

Concepts scientifiques pour l'établissement des nouvelles classifications

1 SYSTÉMATIQUE ET CLASSIFICATION

1.1 Quelques définitions

1.2 Les objectifs de la classification

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.1 Importance de la notion de taxon (groupe) monophylétique

2.2 Comment se construit une phylogénie ?

2.3 Construction d'une classification sur une base phylogénétique

2.4 Exemple de l'Angiosperm Phylogeny Group 2003



UNIVERSITÉ
PARIS-SUD 11



1 SYSTÉMATIQUE ET CLASSIFICATION

1.1 Quelques définitions

➤ Qu'est ce que la systématique ?

"Science qui s'intéresse à la diversité des organismes. Elle implique la découverte, la description et l'interprétation de la diversité biologique."

"Étude de la diversité du monde vivant. Elle envisage les variations qui permettent de distinguer des catégories d'individus, mais aussi les causes et les conséquences de ces variations."

"Étude des types d'organismes et de leur diversité, ainsi que de toutes les relations existantes entre eux."

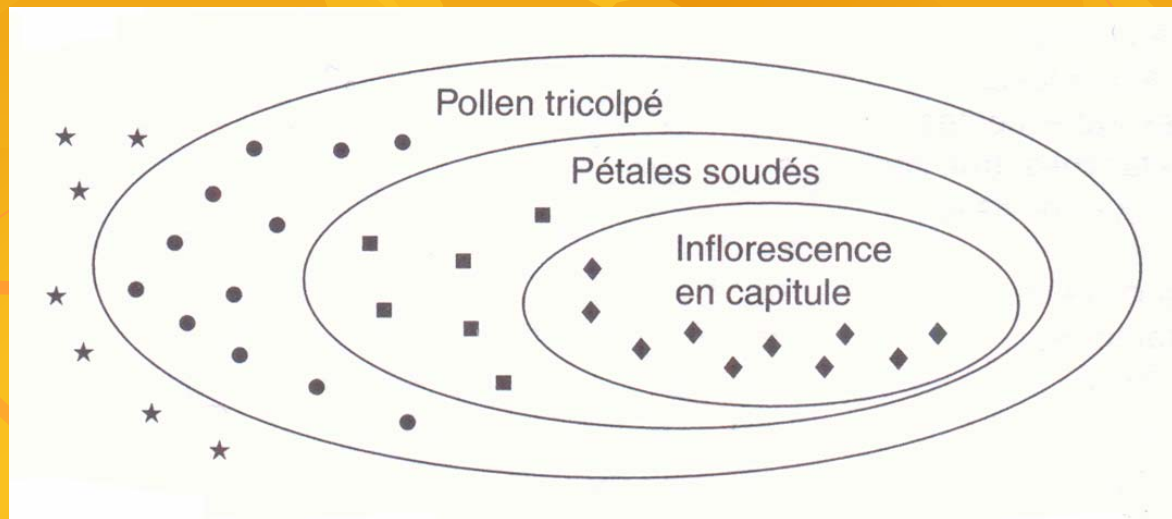
➤ La classification : une résultante de la systématique ?

1 SYSTÉMATIQUE ET CLASSIFICATION

1.2 Les objectifs de la classification

➤ La systématique en pratique

Elle se traduit par la réunion des individus en groupes, ceux-ci étant eux mêmes réunis en groupes de plus en plus vastes pour englober la totalité du monde vivant connu.

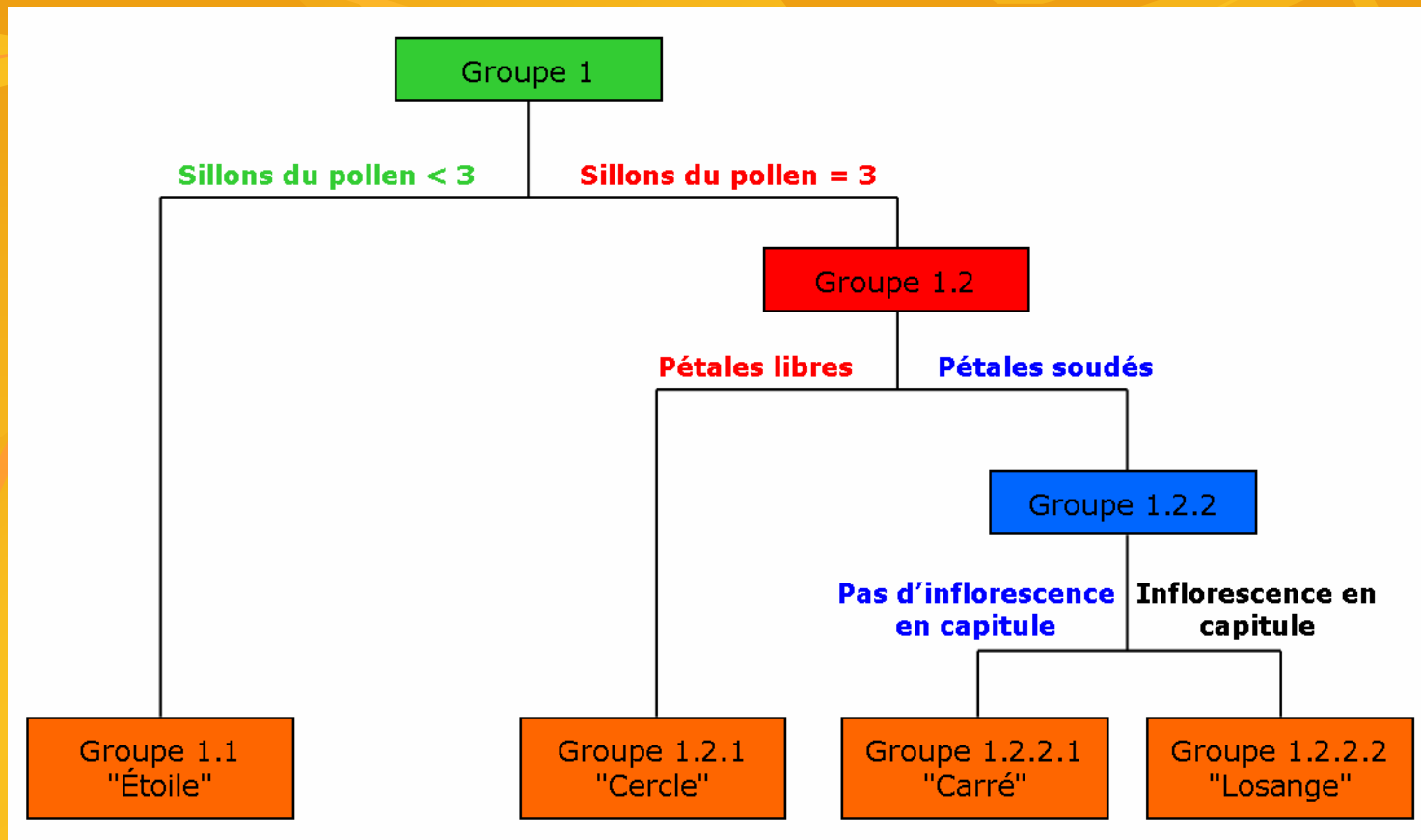


La manière dont sont définis ces groupes dépend de l'approche adoptée par le systématicien.

1 SYSTÉMATIQUE ET CLASSIFICATION

1.2 Les objectifs de la classification

Cet agencement aboutit à une classification destinée à mettre en ordre les informations concernant les plantes.



1 SYSTÉMATIQUE ET CLASSIFICATION

1.2 Les objectifs de la classification

➤ Quelques postulats

- ❑ Une classification est un langage commun destiné à faciliter les échanges d'information.
- ❑ Une classification devrait être stable.
- ❑ Une classification devrait être prédictive.

