

# THEME 1A - Génétique et évolution

## TP10 - L'organisation de la fleur

La vie fixée implique l'impossibilité de se déplacer pour coloniser un milieu ou pour la reproduction. Les Angiospermes (plantes à fleur) sont parfaitement adaptées à cette contrainte grâce à des structures reproductives telle que la fleur qui est capable de disséminer les gamètes.

### Problèmes posés :

- **Quelles sont les structures présentes dans la fleur et leurs fonctions ?**
- **Quels sont les gènes qui participent au développement et à la structuration de la fleur ?**

### Matériel :

- Echantillons de fleurs (Lis)
- Plaque « Fleurs et Inflorescence d'Arabidopsis » : Sauvage, mutant *apetala*, mutant *agamous*
- Microscope, Lames et Lamelles
- Pincettes, ciseaux, lame de rasoir
- Document 1 à 4



Propositions d'activités	Capacités & <i>Critères de réussite</i>
<p><b><u>Activité 1 : Structure générale de la fleur et dissection florale</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Réalisez la dissection de la fleur</b> proposée afin d'identifier la structure générale et les organes d'une fleur (<b><u>Voir Protocole</u></b>)</li> <li>➤ <b>Réalisez une coupe fine de l'ovaire et observez-la au microscope optique</b></li> <li>➤ <b>Réalisez un prélèvement de grains de pollens et observez-les au microscope optique</b></li> <li>➤ <b>Reportez ces informations sur le <u>schéma bilan proposé</u></b> (s'aider du <b><u>document 1</u></b>)</li> </ul> <p><b><u>Activité 2 : Mise en place d'une fleur et contrôle génétique du développement</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Observez les échantillons sauvages et déterminez la formule florale sauvage d'<i>Arabidopsis thaliana</i>.</b></li> <li>➤ <b>Observez les différents mutants <i>Apetala</i> et <i>Agamous</i> et déterminez les modifications homéotiques qu'ils présentent.</b></li> <li>➤ <b>Utilisez les <u>documents 2 et 3</u> et le site proposé afin de <b>comprendre le fonctionnement du modèle ABC</b></b></li> <li>➤ <b>Utilisez le <u>document 4</u> afin d'identifier l'importance des gènes ABC au sein des Angiospermes.</b></li> <li>➤ <b>Complétez le tableau proposé et reportez-le sur votre schéma bilan.</b></li> </ul> <p><b><u>Rangez le matériel utilisé et fermez la session informatique</u></b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Réaliser une manipulation en suivant un protocole</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Réaliser des observations microscopiques</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Observer à l'œil nu, à la loupe</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Analyser, extraire des informations</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Analyser, extraire des informations</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Gérer le poste de travail</b></p>

## DISSECTION FLORALE et DIAGRAMME FLORAL

### Matériel

#### pour réaliser et observer la dissection

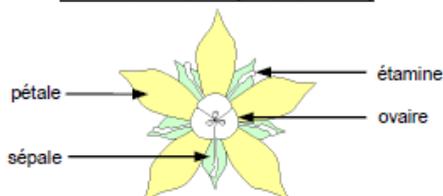
- Une paire de ciseaux fins,
- Un scalpel
- Une paire de pinces fines,
- Une loupe binoculaire avec une source lumineuse

#### pour fixer la préparation

- Du ruban adhésif transparent ou de la colle
- Une feuille de papier

### Réalisation de la dissection florale

Schéma d'une fleur (vue de dessus)



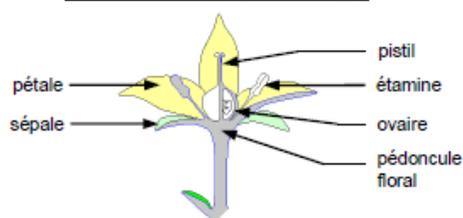
#### 1- Enlever les sépales et les pétales

- A l'aide de ciseaux et de pinces, **ôter** les sépales (pièces florales chlorophylliennes les plus externes).  
 - Puis de la même manière, **ôter** les pétales (pièces florales colorées).  
*(N.B. : Lorsqu'on ne peut distinguer sépale et pétale, on parle de tépale)*

#### 2- Enlever les organes reproducteurs

- **Prélever** à l'aide des pinces l'ensemble des étamines.  
 - Tenir le pistil à l'aide des pinces, puis **couper** délicatement l'ovaire situé à sa base (pédoncule floral).

