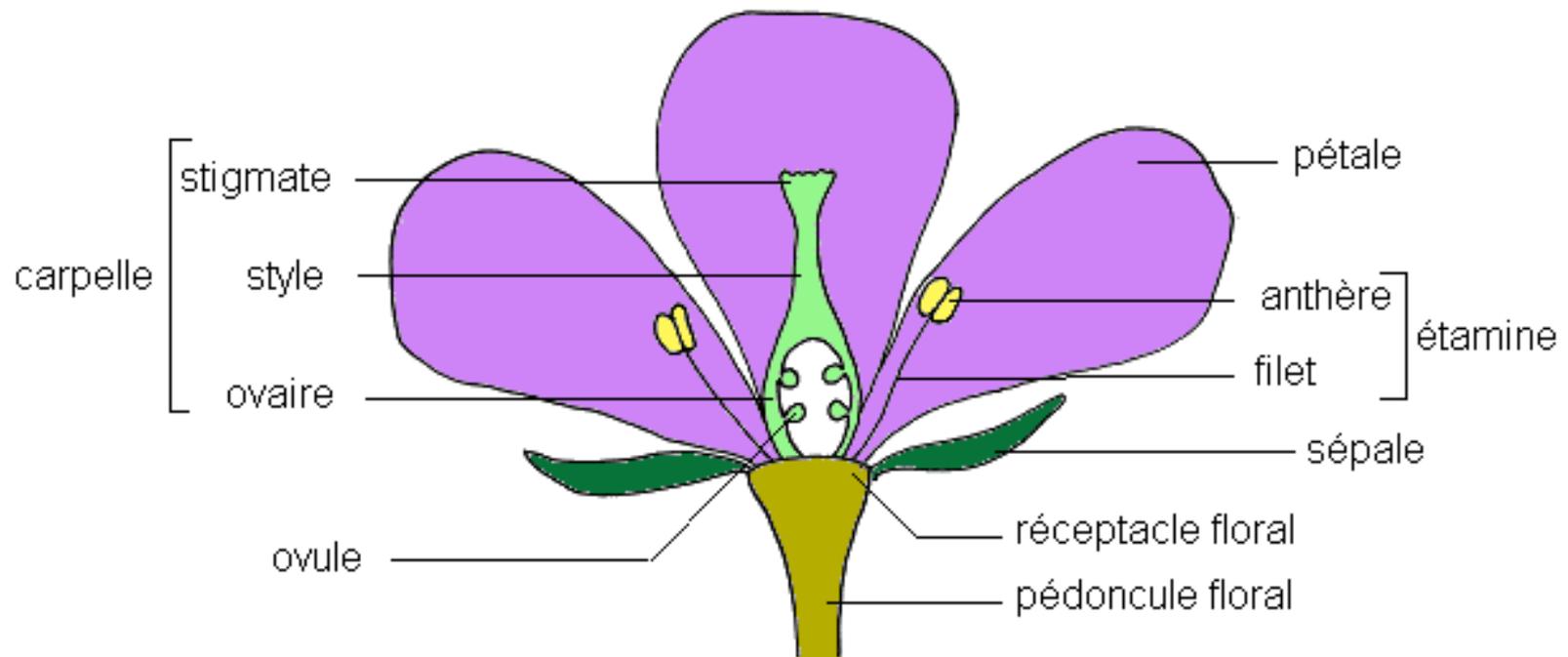


# **TP 03. L'organisation des Angiospermes et leur reproduction sexuée**

**Chapitre 01. Les relations entre organisation et  
mode de vie chez les plantes à fleurs**

# Organisation florale



# Organisation florale

Une fleur complète est formée de 4 verticilles (cercles) de pièces florales, qui sont, de l'extérieur vers l'intérieur :

- Le **calice** : ensemble des **sépales**.
- La **corolle** : ensemble des **pétales**.
- L'**androcée** : appareil reproducteur mâle de la fleur, il est formé par les **étamines**.
- Le **gynécée** : appareil reproducteur femelle de la fleur, il est formé du **pistil**.

# objectifs du TP

MAIS ON VA TOUT FAIRE A L'ENVERS

L'objectif de ce TP est de comprendre :

- comment est contrôlée génétiquement l'organisation florale
- comment cette organisation permet le rapprochement des gamètes entre plantes fixées → approche type ECE !!!

# Productions attendues

- un diagramme floral justifié par votre dissection, accompagnée du collage des pièces « explosées ».
- **Un rendu type ECE pour l'exercice demandé.**
- Un tableau décrivant le contrôle génétique de l'organisation florale(EM),
- Un schéma décrivant le rôle des animaux pollinisateurs dans la reproduction sexuée des plantes à fleurs(EM).

# Pour cela :

- Se familiariser avec l'anatomie florale en réalisant la dissection d'une fleur et en traduisant vos observations sous la forme d'un diagramme floral. (un peu moins d'**1h**)
- Travailler sur un exercice type ECE : étape 1 (**10min**)
- Réaliser le reste de l'ECE sur la fleur de début d'heure(une partie de la manip est déjà réalisée!) (45minutes)
- EM : Mettre en évidence les relations entre une plante et un animal pollinisateur sous forme d'un schéma(20 minutes) et expliquer l'origine génétique de l'organisation florale en verticilles.(25minutes)

# Matériel à votre disposition

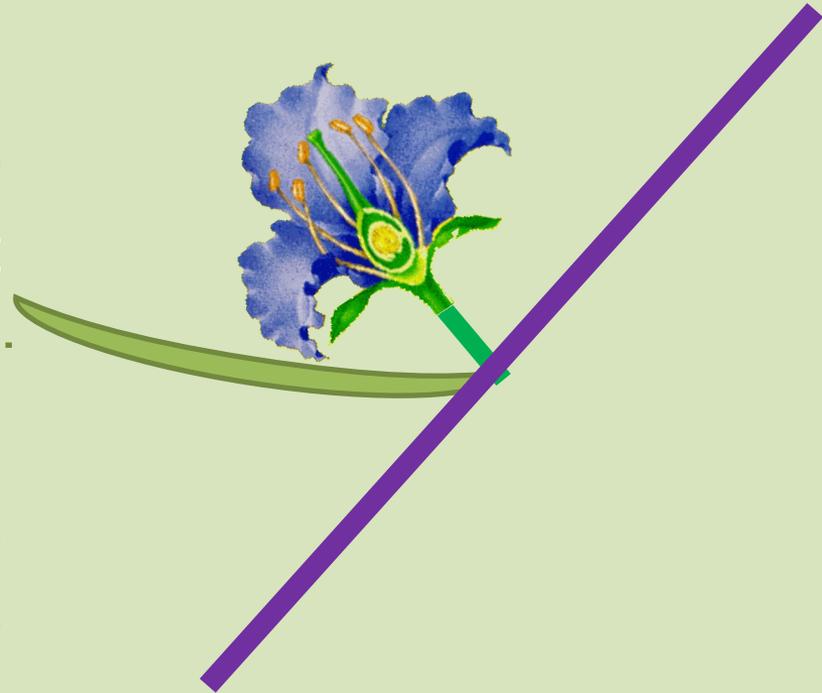
- Une fleur
- Une pince et un scalpel et une loupe binoculaire.
- Un protocole pour réaliser un diagramme floral
- Une feuille blanche cartonnée, du scotch double face, un peu de sable très fin ou poudre de craie.
- Même fichier : Une pdf décrivant des mutants de l'organisation florale et un pdf décrivant les relations entre plantes et pollinisateurs