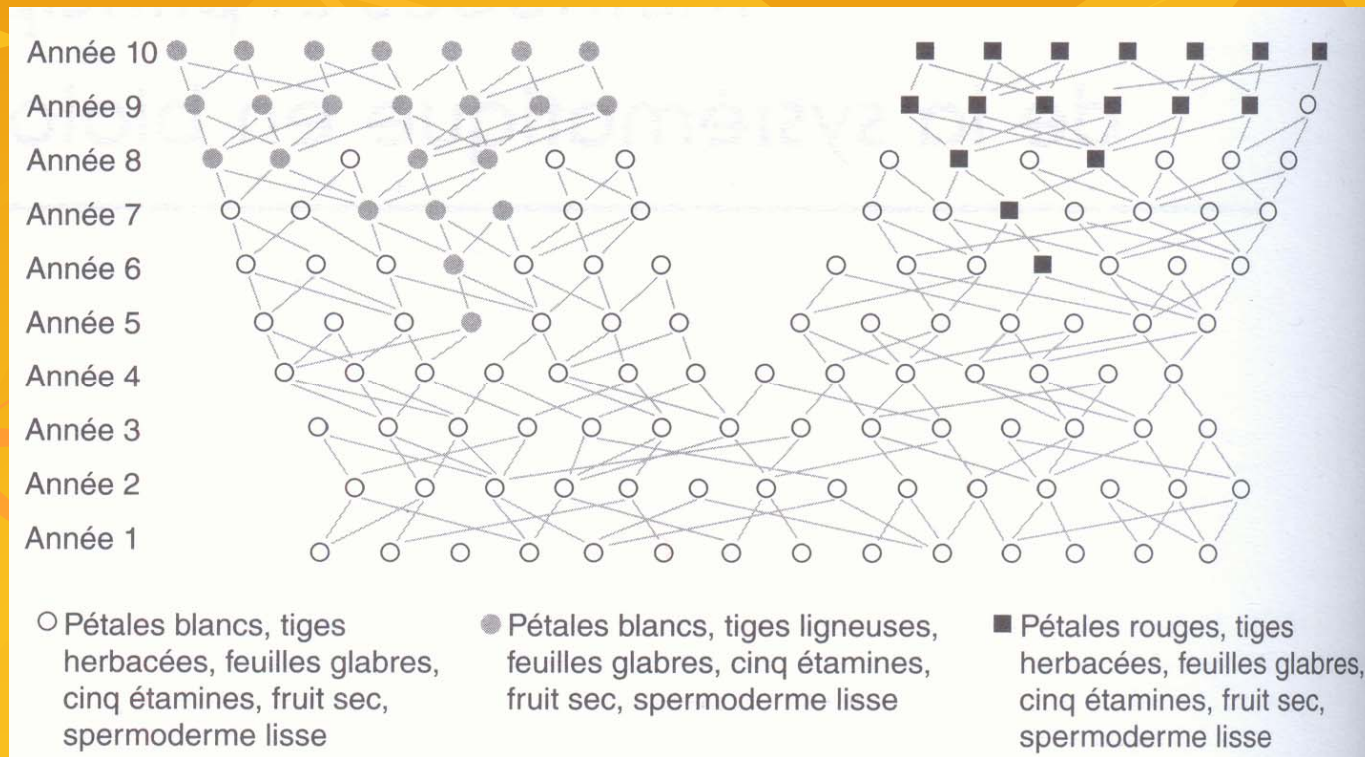
L'évolution des classifications est facteur de tension

- Les créateurs de classification veulent comprendre les relations entre les plantes et font évoluer les classifications au fur et à mesure que leur connaissance du monde du vivant augmente.
- Les utilisateurs souhaitent une stabilité de ces classifications.

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.1 Importance de la notion de groupe monophylétique

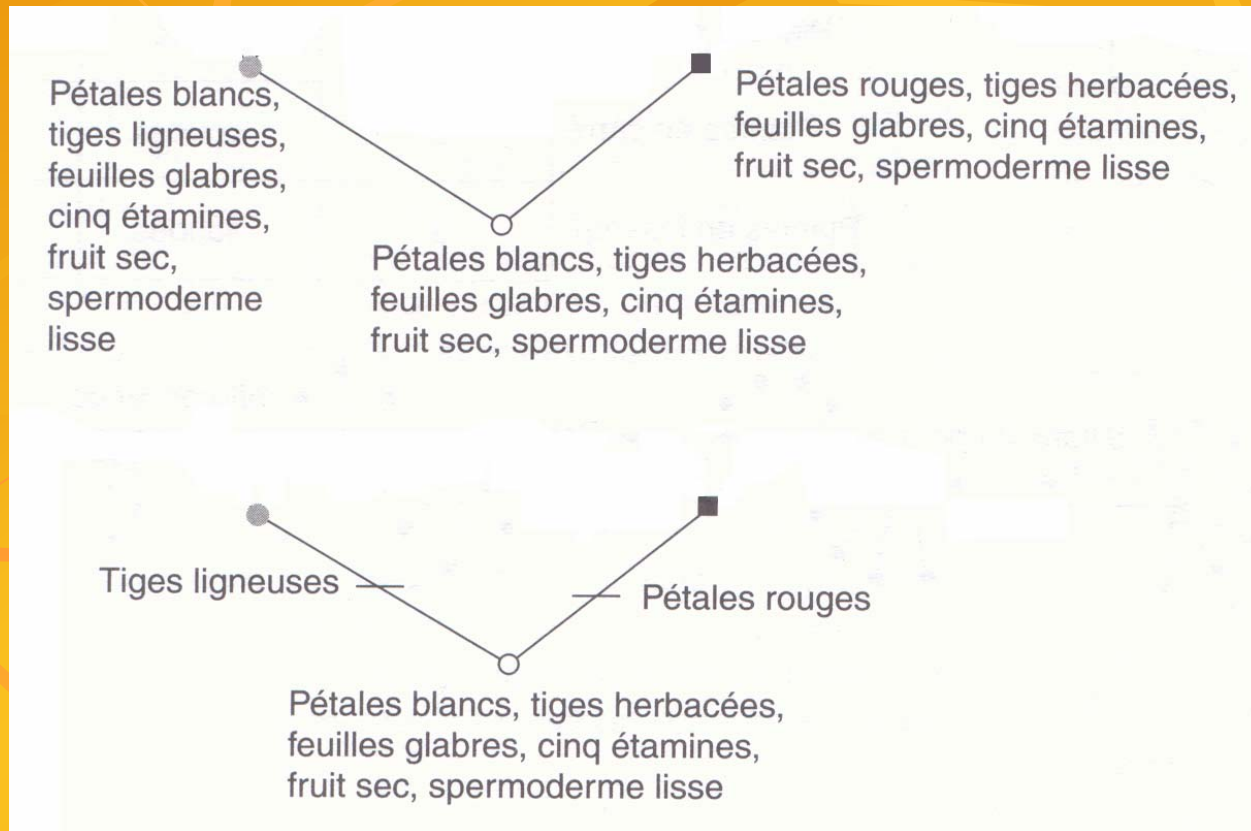
- Regrouper les organismes en fonction de leur histoire évolutive



2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.1 Importance de la notion de groupe monophylétique

- Groupe composé d'un ancêtre et de tous ses descendants.



- Reconnaissance par les caractères dérivés communs au groupe : synapomorphie

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

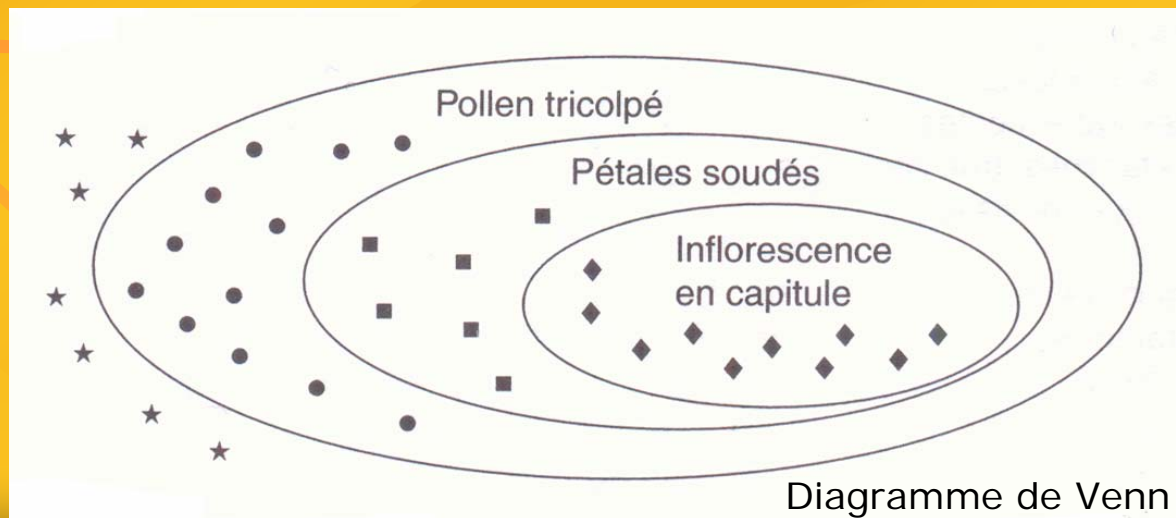
2.2 Comment se construit une phylogénie

- Découvrir ce qui s'est produit dans le passé.