Schéma d'une fleur (vue en coupe)



#### 3- Observer les organes reproducteurs

- **Observer** le pollen des étamines à la loupe binoculaire. Les étamines sont constituées d'un filet sur lequel est fixé l'anthere (= sac pollinique).  
 - **Ouvrir** l'ovaire à l'aide du scalpel et **observer** les ovules contenus dans les ovaires à la loupe binoculaire.

#### 4- Réaliser un compte-rendu

- **Coller** l'ensemble des pièces florales sur une feuille de papier en respectant l'agencement spatial. **Légender** les pièces florales.

### Réalisation du diagramme floral

Diagramme floral



Il est orienté de telle sorte que l'axe inflorescentiel (symbolisé par un point) soit situé en haut du schéma et la bractée qui axille le pédoncule floral en bas ; le plan constitué par la nervure médiane de la bractée florale et l'axe inflorescentiel est appelé plan floral. Une pièce est dite adossée lorsqu'elle est située entre l'axe floral et l'axe inflorescentiel. Il s'inscrit dans un cercle pour les fleurs actinomorphes ou dans une ellipse pour les fleurs zygomorphes. Il indique : le nombre de pièces par cycle, la disposition des pièces florales, la structure de l'ovaire.

#### Symboles de représentation :

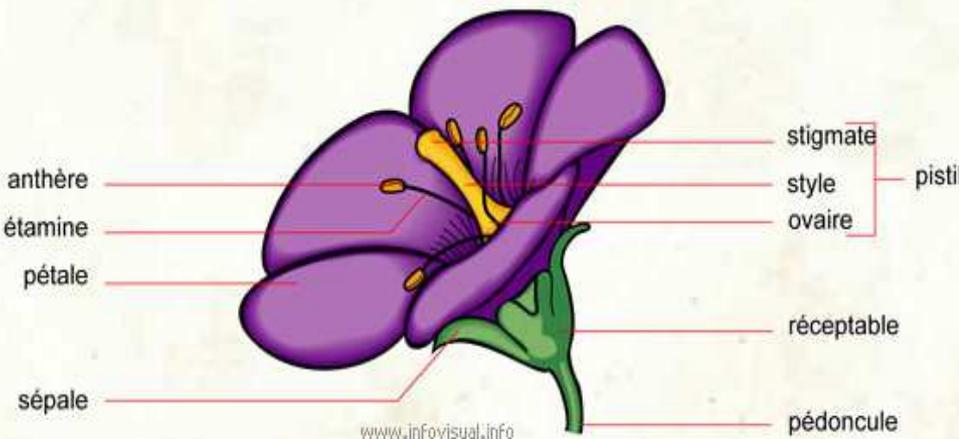
- **croissant ou arc de cercle** pour les bractées, préfeuilles, sépales et pétales ;
- **section transversale d'anthere avec les loges** pour les étamines ;
- **section transversale** du ou des ovaires.
- **une croix** en lieu et place du ou des pièces manquantes (par rapport à une structure florale de référence) ;
- **un trait plein** pour marquer les soudures ;
- **un trait pointillé** pour marquer l'appartenance à un même cycle.

## Document 1 : La fleur des Angiospermes

La fleur est une caractéristique des Angiospermes (également appelé « Plantes à fleurs»). La plupart des fleurs des Angiospermes sont hermaphrodites (à la fois mâles et femelles), ce qui minimise les contraintes de la vie fixée et la difficulté de recherche de partenaire. La fleur est portée par un **pédoncule** (tige) qui est surmonté d'un **réceptacle** floral. La fleur est constituée par un ensemble des organes disposés en cercles concentriques nommés **verticilles**. De l'extérieur vers l'intérieur, on rencontre :

1. le **calice**, formé par l'ensemble des **sépales** (pièces stériles généralement chlorophylliennes) ;
2. la **corolle**, formée par l'ensemble des **pétales** (pièces stériles généralement aux couleurs variées) ; Calice et corolle forment le **périanthe**, enveloppe stérile, qui joue un rôle protecteur pour les pièces fertiles, et attractif pour les animaux pollinisateurs.
3. **l'androcée**, c'est-à-dire l'ensemble des **étamines** (partie mâle), qui produit le pollen. Les étamines sont composés d'une structure reproductrice : **l'anthère** qui est soutenue par un tissu stérile : le **filet**.
4. le **gynécée** ou **pistil**, formé par l'ensemble des **carpelles** (partie femelle). Le pistil est composé d'une partie supérieure : le **stigmate** sur lequel se dépose le grain de pollen. Le **style** est la partie centrale, allongée, qui surmonte **l'ovaire** qui contient les ovules et les gamètes femelles.