# **Le diagramme floral...**

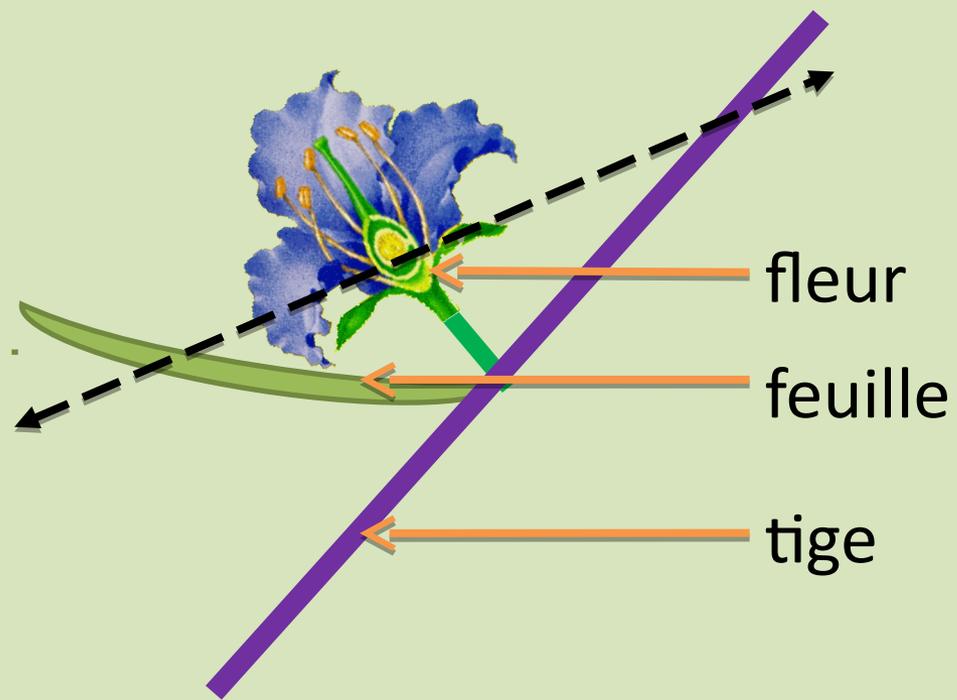
# Réaliser un diagramme floral

Une fleur est issue du développement d'un bourgeon floral. Elle est portée par un pédoncule insérée à l'aisselle d'une feuille (la bractée), et l'ensemble est relié à une tige.

Les caractères morphologiques, le nombre et les relations entre les pièces florales varient d'une espèce à l'autre.



# Réaliser un diagramme floral



# fleur de pomme de terre



# Diagramme florale de la fleur de pomme de terre

dissection réalisée

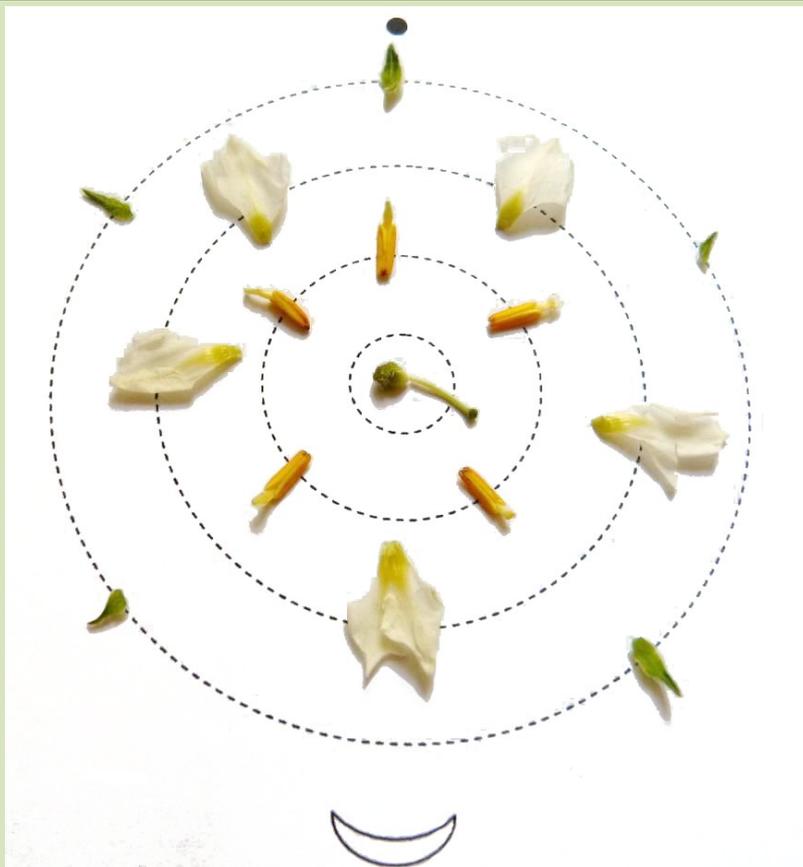
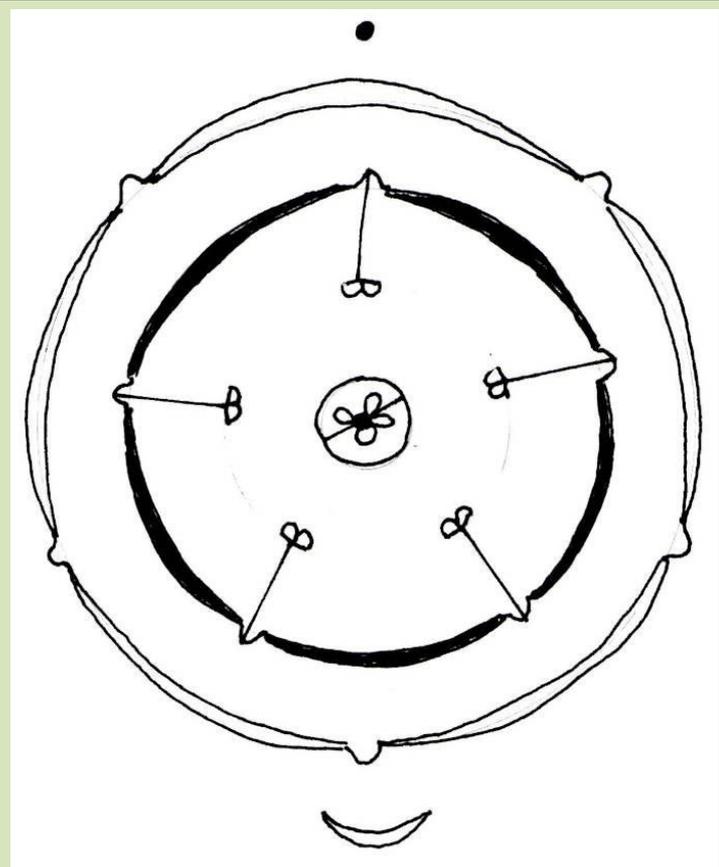
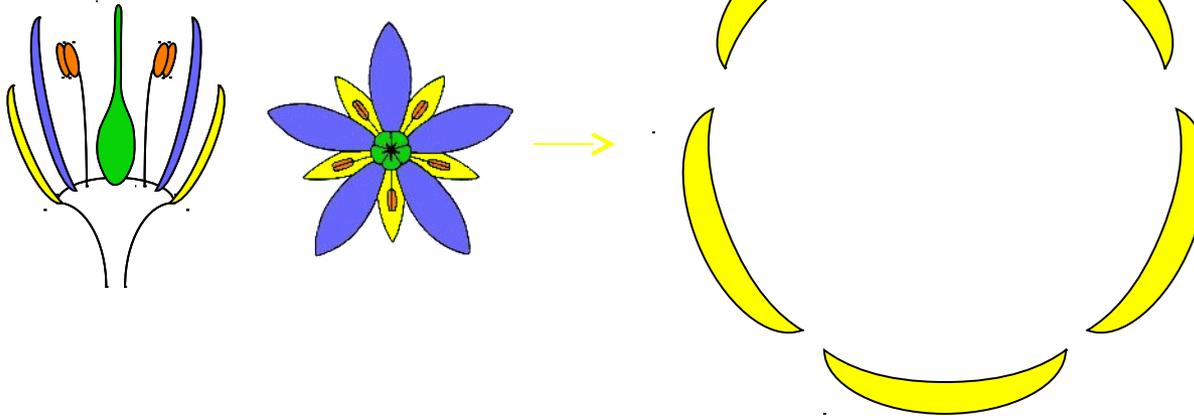