Les parents d'un groupe taxonomique actuel doivent être identifiés en étudiant les caractères supposés héréditaires.

Sans description soigneuse des caractères et de leurs états, la reconstitution phylogénétique et la description de l'histoire évolutive n'ont pas de sens.

- Première étape : identifier les similitudes



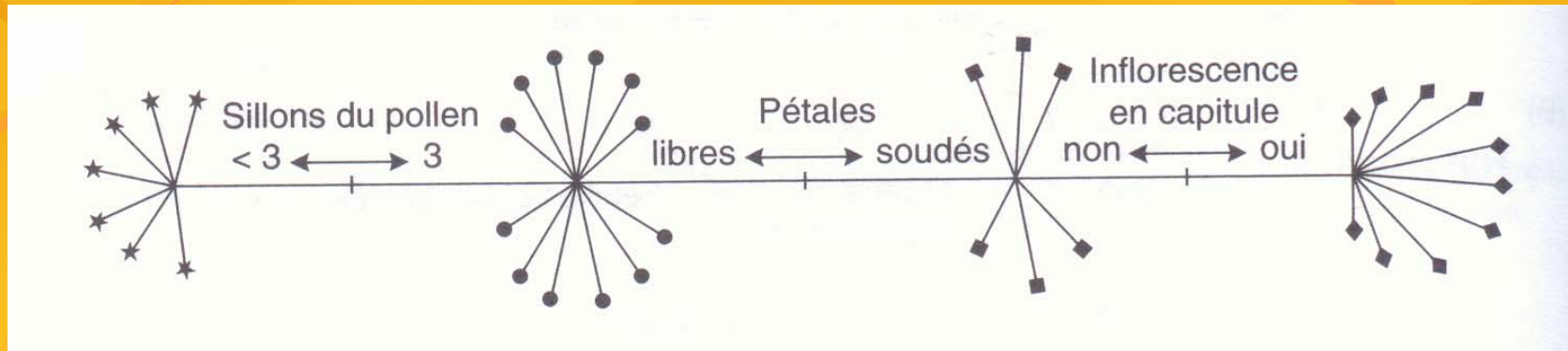
2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

➤ Représentation sous forme d'un réseau

Matrice de données

	Sillons du pollen	Pétales	Inflorescence en capitules
Plantes en étoile	< 3	libres	non
Plantes en cercle	3	libres	non
Plantes en carré	3	soudés	non
Plantes en losange	3	soudés	oui



➤ L'enracinement du réseau

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

Pour transformer ce réseau en arbre généalogique :

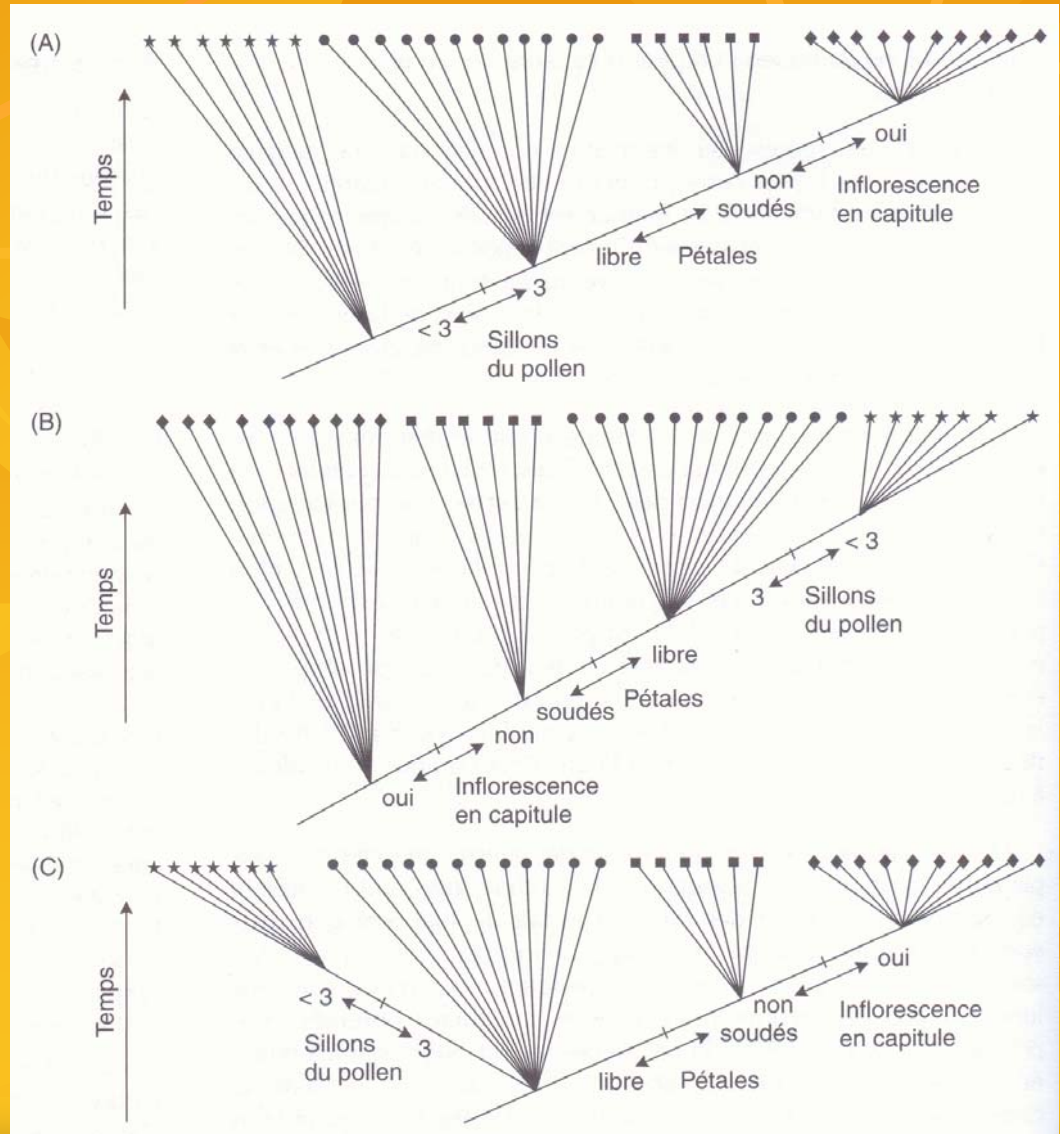
➤ il faut distinguer les modifications récentes de celles qui sont apparues antérieurement.

➤ L'arbre doit être enraciné.

➤ Choix d'un ou plusieurs groupes de référence.