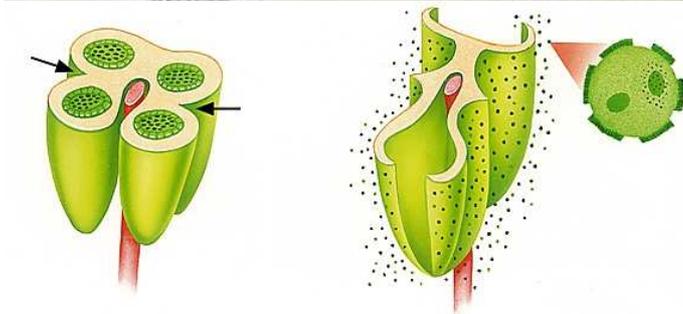
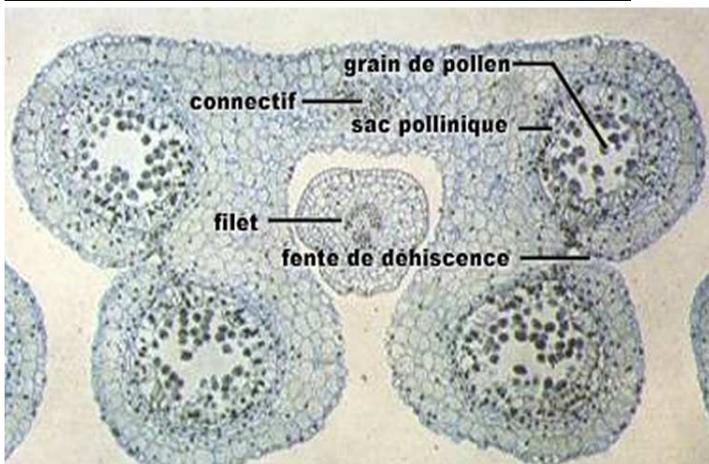
### STRUCTURE D'UNE FLEUR



*Remarque 1 :* la forme, le nombre et la taille des différentes pièces de la fleur sont très variables. Certaines roses présentent plus de 100 pétales. Certaines fleurs présentent des structures « intermédiaires » entre les sépales et les pétales qu'on nomme les tépales.

*Remarque 2 :* il existe certaines plantes comme le pistachier ou le kiwi chez qui les fleurs ne sont pas hermaphrodites : elles sont soit mâles, soit femelles (dioécie). D'autres plantes comme l'avocatier ont des fleurs successivement mâles et femelles, on parle alors d'hermaphrodisme successif.