diagramme floral



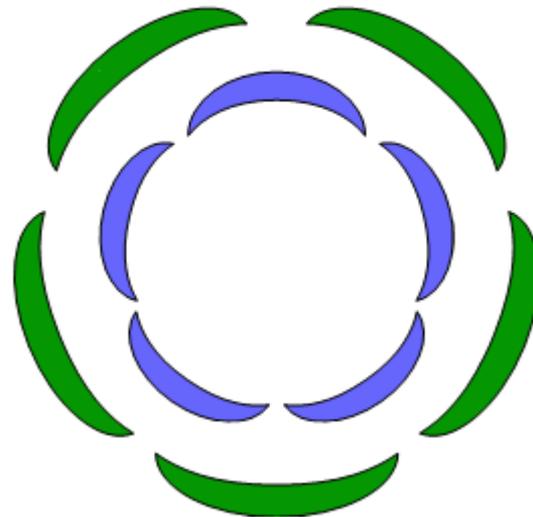
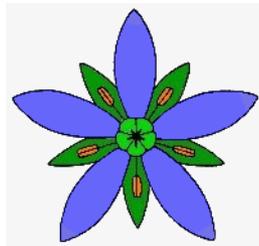
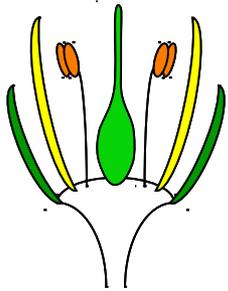
# Construction du diagramme

1) Le CALICE = l'ensemble des sépales



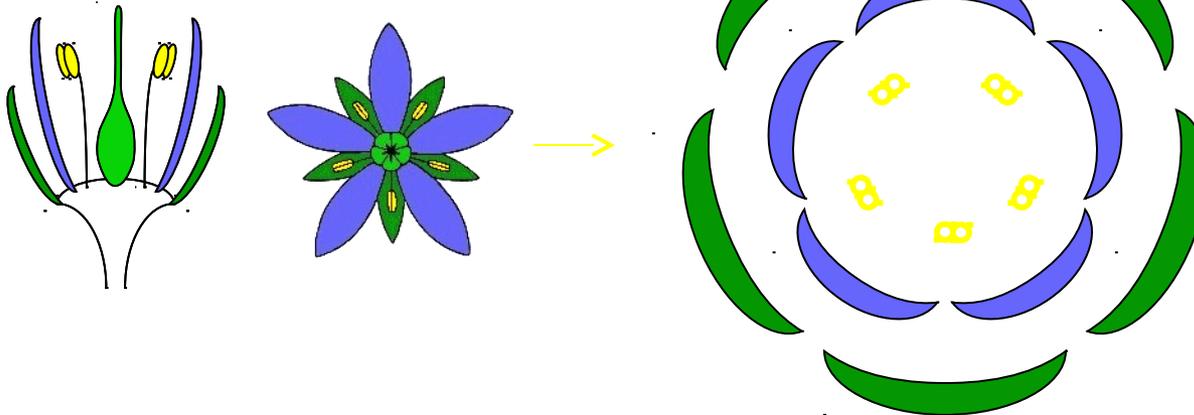
2) La COROLLE

= l'ensemble des pétales

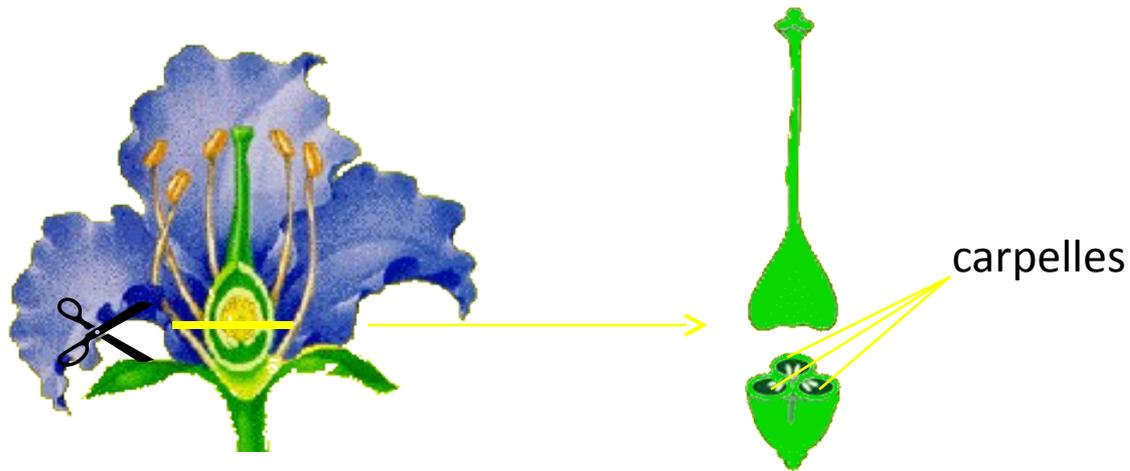


### 3) L'ANDROCÉE

= l'ensemble des étamines

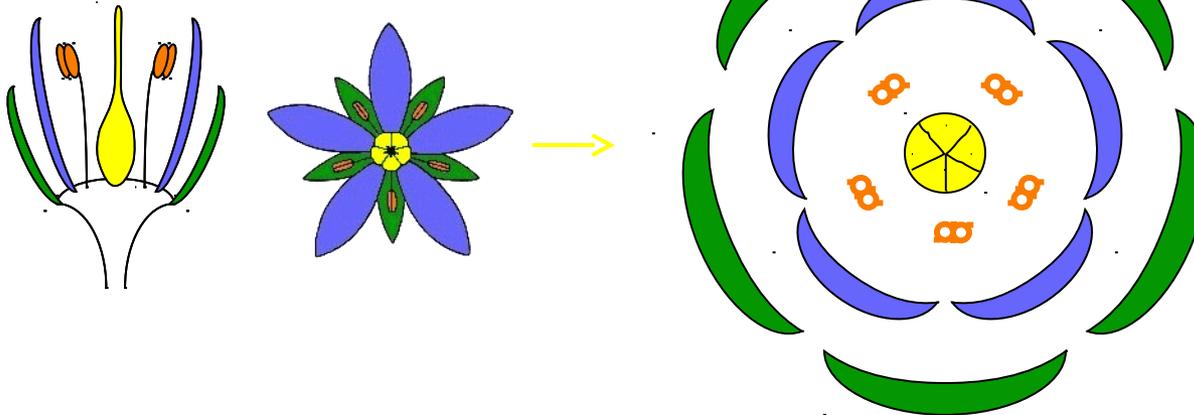


Le pistil est composé de carpelles contenant les ovules : utiliser éventuellement la loupe.