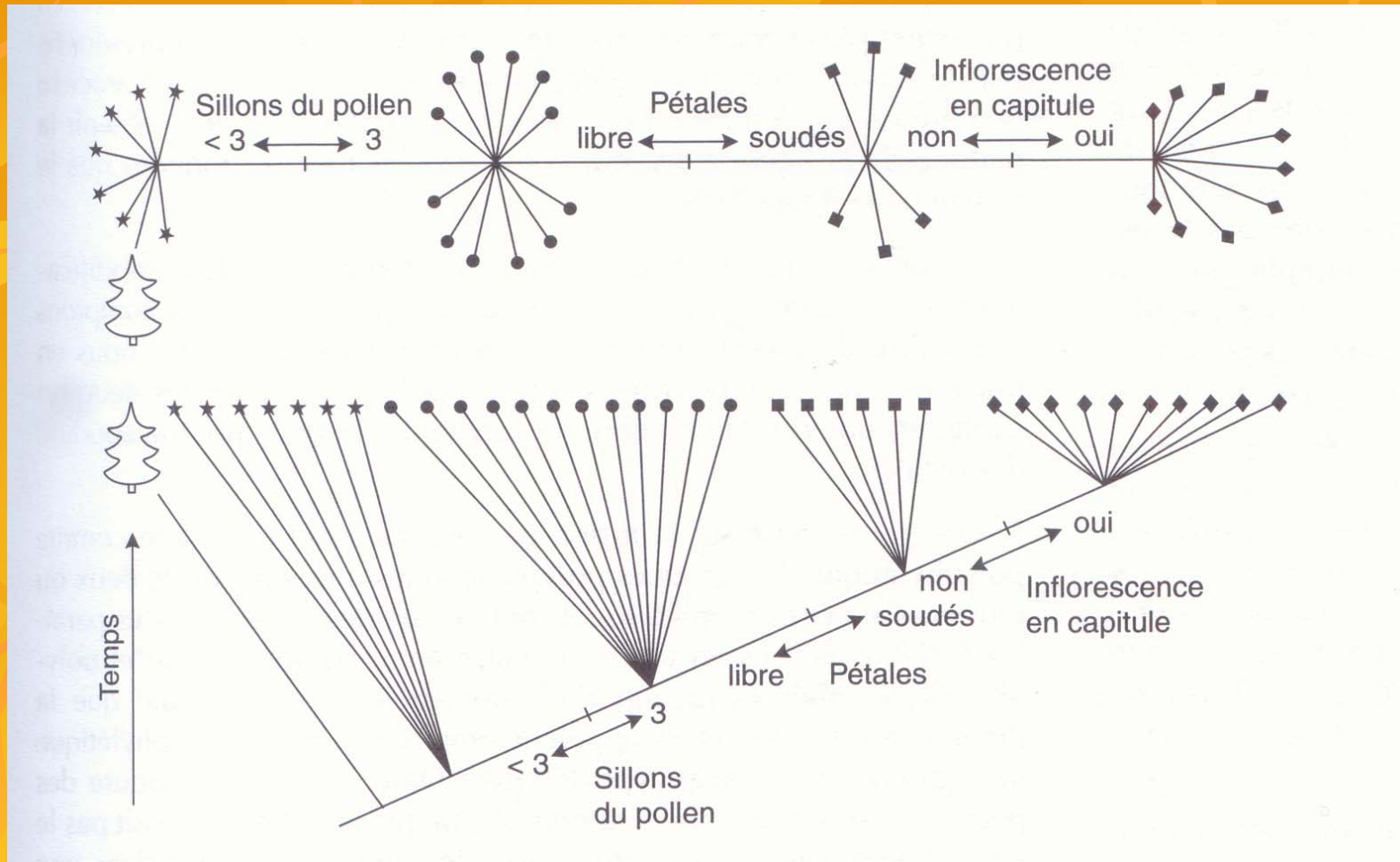


Les ressemblances entre membres du groupe étudié doivent être plus grandes entre eux mêmes qu'avec le ou les groupes de référence



2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie



➤ L'arbre enraciné permet d'identifier les groupes monophylétiques.

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

- Sur le principe, la reconstitution de l'histoire évolutive d'un groupe d'organismes est assez simple :
 - observation des caractères et subdivision en états,
 - construction d'un diagramme de Venn,
 - construction d'une matrice caractère x taxon,
 - construction des réseaux ramifiés possibles,
 - validation d'un réseau par enracinement à l'aide d'un groupe de référence,
 - construction d'un cladogramme.
- En pratique, ce n'est pas aussi simple :
 - parallélisme : apparition d'états de caractères semblables chez des organismes non apparentés,
 - inversion : modification d'un état dérivé pour revenir à un état ancestral.

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

	Sillons du pollen	Pétales	Inflorescence en capitule	Nombre de cotylédons
Plantes en étoile noire	< 3	libres	non	2
Plantes en étoile grise	< 3	libres	non	1
Plantes en étoile blanche	< 3	soudés	non	1
Plantes en cercle	3	libres	non	2
Plantes en carré	3	soudés	non	2
Plantes en losange	3	soudés	oui	2
Conifère	< 3	sans objet	sans objet	> 2

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

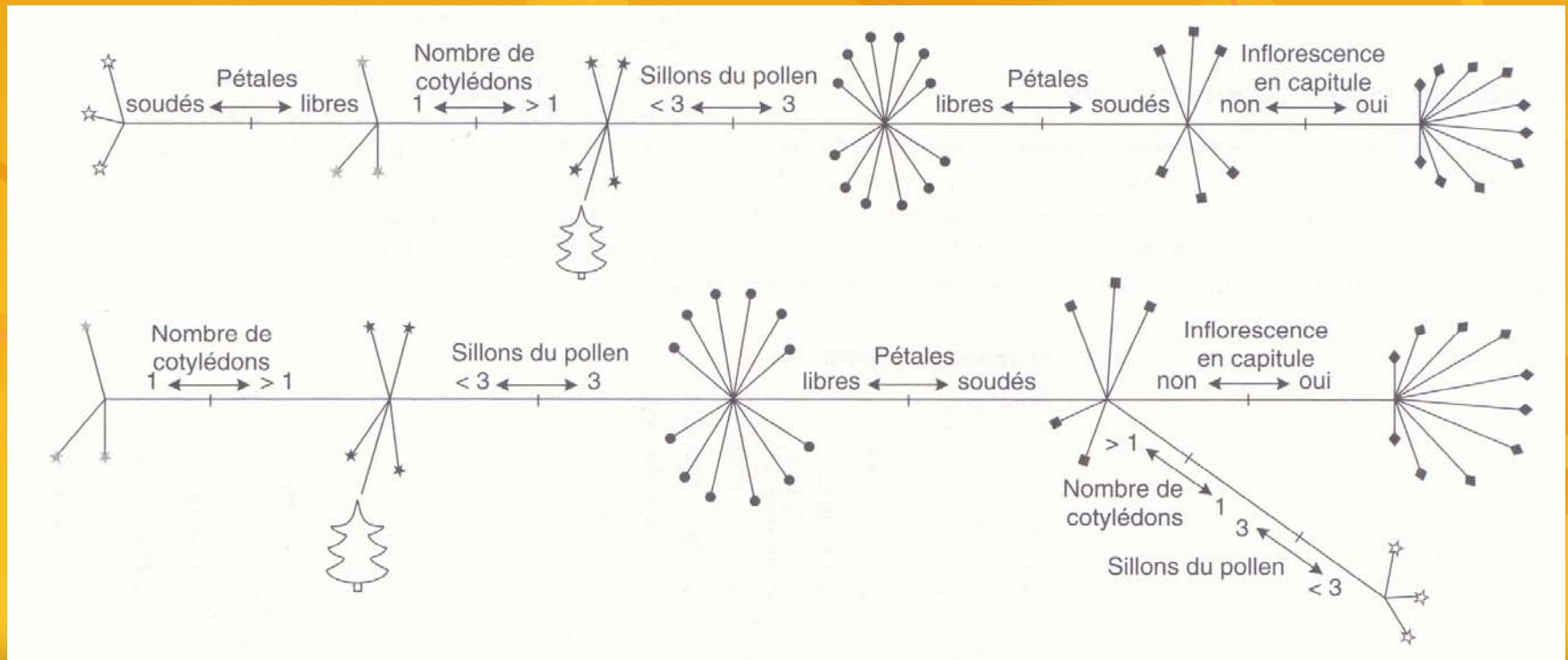
2.2 Comment se construit une phylogénie

➤ Réseau n° 1 :

- deux modifications pour la soudure des pétales : parallélisme.