### Observation d'une anthère de lis (microscope optique)



### Observation d'un ovaire de lis (microscope optique)

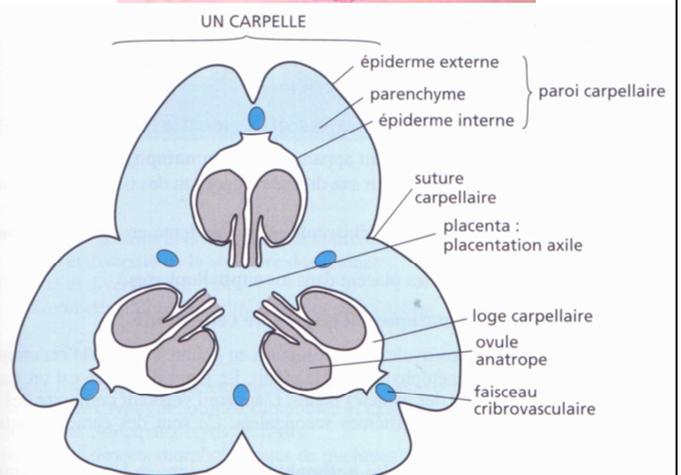
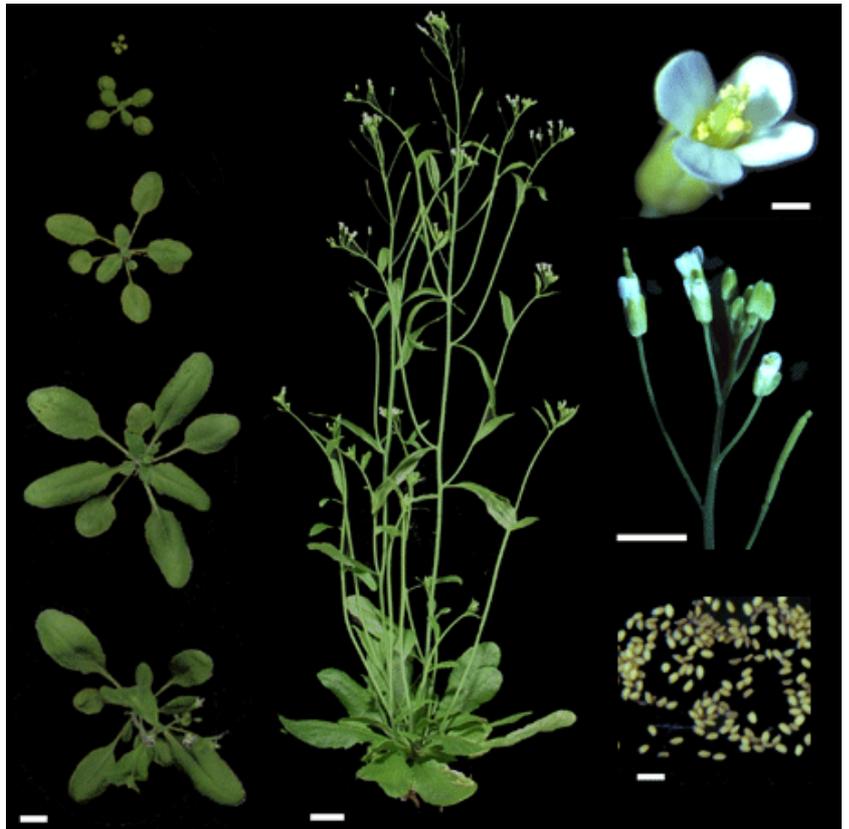


Figure TP11.14 Coupe transversale de l'ovaire de lis.

## Document 2 : *Arabidopsis thaliana* et les caractéristiques de sa fleur

*Arabidopsis thaliana* est une petite plante herbacée qui forme une rosette de feuilles d'une dizaine de centimètre de diamètre (photos à gauche) et des tiges portant les fleurs d'une hauteur d'environ 15 à 40 cm (photo centrale).

Elle fait partie de la famille des Brassicacées (famille des choux, ex-Crucifères) qui est caractérisée par une formule florale « en croix » (voir le placement des pétales sur la photo « vue de dessus »). En effet, la fleur est constituée, de l'extérieur vers l'intérieur, de quatre sépales qui forment le premier verticille, de quatre pétales qui forment le deuxième verticille, de six étamines (organes mâles) qui forment le troisième verticille et de deux carpelles soudés (organes femelles ou pistil) qui forment le quatrième verticille.



A gauche, la plante à l'état végétatif, avant l'apparition de la hampe florale (en bas à gauche). Au centre plante adulte au stade floraison/fructification. A droite, fleur, hampe florale et graines. Les barres blanches représentent 1 cm, sauf dans le cas de la fleur et des graines où elles représentent 1 mm.