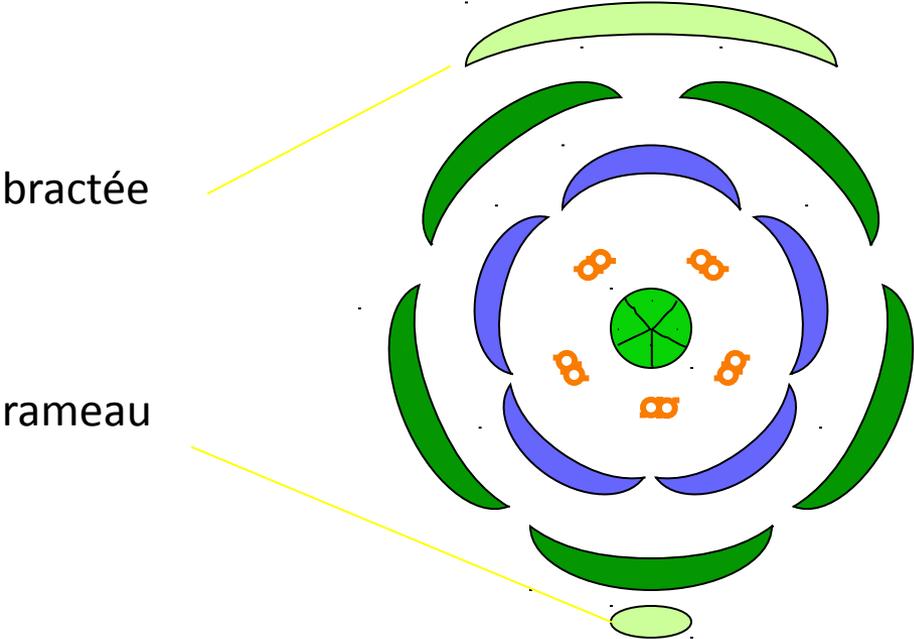


4) Le GYNÉCÉE  
(ou pistil)

= l'ensemble des carpelles

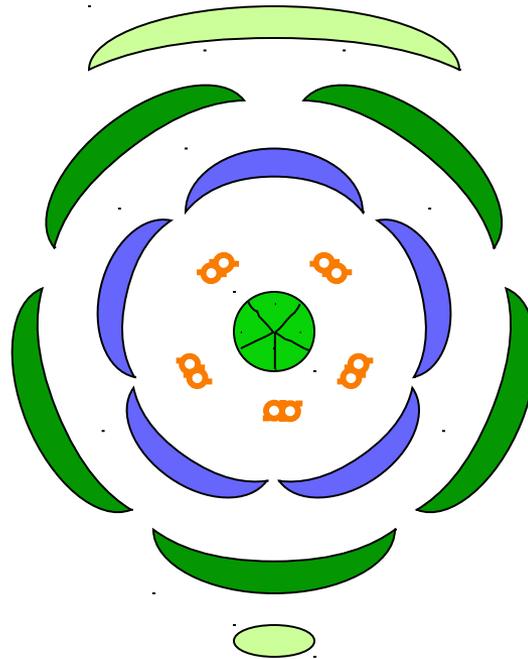


Le diagramme est complété avec la bractée et le rameau :



Notez, d'un verticille à l'autre,...

...la constance  
du nombre  
de pièces  
florales (5)



...l'alternance  
des pièces  
florales



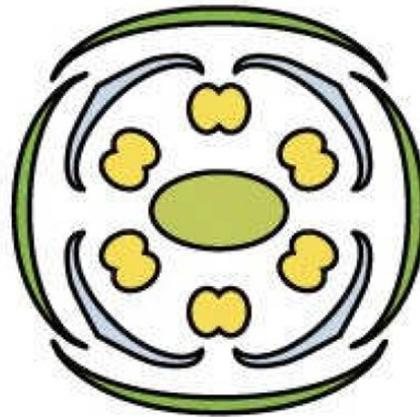
**Le contrôle génétique...**

**3 diapos suivantes et  
deux flashs situés dans le  
dossier « doc  
mutations... »**

image

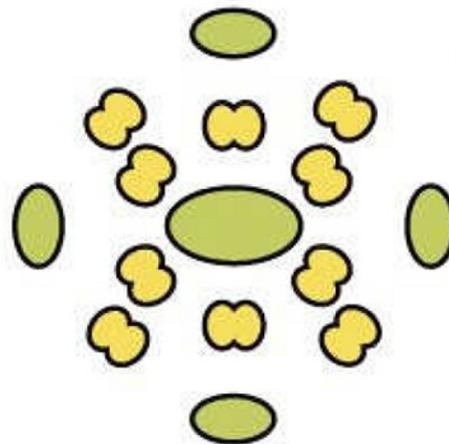


Diagramme floral

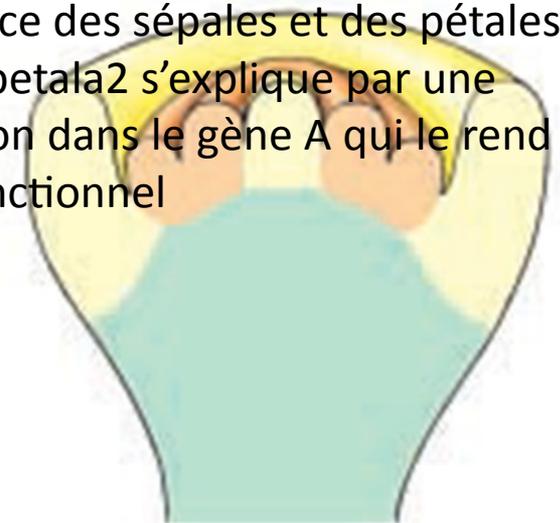


Pour le mutant Apetala2, on observe que le nucléotide n°55 C du gène A de la fleur normale a été remplacé par un T : c'est une mutation par substitution d'un seul nucléotide. Il n'y a pas de différences dans les séquences nucléotidiques des gènes B et C par rapport à l'individu normal.