➤ Réseau n° 2 :

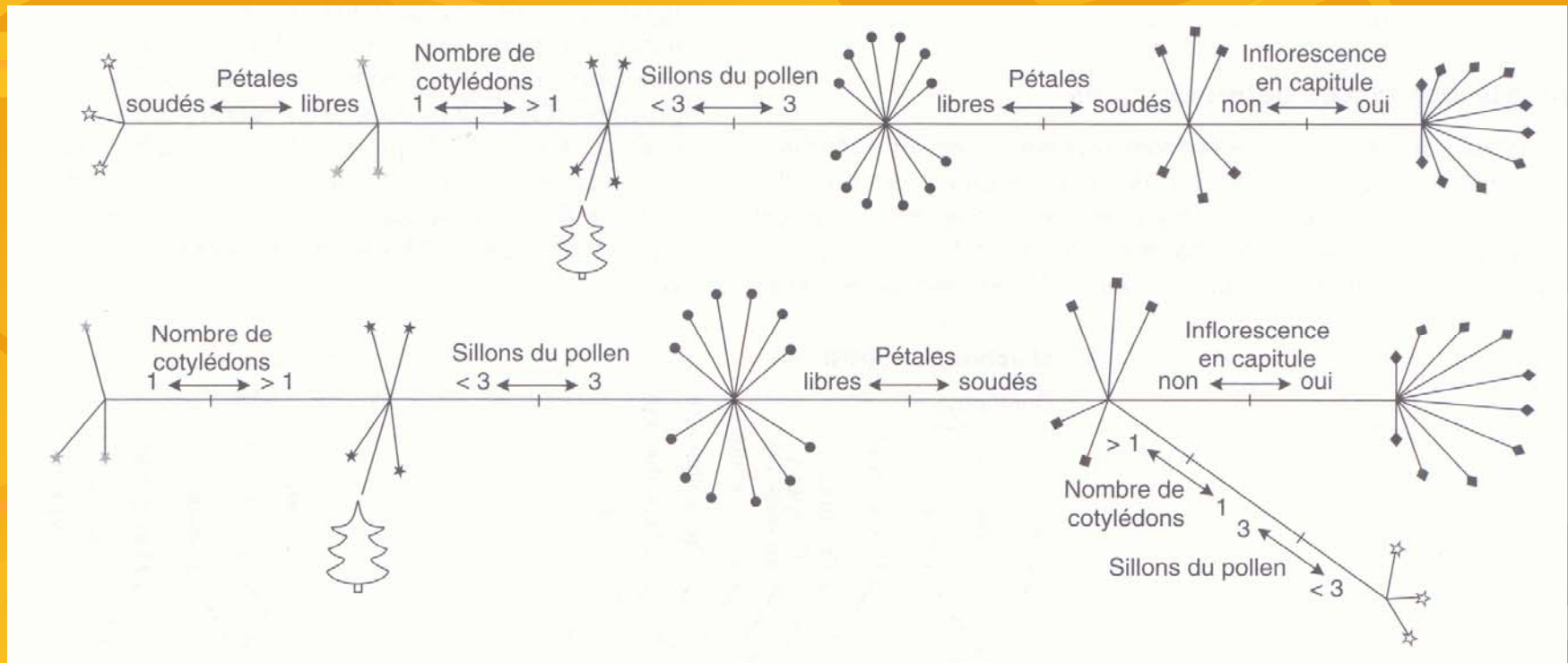
- deux modifications du nombre de cotylédons et deux du nombre de sillons du pollen : parallélisme et inversion.



2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

- Hypothèse la plus probable : l'explication la plus simple !
 - le rasoir d'Ockham ou principe de parcimonie.



- Il existe d'autres méthodes

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

➤ Méthode des distances minimales

- **Mesure des ressemblances et des différences entre les plantes et construction d'un réseau qui minimise ces différences.**
- **Risque de biais.**

➤ Méthode de la probabilité maximale

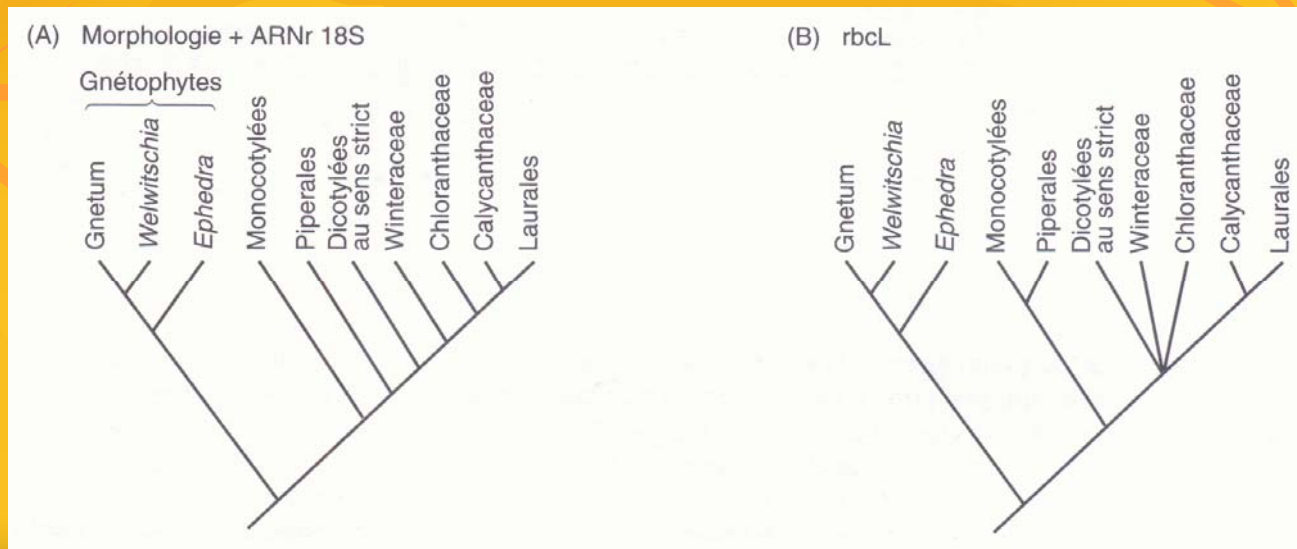
- **Calcul de probabilité de la transformation d'un état d'un caractère à un autre.**
- **à partir des valeurs obtenues, calcul de la probabilité qu'un réseau donné conduise à l'ensemble des données observées.**
- **Cette méthode convient particulièrement bien aux données moléculaires pour lesquelles on peut plus facilement modéliser la probabilité des changements génétiques.**

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

➤ La synthèse des arbres généalogiques

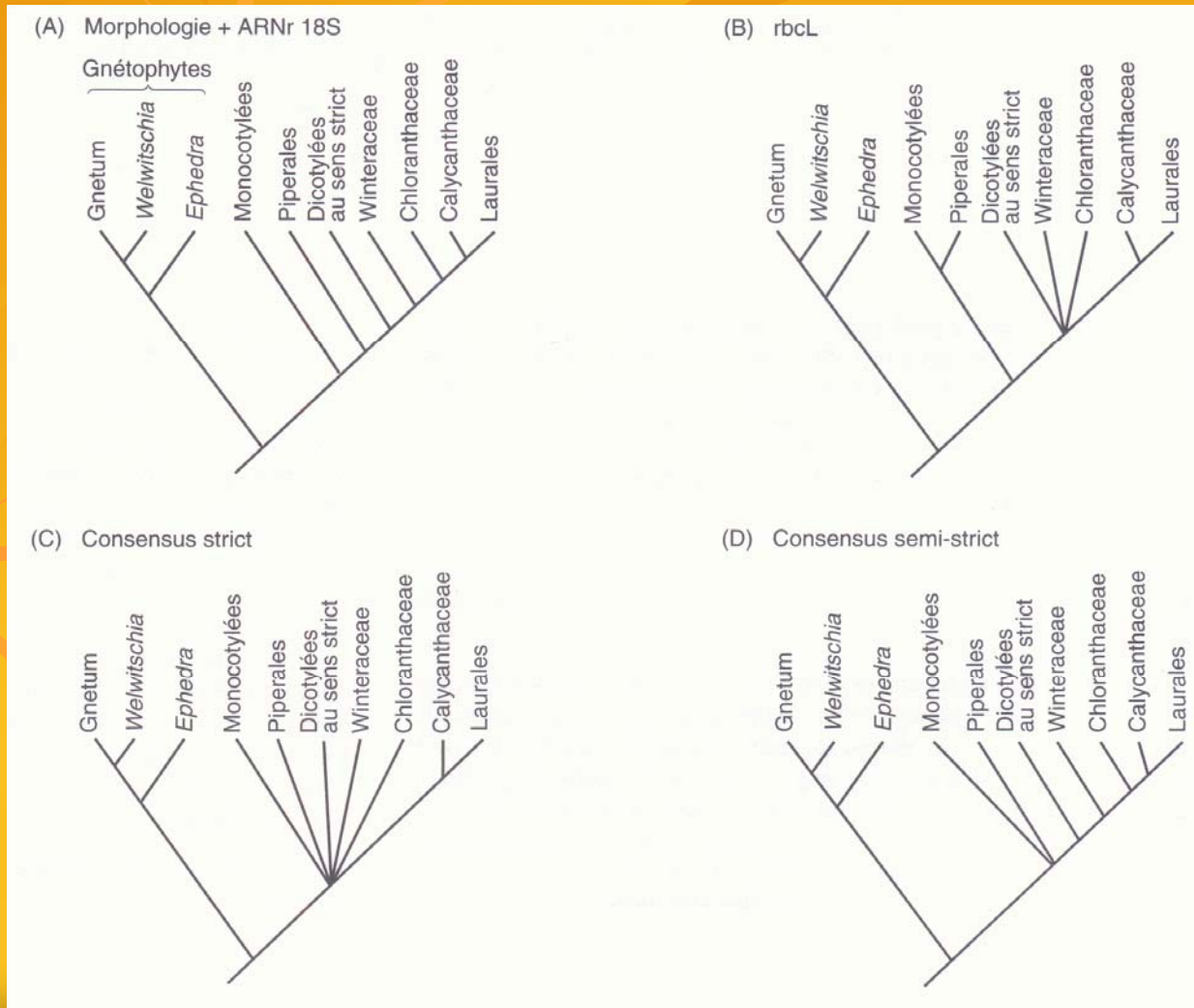
- Les analyses de parcimonie aboutissent souvent à une série d'arbres de même longueur mais avec des liaisons différentes entre les taxons.
- Des méthodes d'analyse différentes peuvent donner des arbres différents pour les mêmes taxons.
- Des études basées sur des caractères différents peuvent aboutir à des arbres différents.



