiagramm Beispiel.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Blütendiagramm_Beispiel.png *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Griensteidl

Image:Geranium-pratense-020906-800-1.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Geranium-pratense-020906-800-1.jpg> *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* User:NaturKamera

Image:Geranium pratense flowerdiagram.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Geranium_pratense_flowerdiagram.png *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Bff, Ies, Mdd

Image:Ranunculus acris1.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Ranunculus_acris1.jpg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Quadell

Image:Gentiana acaulis.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Gentiana_acaulis.jpg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* User:Tigerente

Image:Leucanthemum-vulgare01.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Leucanthemum-vulgare01.jpg> *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* User:Sannse

Image:Rosa canina Vinça.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Rosa_canina_Vinça.jpg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Original uploader was Jeantosti at fr.wikipedia

Image:Cytisus scoparius jfg.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Cytisus_scoparius_jfg.jpg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Original uploader was Jeffdelonge at fr.wikipedia

Image:Matthiola incana0.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Matthiola_incana0.jpg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Panterka, Quadell, Wildfeuer

Image:Lamiastrum galeobdolon.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Lamiastrum_galeobdolon.jpg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* J.F. Gaffard Jeffdelonge at fr.wikipedia

Image:Misc pollen.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Misc_pollen.jpg *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Dartmouth Electron Microscope Facility, Dartmouth College

Image:Biene2-hjf.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Biene2-hjf.jpg> *License:* Public Domain *Contributeurs:* Hans-Joachim Fitting

File:Capteur pollinique de Lille.JPG *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Capteur_pollinique_de_Lille.JPG *License:* Public Domain *Contributeurs:* APPA NPC

File:Zoom sur le capteur pollinique de Lille.JPG *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Zoom_sur_le_capteur_pollinique_de_Lille.JPG *License:* Public Domain *Contributeurs:* APPA NPC

File:Indice pollinique.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Indice_pollinique.jpg *License:* Public Domain *Contributeurs:* APPA NPC

Image:Helianthus annuus pollen 1.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Helianthus_annuus_pollen_1.jpg *License:* Public Domain *Contributeurs:* Beentree, Franz Xaver, Ies, Kilom691, Nowic, Überraschungsbilder, 1 modifications anonymes

Image:Pollen Ricinus communis sanguineus.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Pollen_Ricinus_communis_sanguineus.jpg *License:* Public Domain *Contributeurs:* Angusmclellan, Beentree, Ies, Pixeltoo, Quadell, Überraschungsbilder

Image:Oenothera fruticosa pollen01.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Oenothera_fruticosa_pollen01.jpg *License:* Public Domain *Contributeurs:* Ies, Kilom691, Michau Sm, Nowic, Pixeltoo, Überraschungsbilder

Image:Ipomoea purpurea pollen.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Ipomoea_purpurea_pollen.jpg *License:* Public Domain *Contributeurs:* Ies, Pixeltoo, Quadell, Überraschungsbilder

Fichier:BU Bio5c.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:BU_Bio5c.jpg *License:* inconnu *Contributeurs:* Elapied, Hounkologo, Padawane

Fichier:Recycle002.svg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Recycle002.svg> *License:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* user:bayo

Image:Gtk-dialog-info.svg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Gtk-dialog-info.svg> *License:* GNU Lesser General Public License *Contributeurs:* David Vignoni

Image:Diversity of plants image version 3.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Diversity_of_plants_image_version_3.png *License:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* User:Rkkitko

Image:Wikispecies-logo.svg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Wikispecies-logo.svg> *License:* logo *Contributeurs:* (of code)

Image:Commons-logo.svg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Commons-logo.svg> *License:* logo *Contributeurs:* User:3247, User:Grunt

File:Borassus flabellifer.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Borassus_flabellifer.jpg *License:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* User:Franz Xaver

File:GntTaatiFruit.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:GntTaatiFruit.jpg> *License:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* Original uploader was Gpics at en.wikipedia