## Exemple de mutant de classe A



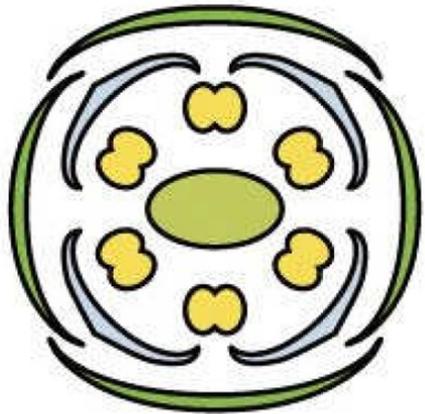
L'absence des sépales et des pétales chez Apetala2 s'explique par une mutation dans le gène A qui le rend non fonctionnel



image

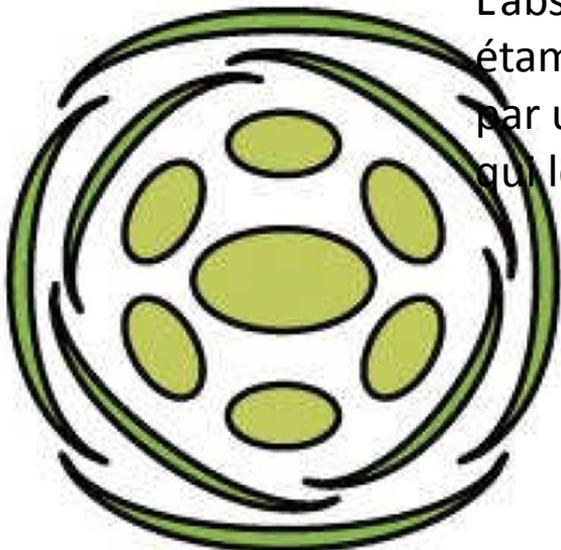


Diagramme floral



• Pour le mutant Pistillata, on observe que le nucléotide n°149 C du gène B de la fleur normale a été remplacé par un T : c'est une mutation par substitution d'un seul nucléotide. Il n'y a pas de différences dans les séquences nucléotidiques des gènes A et C par rapport à l'individu normal. ⤴

**Exemple de mutant de classe B**

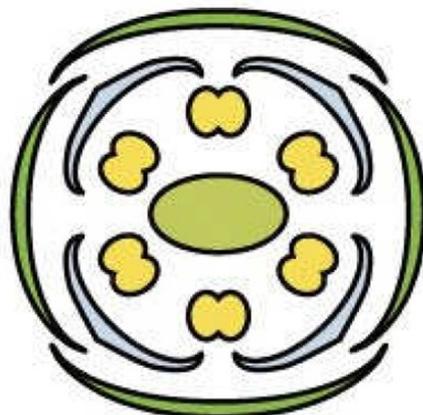


L'absence des pétales et des étamines chez Pistillata s'explique par une mutation dans le gène B qui le rend non fonctionnel

image



Diagramme floral

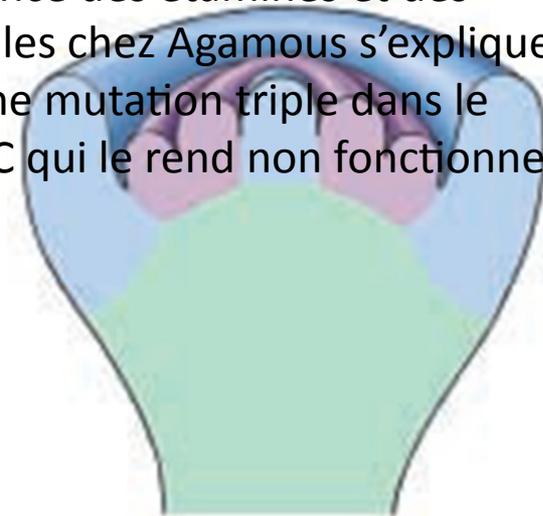
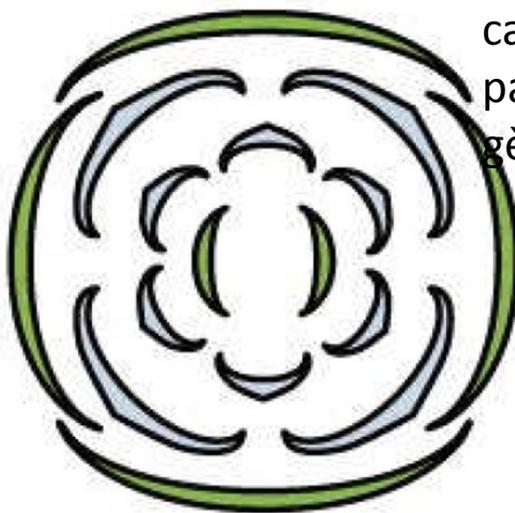


• Pour le mutant Agamous, on observe que les nucléotides n°530 à 531 TGC du gène C de la fleur normale ont été remplacés par AAT : c'est une mutation par substitution de 3 nucléotides.

Il n'y a pas de différences dans les séquences nucléotidiques des gènes A et B par rapport à l'individu normal. ⤴

L'absence des étamines et des carpelles chez Agamous s'explique par une mutation triple dans le gène C qui le rend non fonctionnel.

## Exemple de mutant de classe C



**La pollinisation...**

**De la fleur au fruit...**

# La pollinisation, comment ça marche ?

Comment le pollen est-il transporté d'une fleur à une autre ? Les scientifiques ont mis en évidence plusieurs moyens qui assurent sa dispersion et ainsi la pollinisation des plantes.

## AU FIL DE L'EAU



La **pollinisation hydrogame, ou hydrogamie**, est assurée par des courants d'eau qui transportent le pollen. Elle se rencontre chez quelques plantes à fleurs aquatiques.

## LORSQUE LE VENT SOUFFLE

La **pollinisation anémogame, ou anémogamie**, est assurée par le vent. Cette stratégie implique la production d'une grande quantité de grains de pollen adaptés au transport aérien. Les sacs de pollen sont portés à l'extérieur de la plante par un pédoncule très souple (le filet) ce qui leur confère une grande sensibilité au moindre souffle d'air. Par exemple : les graminées (poacées), les chatons du bouleau...

GRAMINÉES (POACÉES)



## LE SAVIEZ-VOUS ?

### Le rhume des foins

La pollinisation par le vent nécessite la production d'une grande quantité de pollen pour qu'un grain de pollen rencontre une autre fleur au hasard du transport aérien. Le pollen des plantes anémogames est ainsi responsable des « rhumes de foins », autrement dit de rhinites allergiques. Ces pollens peuvent provenir d'arbres (bouleau, noisetier, cyprès...), de poacées (foin, plantain...) ou d'autres plantes (ortie, armoise...)



ESPECE D'ENTOMOGAME, VA !

CE N'EST PAS UNE INSULTE ! ENTOMOGAME VEUT DIRE INSECTE ET GAME, UNION. L'ENTOMOGAMIE, C'EST LE TRANSPORT PAR UN INSECTE DE POLLEN ET L'UNION DE CE POLLEN AVEC UNE AUTRE FLEUR. COFF !



ABELLE DOMESTIQUE (APIA MELLIFERA) SUR UN CIRSE



## À « DOS » DE BÊTE

La **pollinisation zoogame** est assurée essentiellement par les insectes, on parle alors d'entomogamie, et plus rarement par des oiseaux et des mammifères (chauves-souris). C'est en recherchant de la nourriture (nectar, pollen), un abri ou un partenaire que ces animaux pollinisent involontairement les fleurs.

COLIBRI BUTINANT UN RINCE-BOUTEILLES

## LE SAVIEZ-VOUS ?

### Toutes les plantes sont-elles pollinisées ?

La pollinisation est le mode de reproduction privilégié des plantes à graines qui regroupent les gymnospermes, chez lesquelles les graines sont nues (ex : ginkgo, cycas, sapin, pin, if, mélèze...), et les angiospermes, chez lesquelles la graine est dans un fruit (ex : blé, maïs, tulipe, orchidée, pâquerette, pommier, cerisier, sauge...). La plupart des gymnospermes sont anémogames. L'entomogamie se rencontre principalement chez les angiospermes.