2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

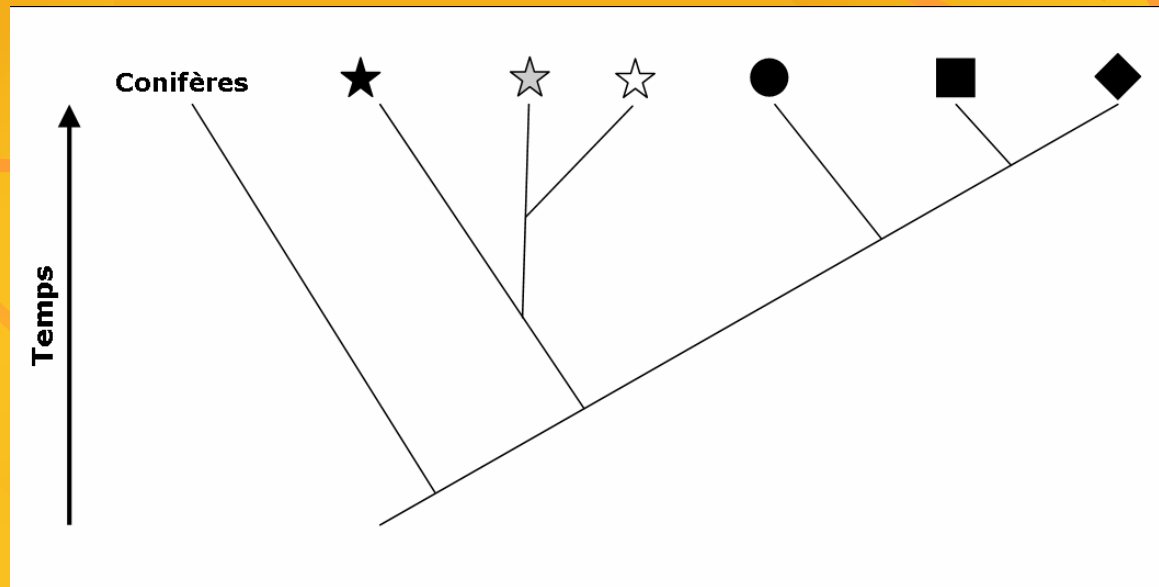
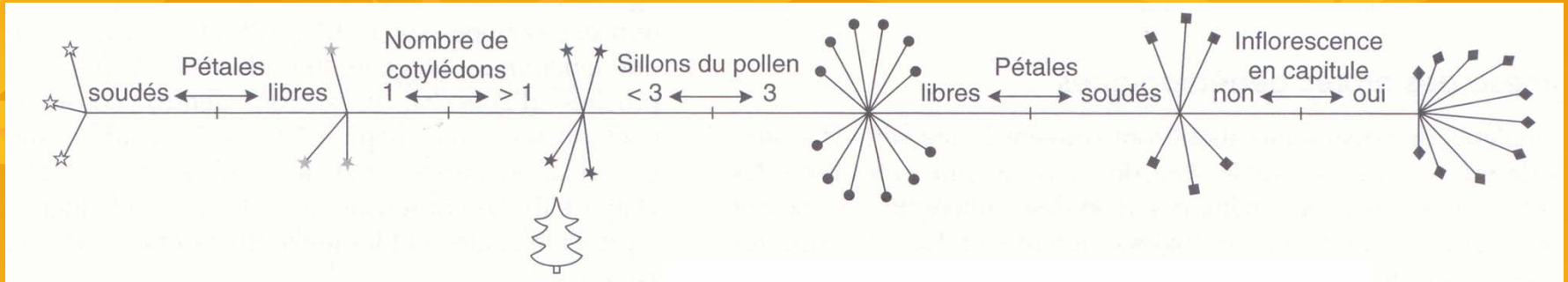
➤ Les arbres de consensus



2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

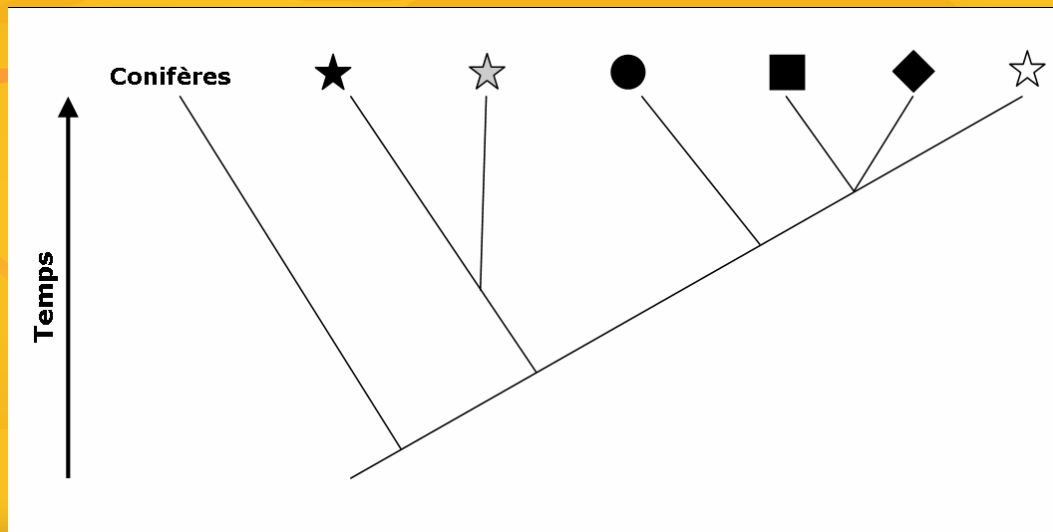
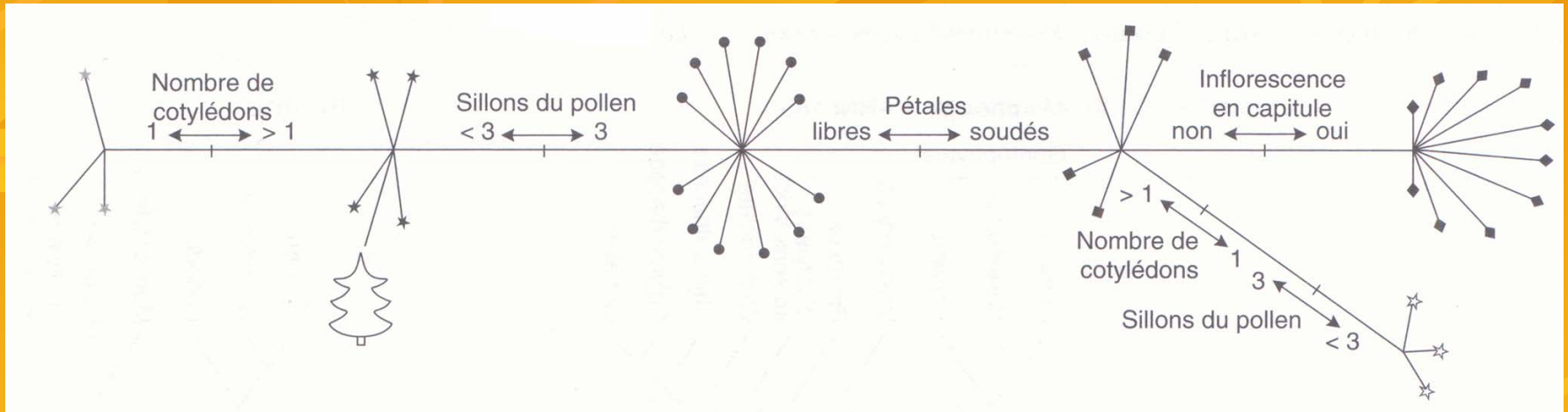
➤ Appréciation de la valeur d'un arbre