Fleur sauvage vue de dessus (observée à la loupe binoculaire) – Barre : 1mm



Fleur sauvage vue de côté (observée à la loupe binoculaire) – Barre : 1mm

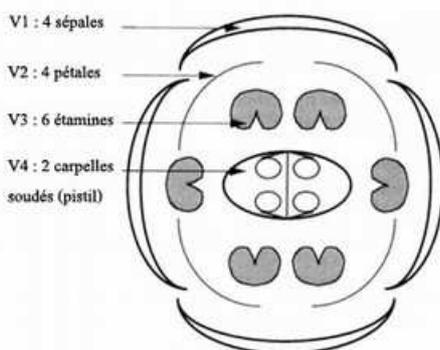
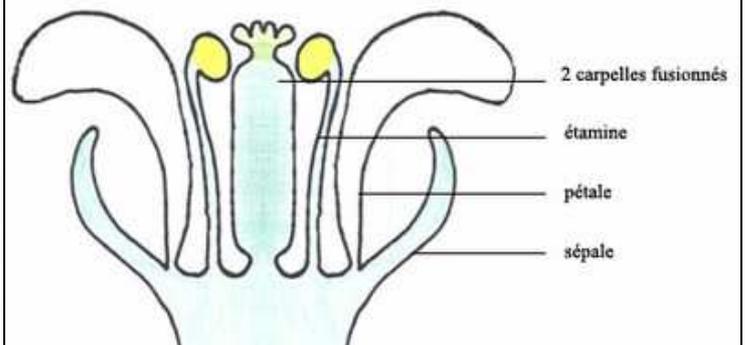


Diagramme floral d'*Arabidopsis thaliana*



Shéma d'une coupe longitudinale de fleur d'*Arabidopsis thaliana*

**Document 3 : Le modèle ABC**

<http://accs.ens-lyon.fr/accs/ressources/dyna/developpement/comprendre/morphogenese-vegetale/morphogenese-florale/le-modele-abc#3->

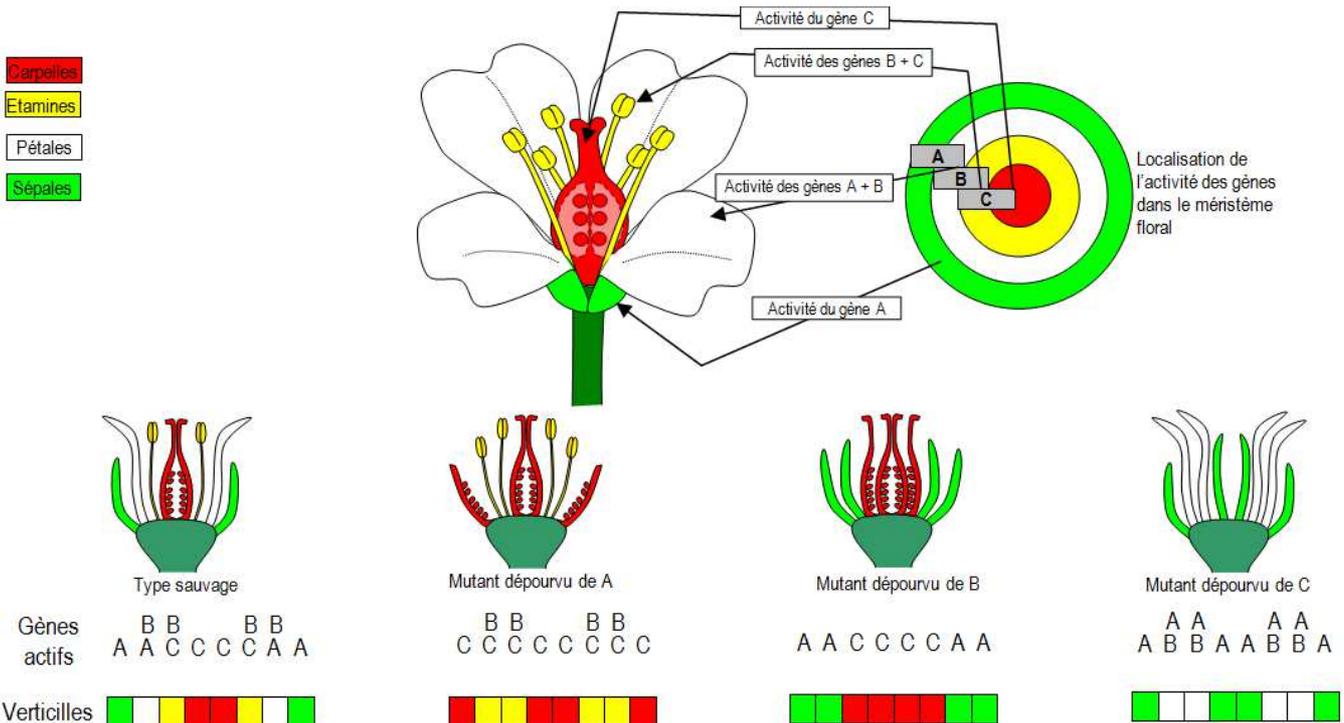
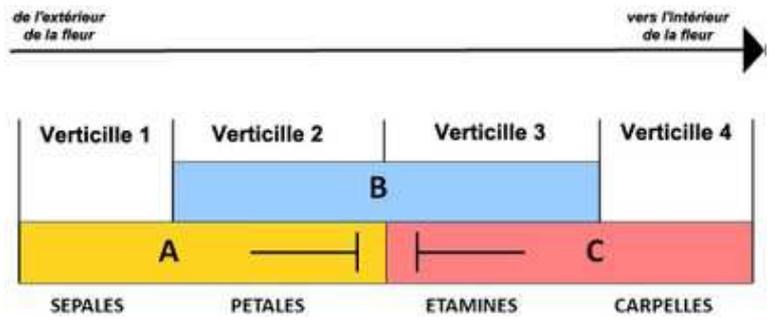
Dans les années 1990, les travaux d'Elliot Meyerowitz ont permis de développer un modèle en génétique végétale : il s'agit de la plante *Arabidopsis thaliana*. Cette plante est de petite taille et très facile à cultiver. Elle est capable de s'autoféconder et il est donc aisé d'obtenir des graines. Un seul pied d'*Arabidopsis* peut produire 200 000 graines !