# Insectes pollinisateurs, qui êtes-vous ?

Ce sont surtout les insectes qui assurent le transport du pollen. Mais qui sont les insectes pollinisateurs ? Comment les différencier les uns des autres ? Et tous les insectes qui fréquentent les fleurs sont-ils des pollinisateurs ?



ABEILLES, BOURDONS ET AUTRES HYMÉNOPTÈRES



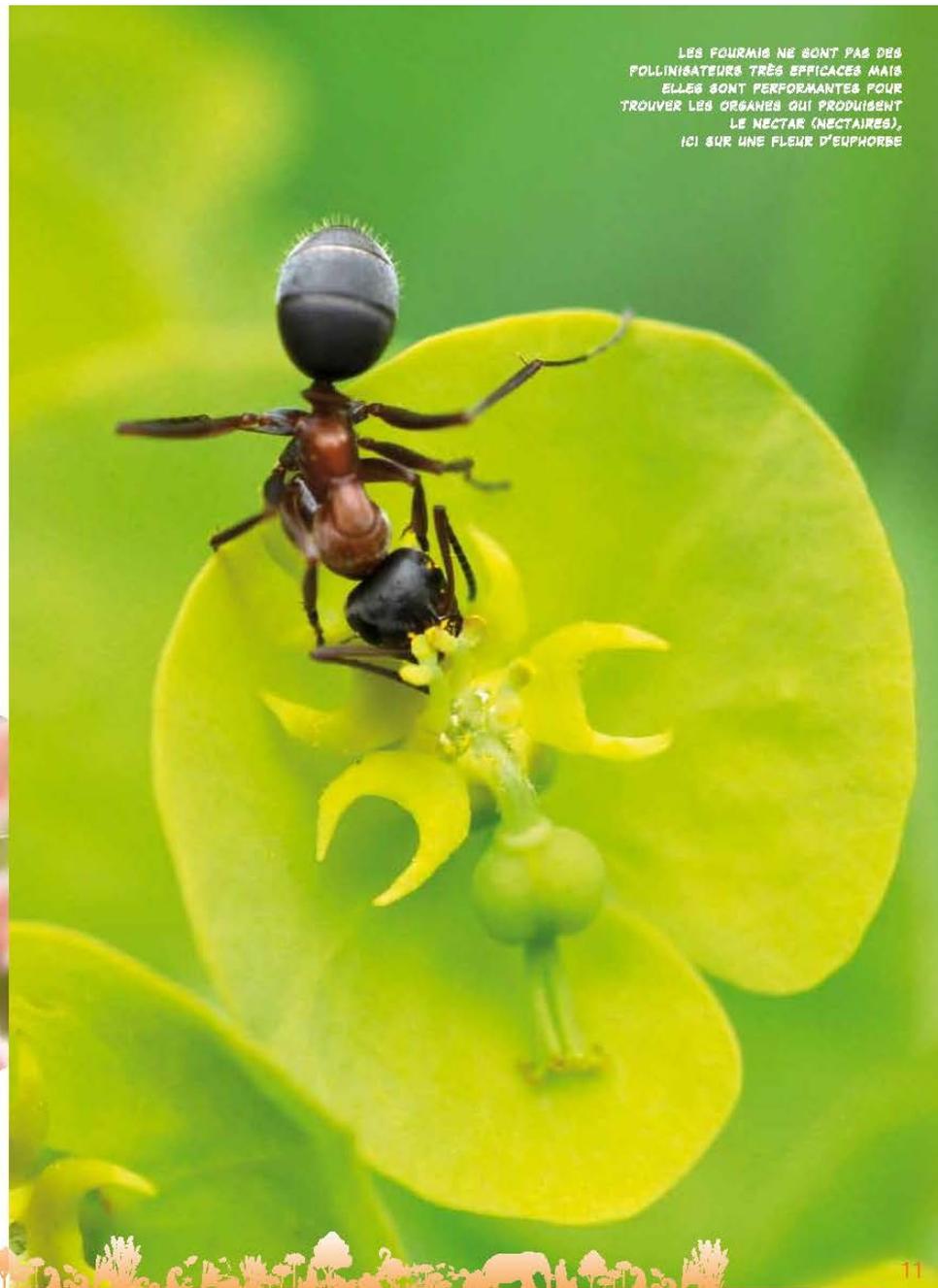
À GAUCHE : ABEILLE CHARPENTIERE (XYLOCOPA VIOLACEA) SUR UNE CAMPANULE  
À DROITE : BOURDON (BOMBUS SP.) SUR UNE CORONILLE

Les hyménoptères regroupent en particulier les abeilles, les bourdons, les guêpes, les fourmis, soit près de 280 000 espèces dans le monde dont 8 000 en France métropolitaine. Ces insectes se caractérisent par deux paires d'ailes membraneuses (absentes chez les fourmis ouvrières mais visibles chez les reines et les mâles en période de reproduction). Parmi les pollinisateurs les plus connus, il y a l'abeille domestique, productrice de miel. Mais cela ne doit pas masquer la grande diversité des abeilles sauvages qui jouent un rôle fondamental dans la reproduction des plantes avec près de 1 000 espèces différentes en métropole ! Les guêpes et les fourmis apprécient aussi le nectar. Les hyménoptères, abeilles et bourdons en particulier, sont parmi les pollinisateurs les plus efficaces.



ABEILLE SAUVAGE (FAMILLE DES HALICTIDAE) SUR UNE JOUBARBE

LES FOURMIS NE SONT PAS DES POLLINISATEURS TRÈS EFFICACES MAIS ELLES SONT PERFORMANTES POUR TROUVER LES ORGANES QUI PRODUISENT LE NECTAR (NECTAIRES), ICI SUR UNE FLEUR D'EUPHORBIE



Insectes pollinisateurs, qui êtes-vous ?

**DE FLORICOLE À POLLINISATEUR ET INVERSEMENT**

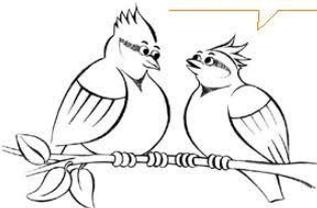
Il n'est pas toujours simple, même pour les spécialistes, de déterminer si un insecte posé sur une fleur va jouer un rôle dans la pollinisation. On distingue, en effet, les insectes floricoles des insectes pollinisateurs. Ainsi, tous les insectes qui fréquentent les fleurs pour se nourrir de nectar et/ou de pollen sont dits floricoles. Ce faisant, en passant d'une fleur à une autre, certains insectes transportent involontairement du pollen et assurent ainsi la pollinisation. On peut alors les qualifier de pollinisateurs.

Un même insecte peut être pollinisateur d'une espèce de plante et

floricole pour une autre. C'est le cas, par exemple, du bourdon terrestre (*Bombus terrestris*) qui

STOP ! ILS M'EMBROUILLENT AVEC LEURS FLORICOLES ET POLLINISATEURS.

THI N'AS QU'À RETENIR QUE TOUS LES POLLINISATEURS SONT DES FLORICOLES MAIS QUE TOUS LES FLORICOLES NE SONT PAS DES POLLINISATEURS !



visite de nombreuses fleurs. Comme sa langue est courte, il ne peut pas accéder au nectar de certaines fleurs trop profondes. Il lui arrive donc de « tricher » en faisant un trou à la base de la fleur pour prélever le nectar. Dans ce cas, il n'assure plus la pollinisation puisqu'il n'est pas en contact avec les étamines et le pistil ! Il n'est plus qu'un floricole.