2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

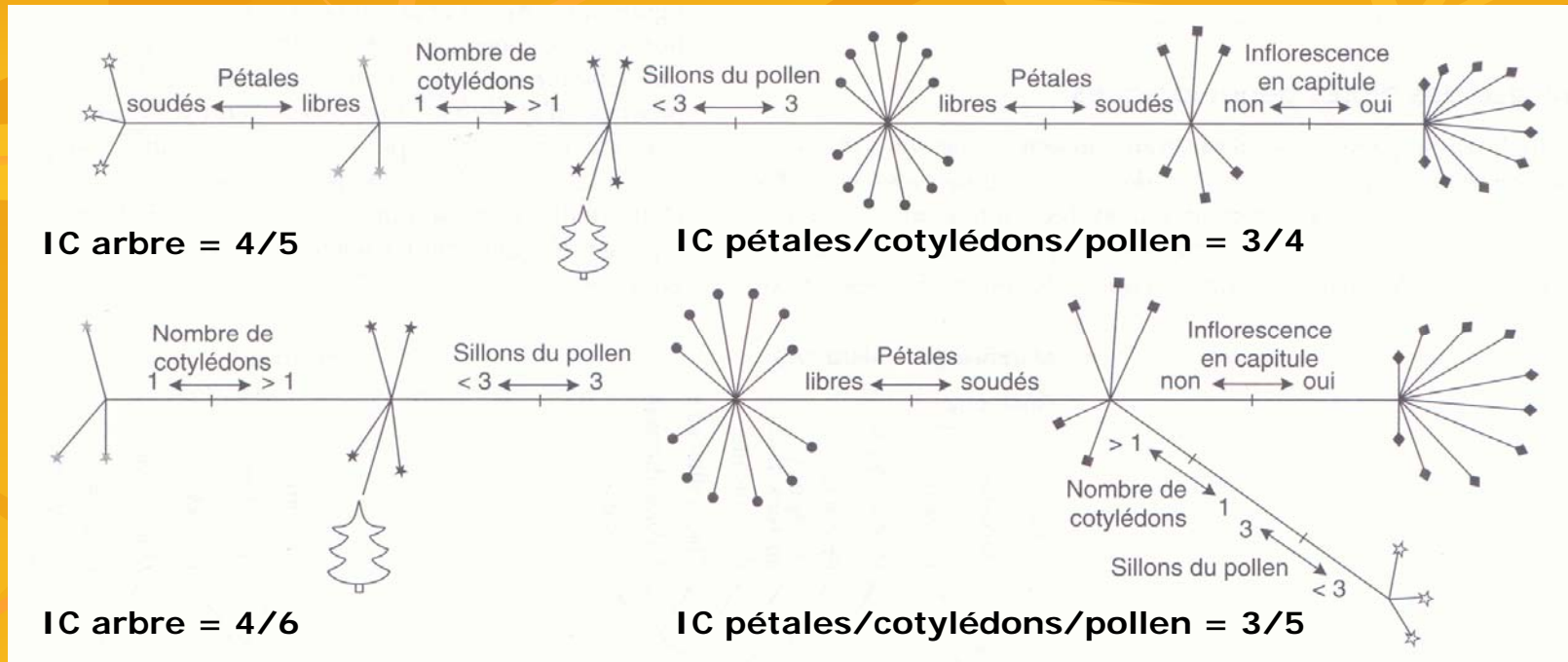
➤ Appréciation de la valeur d'un arbre



2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

➤ Appréciation de la valeur d'un arbre : l'indice de consistance



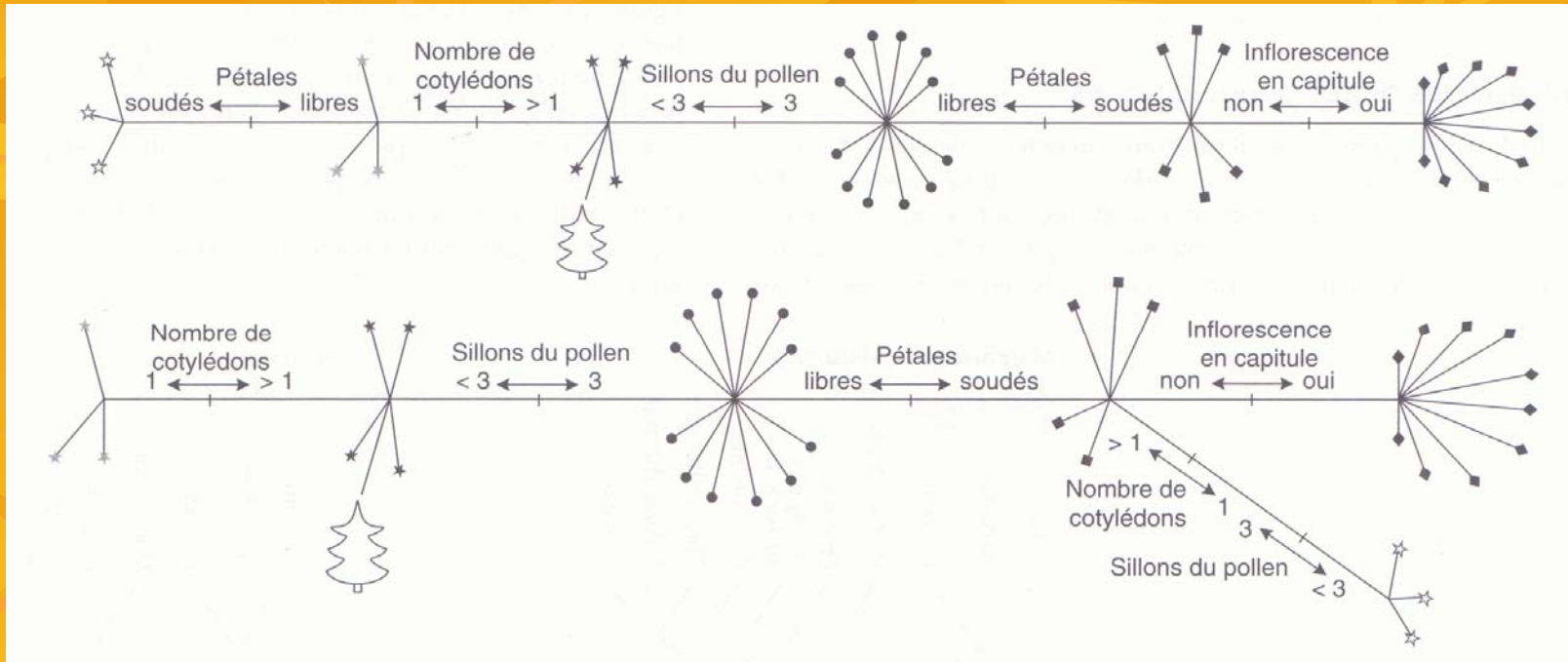
Quantité minimale de changements évolutifs (mutations) possibles

Longueur effective de l'arbre choisi (mutations réelles)

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

➤ Appréciation de la valeur d'un arbre : l'indice de rétention



Longueur max potentielle d'un arbre - Longueur réelle

Longueur max potentielle d'un arbre - Longueur minimale

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

➤ Appréciation de la valeur d'un arbre : l'indice de rétention

Longueur max potentielle d'un arbre : Longueur de l'arbre si l'état de caractère dérivé apparaît indépendamment dans tous les taxons où il se retrouve