Depuis les observations du célèbre poète Goethe, botaniste à ses heures, on sait que les éléments qui composent une fleur, aussi colorés et spectaculaires soient-ils, ne sont que des feuilles transformées. Mais quels sont les éléments qui peuvent changer une simple fronde verte en un flamboyant pétale ?

Les pièces florales sont disposées, sur une fleur-type, en quatre cercles concentriques ou verticilles, portant de l'extérieur vers le centre : les sépales, pétales, étamines et carpelles. Des expériences de mutagenèse ont permis d'identifier au moins 3 groupes de mutants homéotiques différents pour la structure de la fleur :

- Les mutants sans sépale et sans pétale (*apetala 1* et *2*)
- Les mutants sans pétale et sans étamine (*pistallata* et *apetala3*)
- Les mutants sans carpelle et sans étamines (*agamous*).

Ces mutants ont permis de comprendre que les **gènes de classe A (APETALA 1 et 2, AP1 - AP2)** induisent seuls la formation des sépales. Mais, combinés aux **gènes de classe B (APETALA3, AP3 ou PISTALLATA, PI)**, les gènes de classe A induisent la formation des pétales. Les gènes de classe B, à leur tour combinés aux **gènes de classe C (AGAMOUS, AG)** produisent les étamines, tandis que les gènes C seuls sont responsables de la formation des carpelles. Ce fonctionnement synergique des gènes du développement floral a été décrit **comme le modèle ABC**. Plus tardivement, il a été découvert que d'autres gènes comme ceux de classe D et E induisent la formation des ovules.