En outre, une espèce d'insecte peut passer de pollinisateur à floricole et inversement en fonction des conditions environnementales. C'est le cas du syrphe ceinturé, une petite mouche colorée comme une guêpe, qui est plus ou moins efficace pour assurer la pollinisation du colza.

À faible densité, l'espèce n'est pas très efficace car elle a un petit corps et peu de poils... À des densités intermédiaires, les syrphes fournissent un service de pollinisation non négligeable. À forte densité, ils redeviennent plus floricoles que pollinisateurs car, comme ils se nourrissent de pollen, ils en mangent plus qu'ils n'en transportent !

SYRPHÉ CEINTURÉ (EPISYRPHUS BALTEATUS) SUR UN COSMOS



GRAND BOMBYLE (BOMBYLIUS MAJOR) SUR DU LIERRE RAMPANT



CI-CONTRE : MOUCHE COUVERTE DE POLLEN SUR UN EUPHORBE

**SYRPHES, MOUCHES, BOMBYLES ET AUTRES DIPTÈRES**

Les diptères se caractérisent par le fait que la deuxième paire d'ailes est remplacée par des balanciers, organes qui interviennent comme des stabilisateurs du vol. Nous en connaissons 140 000 espèces dans le monde dont 8 000 en France métropolitaine. Parmi les espèces de diptères floricoles, on retrouve les syrphes qui ressemblent pour certains à de petites guêpes et sont capables de faire du vol sur place. Ils se nourrissent de pollen et/ou de nectar avec une trompe adaptée à leur régime alimentaire. Les diptères jouent probablement un rôle important pour la pollinisation des petites fleurs, peu attractives pour les gros pollinisateurs.

ÉRISTALE GLUANTE (ERISTALIS TENAX) SUR UN PRUNUS



Insectes pollinisateurs,  
qui êtes-vous ?

## LE SAVIEZ-VOUS ?

### Pollinisation et alimentation

La survie de plus de 70 % à 80 % des plantes à fleurs (angiospermes) dans le monde dépend directement de la pollinisation par les insectes. Par ailleurs, 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.

Cette dépendance existe pour la production de fruits (tomates, courges, arbres fruitiers...) et pour la production de graines (carottes, oignons...). Elle touche une majorité d'espèces productrices de denrées coûteuses. Enfin, certaines cultures ne dépendent pas des insectes, en particulier le blé, le maïs et le riz.

TRICHIE  
COMMUNE  
(TRICHIUS  
ROSACEUS)  
SUR UNE  
FLEUR D'ARUM



OEDÈMÈRE NOBLE  
(OEDEMEIRA NOBILIS)  
SUR UN ASTER



CÉTOINE DORÉE  
(CETONIA AURATA)  
SUR UNE INFLORESCENCE  
DE VIOIRNE OBIER

UNE ABEILLE DOMESTIQUE  
(APIS MELLIFERA) ET UN  
BOURDON TERRESTRE  
(BOMBUS TERRESTRIS) SUR  
UNE INFLORESCENCE  
D'OIGNON



UN BOURDON  
TERRESTRE  
ET UNE ABEILLE  
DOMESTIQUE  
SE CROISENT  
À L'ENTRÉE  
D'UNE FLEUR  
DE COURGE



## CÉTOINES ET AUTRES COLÉOPTÈRES

Les coléoptères, littéralement « ailes dans un étui », sont des insectes qui se distinguent par leurs ailes antérieures dures et rigides appelées élytres. Elles forment une carapace qui protège l'abdomen et les ailes postérieures membranées. Parmi les 300 000 espèces dans le monde, dont 10 000 en France métropolitaine, on rencontre de nombreuses espèces floricoles, comme la cétoine dorée, la trichie commune ou l'oedémère noble. Les coléoptères consomment souvent les étamines et le pollen : ils sont généralement des pollinisateurs peu efficaces par rapport aux autres groupes d'insectes floricoles. Il faut pourtant noter que les premiers insectes pollinisateurs connus, il y a 200 millions d'années, étaient de petits coléoptères qui fréquentaient des cycas.

Insectes pollinisateurs,  
qui êtes-vous ?



PETIT COLLIER ARGENTE  
(GLOSSIANA BELENE)  
SUR UNE LAVANDE RAMPANTE

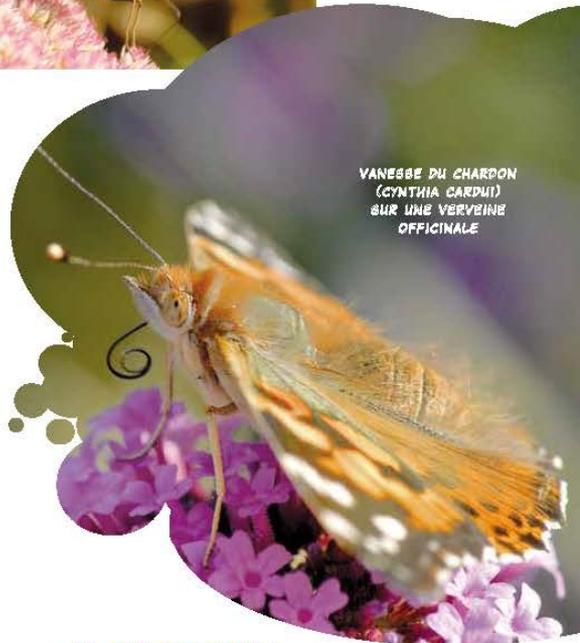


PAPILLONS (LÉPIDOPTÈRES)



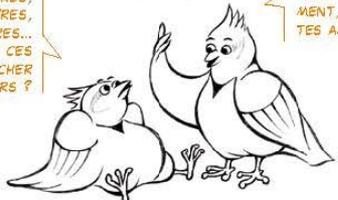
À GAUCHE : FLAMBE  
(IPHICLIDES PODALIRIUS)  
SUR UNE LAVANDE  
À DROITE : PAON DU JOUR  
(INACHIS IO)

Les papillons, ou lépidoptères, sont certainement les insectes qui fascinent le plus. On en connaît plus de 160 000 espèces dans le monde dont 5 200 en France métropolitaine. Cela dit, les plus connus sont les papillons dits « de jour » qui ne comprennent que 250 espèces en métropole. Les autres espèces, souvent plus discrètes, sont dites « de nuit » même si certaines vivent le jour. La plupart des espèces de papillons fréquentent les fleurs dont elles récoltent le nectar avec leur longue trompe qui est enroulée en spirale au repos.



VANESSE DU CHARDON  
(CYNTHIA CARDUI)  
SUR UNE VERVEINE  
OFFICINALE

HYMÉNOPTÈRES,  
COLÉOPTÈRES,  
LÉPIDOPTÈRES...  
C'EST QUOI CES  
NOMS À COUCHER  
DEHORS ?



PAS FACILE, JE TE L'ACCORDE.  
MAIS AVEC UN PEU D'ENTRAÎNE-  
MENT, TU POURRAS IMPRESSIONNER  
TES AMIS OU TA FAMILLE !