File:Turmericroot.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Turmericroot.jpg> *License:* Creative Commons Attribution 3.0 *Contributeurs:* User:Badagnani

File:Starr 050407-6233 Ipomoea batatas.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Starr_050407-6233_Ipomoea_batatas.jpg *License:* Creative Commons Attribution 3.0 *Contributeurs:* Forest & Kim Starr

File:Pandan wangi.JPG *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Pandan_wangi.JPG *License:* Creative Commons Attribution 3.0 *Contributeurs:* User:Midori

image:Petal-sepal.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Petal-sepal.jpg> *License:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* David, Michau Sm, 1 modifications anonymes

Fichier:Citronella mucronata (R. et P.) D. Don (pabloendemico).jpg *Source:* [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Citronella_mucronata_\(R._et_P.\)_D._Don_\(pabloendemico\).jpg](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Citronella_mucronata_(R._et_P.)_D._Don_(pabloendemico).jpg) *License:* Creative Commons Attribution 2.0 *Contributeurs:* pabloendemico

Fichier:Leaf_Diagram_1.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Leaf_Diagram_1.png *License:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* WeFt, 5 modifications anonymes

Fichier:Leaf_Diagram_2.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Leaf_Diagram_2.png *License:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Ggbb, Siebrand, WeFt

Fichier:Feuille_Figure_3.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Feuille_Figure_3.png *License:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Ggbb at fr.wikipedia

Fichier:Feuille_Figure_4.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Feuille_Figure_4.png *License:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Utilisateur:Ggbb

Fichier:Illustration Lamium purpureum0.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Illustration_Lamium_purpureum0.jpg *License:* Public Domain *Contributeurs:* Donarreiskoffer, Orchi, Quadell, Rtc, Selso

Fichier:Quiet Brook in Summer in Connecticut.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Quiet_Brook_in_Summer_in_Connecticut.jpg *License:* Creative Commons Attribution 3.0 *Contributeurs:* User:C.M.C.me

Fichier:Leaf 1 web.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Leaf_1_web.jpg *License:* Public Domain *Contributeurs:* Ies, Ranveig, Red devil 666, Rocket000, WeFt, Überraschungsbilder

Licence

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

www.tunisie-etudes.info

Ce document a été téléchargé depuis
www.tunisie-etudes.info

Des documents gratuits, devoirs, examens, cours, exercices, corrigés... Ainsi que toute une rubrique pour vous aider à trouver un emploi sans oublier les avis de concours en direct

Notre page Twitter :

<http://www.twitter.com/TunisieEtudes>

Notre page FaceBook :

<http://www.facebook.com/TunisieEtudes>

The screenshot shows the homepage of Tunisia-études.info. At the top, there is a navigation bar with the site name 'TUNISIE-ETUDES.INFO' and three menu items: 'Tous les documents', 'BAC', and 'Avis de co'. Below this is a 'Newsflash' section with a blue background and white text, stating: 'Tunisie-etudes.info vous aide dans votre préparation pour le concours de l'ENA. Documents de préparation pour le concours national tunisien de l'ENA'. A 'Home' button is visible below the newsflash. On the left side, there is a 'Main Menu' with a list of links: Home, News, Web Links, Documents, Primaire, Collège, Secondaire, and Supérieur. The main content area features a 'BIENVENUE SUR TUNISIE-ETUDES.INFO' section with a sub-heading 'Avis de concours', written by 'Administrateur' on 'Mercredi, 20 Janvier 2010 08:47'. The text in this section reads: 'Accéder aux derniers avis de concours publier par les entreprises tunisiennes au jour le jour directement sur votre site' and includes a link 'Avis de concours en direct'. At the bottom of this section, there are links for 'Accès aux documents' and 'Retrouvez nous sur FaceBook'.

Merci d'avoir choisi www.tunisie-etudes.info
Bonne lecture et bon travail

www.tunisie-etudes.info – www.algointro.info