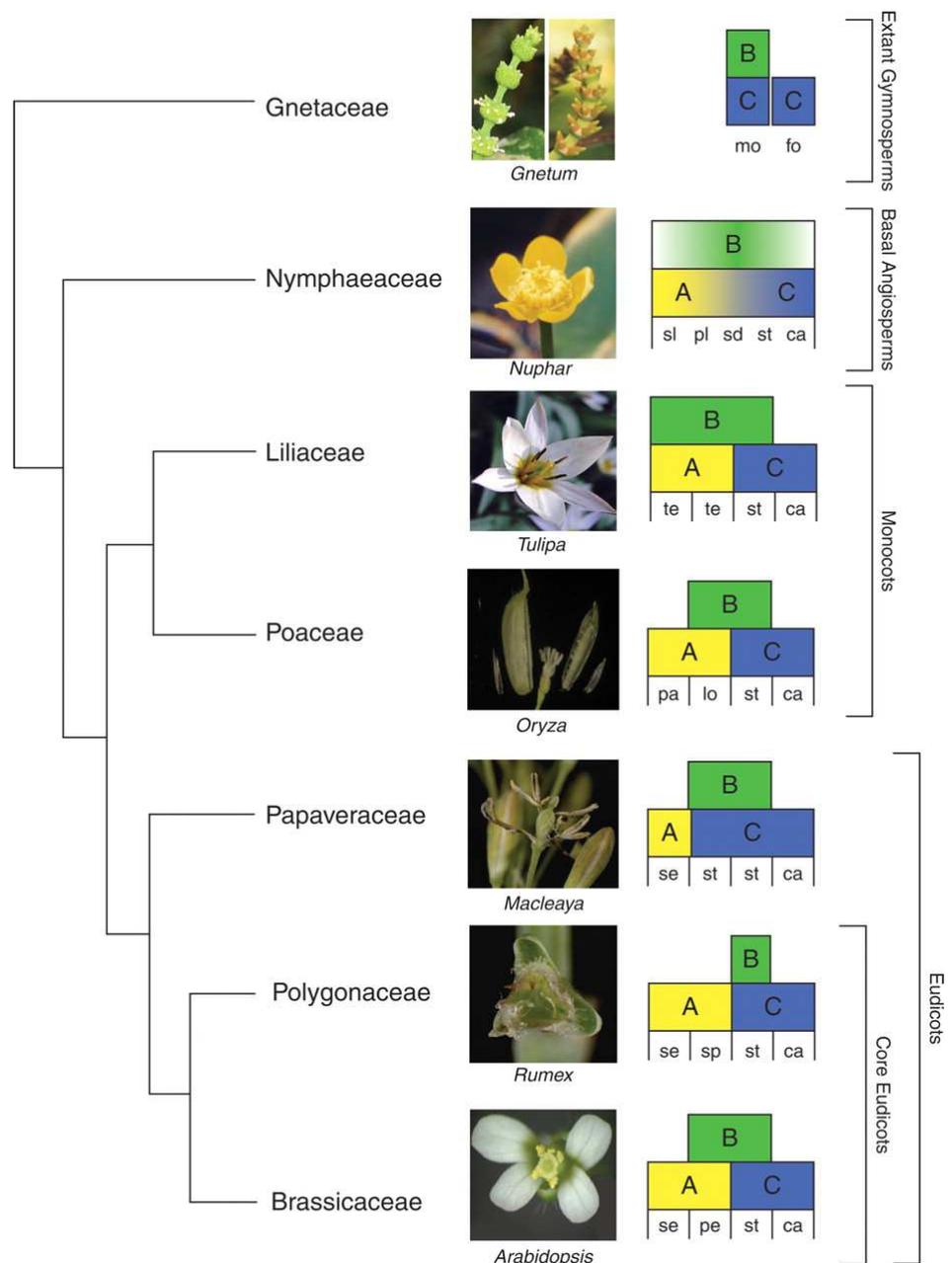
## Document 4 : Le modèle ABC dans les différentes familles végétales

Le modèle ABC est particulièrement intéressant dans la mesure où il a pu être transposé à de très nombreuses familles végétales. En effet, les gènes de classe B et C ont été identifiés chez les Gymnospermes (pins, sapins, gnetum ...). Ils sont impliqués dans la mise en place des organes mâles (mo : male organs) et des organes femelles (fo : female organs). Il semble que ces gènes homéotiques soient issus d'évènements de duplication géniques (à la suite de crossing over inégaux).

Chez les angiospermes « basales » telles que les nymphéacées, on constate la présence des gènes de classe A. Ils sont à l'origine de la production de structures de type tépales (structures intermédiaires entre les sépales et les pétales) certains étant plus proches des sépales (tépalos sépaloides) ou des pétales (tépalos pétaloïdes). Les ancêtres de ces végétaux sont ceux chez qui les étamines (st : stamens) et les carpelles (ca : carpels) sont apparus.

On remarque que le territoire d'expression des gènes de classe A, B et C contribue ensuite à modifier. Ce modèle permet de comprendre que les Liliacées (les lis) sont pourvus de tépales (intermédiaire entre les pétales et les sépales) à la suite d'une extension du territoire d'expression des gènes de classe B. Les verticilles extérieurs qui sont habituellement sépales (uniquement A) sont transformés en tépales par l'activité des gènes de classe B.