# Plantes à fleurs et pollinisateurs: pas l'un sans l'autre

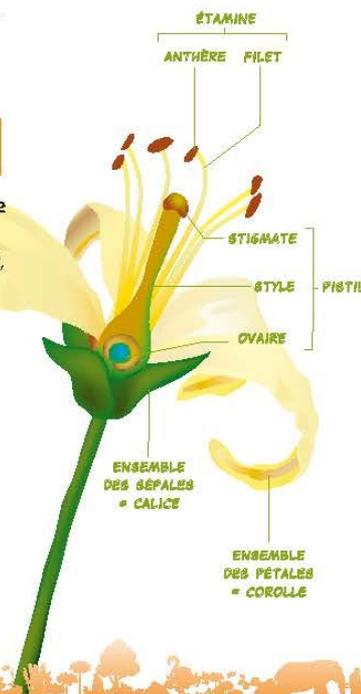
Comment ne pas s'émerveiller devant la diversité des fleurs (formes, coloris, odeurs...) dans son jardin ou dans un parc public. Mais quelles relations entretiennent les plantes à fleurs et les insectes pollinisateurs ?



FLEUR DE GERANIUM SAUVAGE (GERANIUM SP.)

**LA FLEUR, UNE CARACTÉRISTIQUE DES PLANTES... À FLEURS !**

**La fleur est une caractéristique des angiospermes** (cf. p.9, *Le saviez-vous ?*). Il s'agit d'une structure complexe dans laquelle les organes reproducteurs mâles, les étamines, et femelles, le pistil, sont regroupés et entourés de pièces enveloppantes. Les étamines fabriquent le pollen tandis que le pistil est composé d'un stigmate, sur lequel va se fixer le pollen, et d'un ovaire contenant le ou les ovules. Les premières fleurs fossiles connues datent du début du Crétacé, il y a environ 125 millions d'années. Les espèces se sont ensuite diversifiées rapidement. Les angiospermes dominent aujourd'hui largement la flore dans le monde entier avec environ 250.000 espèces, soit 70% des végétaux connus.



FLEUR À SYMÉTRIE RADIALE: JOUBARBE (HEMIPERVIUM SP.)

**COULEUR, FORME, ODEUR : LES CLEFS DE LA SÉDUCTION**

**Les insectes sont attirés par les couleurs des fleurs mais ne les perçoivent pas de la même manière que nous.** La forme générale d'une fleur et les informations portées par le découpage et l'ornementation des pétales constituent d'autres signaux attractifs. De façon générale, on distingue les fleurs à symétrie radiale, qui permettent diverses positions et attirent de nombreux insectes, et les fleurs à symétrie bilatérale qui portent plus d'informations pour le positionnement de l'insecte et sont généralement associées à un plus petit nombre d'insectes floricoles. Les pétales sont également ornements de lignes, de taches, de points qui servent à guider l'insecte vers le nectar ; on parle d'ailleurs de guides nectarifères. Enfin, les insectes sont attirés par l'odeur des fleurs qui peut être agréable ou désagréable à nos sens. C'est la conjugaison de ces facteurs qui attire tel ou tel pollinisateur.



FLEUR À SYMÉTRIE BILATÉRALE: CYMBALARIA DES MURAILLES (CYMBALARIA MURALIS)

Plantes à fleurs et pollinisateurs : pas l'un sans l'autre

LE POLLINISATEUR EST SOUVENT RÉCOMPENSÉ...

Les signaux d'une fleur (couleur, forme, odeur...) sont d'autant plus attractifs pour les pollinisateurs qu'ils annoncent une récompense qui est, le plus souvent, de la nourriture pour l'insecte ou sa progéniture :

- le nectar, un liquide riche en sucres contenant également des acides aminés, des protéines, des vitamines. Il est produit par des tissus sécréteurs appelés nectaires ;
- le pollen est lui très riche en protéines et en sucres mais contient également des vitamines, des lipides...

...ET PARFOIS TROMPÉ PAR LA FLEUR



UNE OPHRYS BÉCASSE (OPHRYS SCOLOPAX)

Certaines fleurs proposent des signaux qui annoncent une récompense mais l'insecte repart finalement bredouille.

Ainsi, certaines plantes ont des fleurs sans nectar qui imitent, par la couleur et l'odeur, les fleurs d'autres espèces qui sont, elles, nectarifères ! Les orchidées du genre *Ophrys* ont développé une autre stratégie : elles ne produisent pas de nectar mais chaque espèce attire le mâle d'une espèce d'abeille sauvage en mimant la forme, les motifs mais aussi l'odeur (phéromones) de sa femelle. Le mâle tente alors de s'accoupler et repart avec des sacs de pollen fixés sur la tête ou l'abdomen. Il va tenter de s'accoupler avec d'autres fleurs et assurera ainsi la

pollinisation. Ces *Ophrys* ont des floraisons précoces qui correspondent à la période d'édosion de jeunes abeilles mâles peu expérimentées. En effet, après quelques accouplements déçus, et surtout avec l'arrivée des femelles, ceux-ci ne visiteront plus ces fleurs à promesses non tenues !

Dans d'autres cas, les pollinisateurs sont piégés. Chez l'arum d'Italie, par exemple, l'inflorescence dégage une odeur d'excréments qui attire de petites mouches. Le piègeage dans la partie basale de la fleur (voir photos) se déroule en plusieurs étapes. Au final, les insectes sont piégés pendant environ 24 h avant d'être libérés (porteurs de pollen) et attirés par une autre inflorescence qu'ils polliniseront !



INFLORESCENCE D'ARUM D'ITALIE (ARUM ITALICUM) ET GROS PLAN SUR L'INTÉRIEUR DE LA PARTIE BASALE OÙ LES INSECTES SONT PIÉGÉS ENVIRON 24H



DEUX ESPÈCES DE COLEOPTÈRES (EN HAUT MALACHIUS SP. ET EN BAS RHAGOZYCHA FULVA) SUR UNE INFLORESCENCE D'OMBELLIFÈRE (STRATÉGIE GÉNÉRALISTE)

CHACUN SA STRATÉGIE POUR ASSURER LA POLLINISATION

Pour assurer la pollinisation, les stratégies observées chez les plantes sont diverses. Prenons deux exemples.

• **La stratégie généraliste** : faire venir le plus d'espèces d'insectes possible pour augmenter les chances de se faire visiter par des pollinisateurs efficaces. C'est la stratégie de beaucoup d'ombellifères, auxquelles la carotte appartient. L'inflorescence est constituée d'une multitude de fleurs rassemblées en ombelle, formant ainsi une véritable piste d'atterrissage pour de nombreuses espèces d'insectes, et les ressources de la fleur (pollen et nectar) sont facilement accessibles.

• **La stratégie spécialiste** : restreindre le nombre de visiteurs et s'assurer que celui ou ceux qui viennent assureront la pollinisation. Par exemple, certaines orchidées, comme celles du genre *Platanthera*, se sont spécialisées dans l'attraction des papillons de nuit. Les fleurs sont généralement pâles, blanches ou verdâtres, le nectar est dissimulé dans un long tube étroit, l'éperon, accessible aux longues trompes des papillons. Les étamines et le stigmate sont positionnés de manière à optimiser la pollinisation.

ALORS COMME ÇA, LES PLANTES DISCUTENT DE STRATÉGIES POUR ATTIRER LES INSECTES ? MAIS ELLES NE PARLENT MÊME PAS !



LES CHERCHEURS ESSAIENT DE COMPRENDRE LE MONDE VIVANT ET IDENTIFIENT DES STRATÉGIES QUI SE SONT MISES EN PLACE AU COURS DE L'ÉVOLUTION DES ESPÈCES.