[Source : Thiessen & Melzer, « Molecular mechanisms underlying origine and diversification of the Angiosperms. Annals of Botany, 2007 <http://aob.oxfordjournals.org/content/100/3/603.full>]



### LEXIQUE

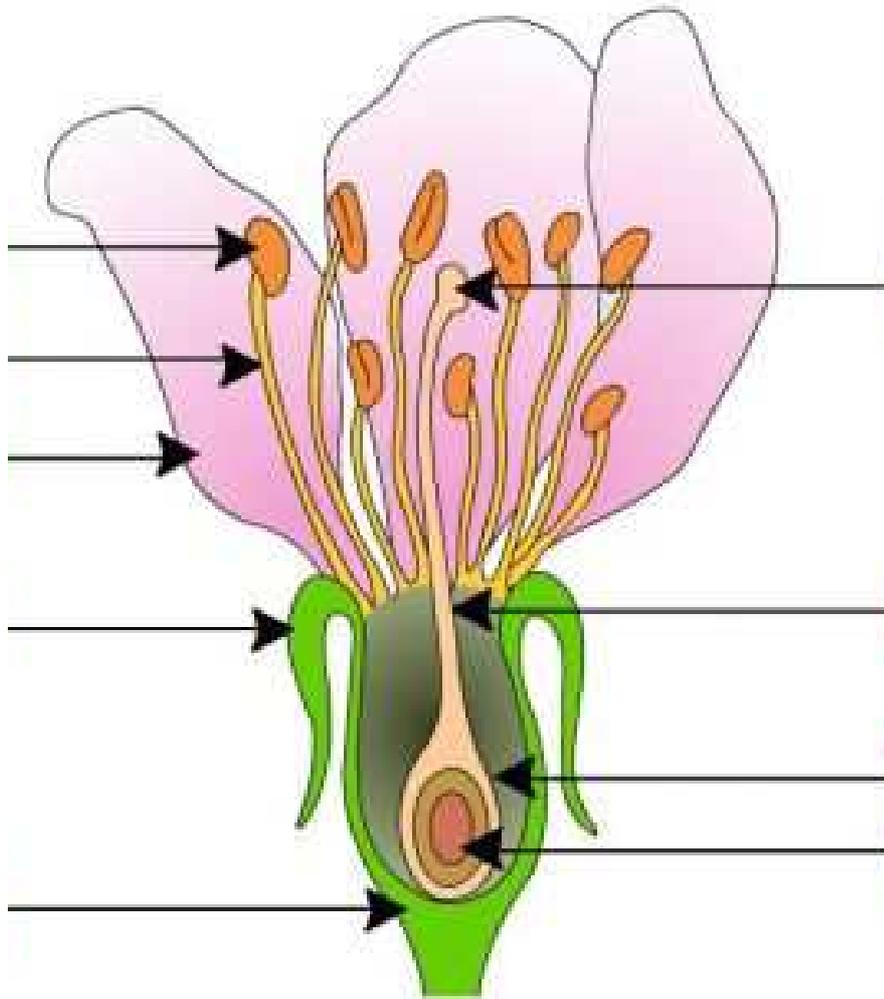
Tépales sépaloides = les pétales et les sépales sont identiques, et ressemblent à des sépales.

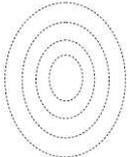
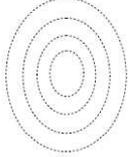
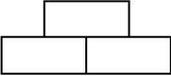
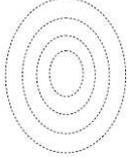
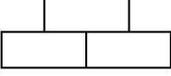
Tépales pétaloïdes = les pétales et les sépales sont identiques, et ressemblent à des pétales.

Glumelles = paire de pièces foliacées qui se trouvent à la base des axes floraux des épis de blé (Poacées). Elles ont pour fonction de protéger la fleur.

Lodicules = enveloppe intérieure de la fleur de Graminées.

Pétales sépaloides = les pétales ressemblent à des sépales par sa forme ou sa couleur.



	Phénotype	Verticilles				Diagramme floral	Expression des gènes affectés dans la fleur	Nom des gènes pouvant être affectés
		V1	V2	V3	V4			
Fleur sauvage		Se	Pe	Et	Ca			
Mutant Classe A								
Mutant Classe B								
Mutant Classe C	