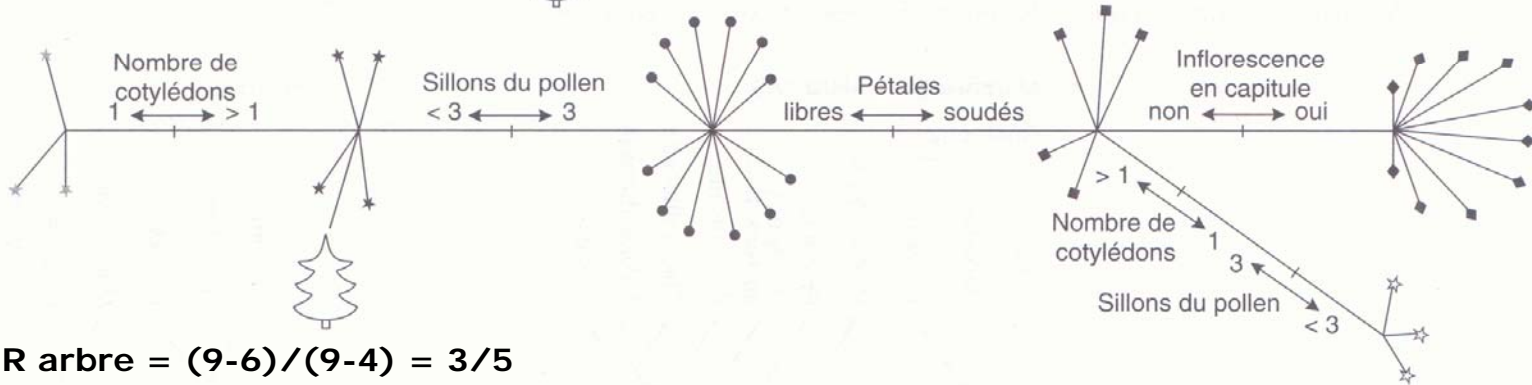
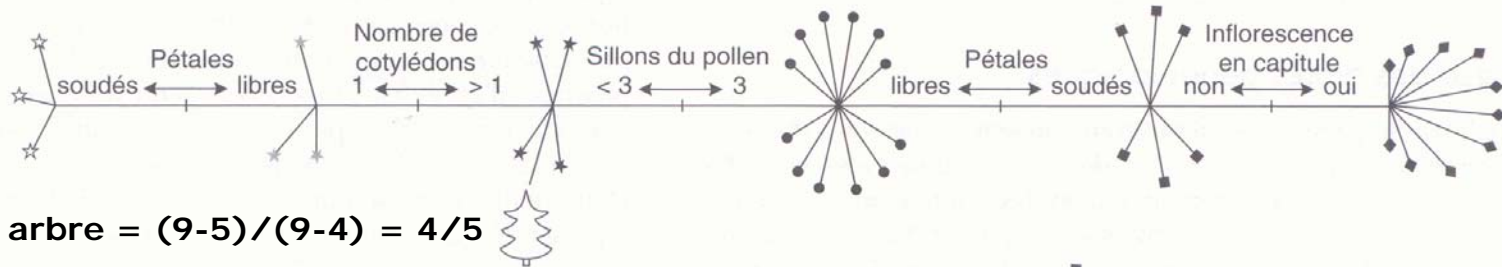
	Sillons du pollen	Pétales	Inflorescence en capitule	Nombre de cotylédons
Plantes en étoile noire	< 3	libres	non	2
Plantes en étoile grise	< 3	libres	non	▶ 1
Plantes en étoile blanche	< 3	▶ soudés	non	▶ 1
Plantes en cercle	▶ 3	libres	non	2
Plantes en carré	▶ 3	▶ soudés	non	2
Plantes en losange	▶ 3	▶ soudés	▶ oui	2
Conifère	< 3	sans objet	sans objet	> 2

Longueur minimale : quantité minimale de changements évolutifs (mutations) possibles

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

➤ Appréciation de la valeur d'un arbre : l'indice de rétention



2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

➤ Appréciation de la valeur d'un arbre : l'analyse Bootstrap

	Sillons du pollen	Pétales	Inflorescence en capitule	Nombre de cotylédons
★	< 3	libres	non	2
★	< 3	libres	non	1
☆	< 3	soudés	non	1
●	3	libres	non	2
■	3	soudés	non	2
◆	3	soudés	oui	2
🌲	< 3	sans objet	sans objet	> 2

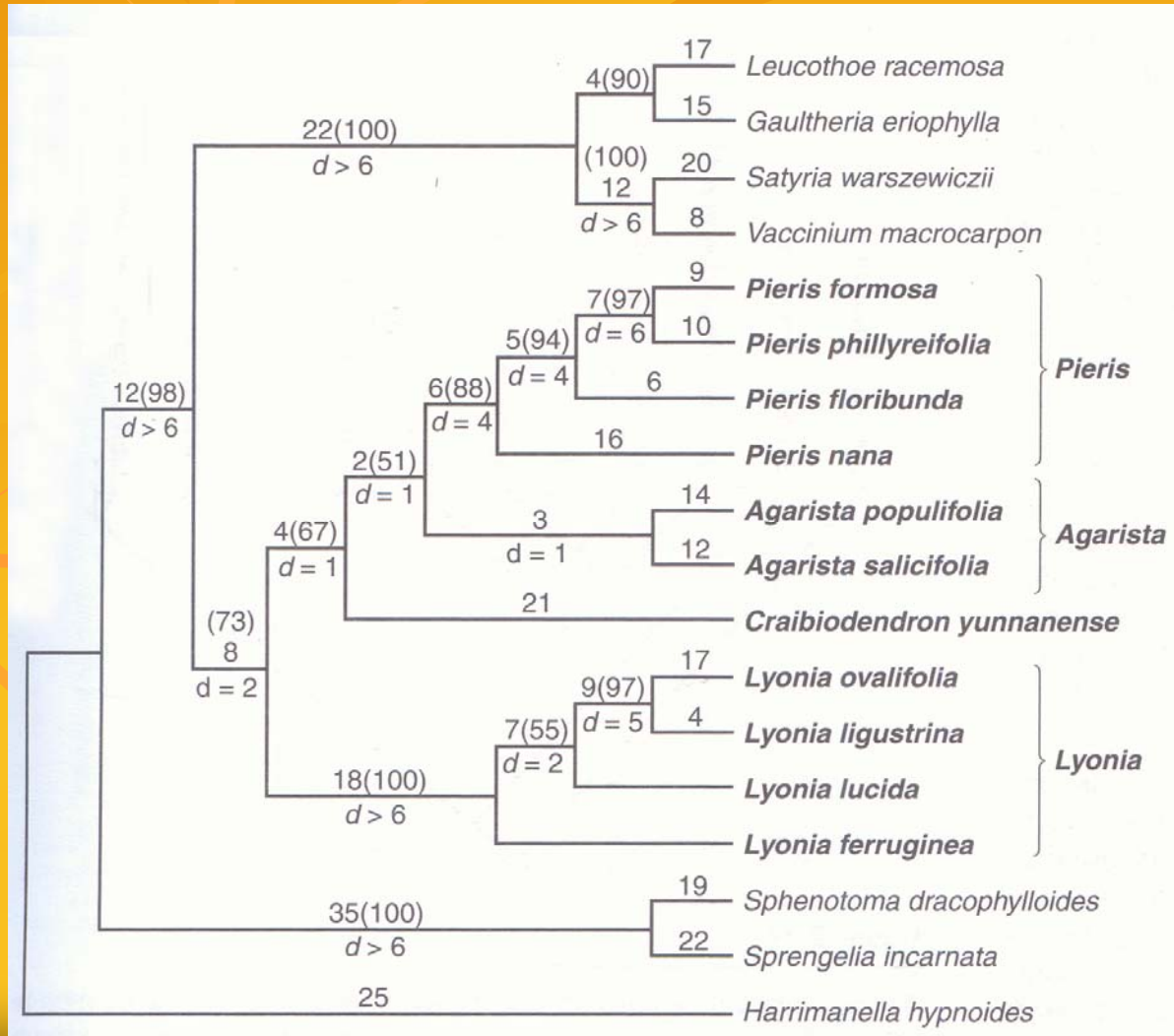
	Sillons du pollen	Pétales	Sillons du pollen	Nombre de cotylédons
★	< 3	libre	< 3	2
★	< 3	libre	< 3	1
☆	< 3	soudés	< 3	1
●	3	libre	3	2
■	3	soudés	3	2
◆	3	soudés	3	2
🌲	< 3	sans objet	< 3	> 2

- n matrices donnent n arbres à parcimonie maximale
- Création de l'arbre de consensus "Bootstrap"

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.2 Comment se construit une phylogénie

➤ Appréciation de la valeur d'un arbre : l'analyse Bootstrap



2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.3 Construction d'une classification sur une base phylogénétique

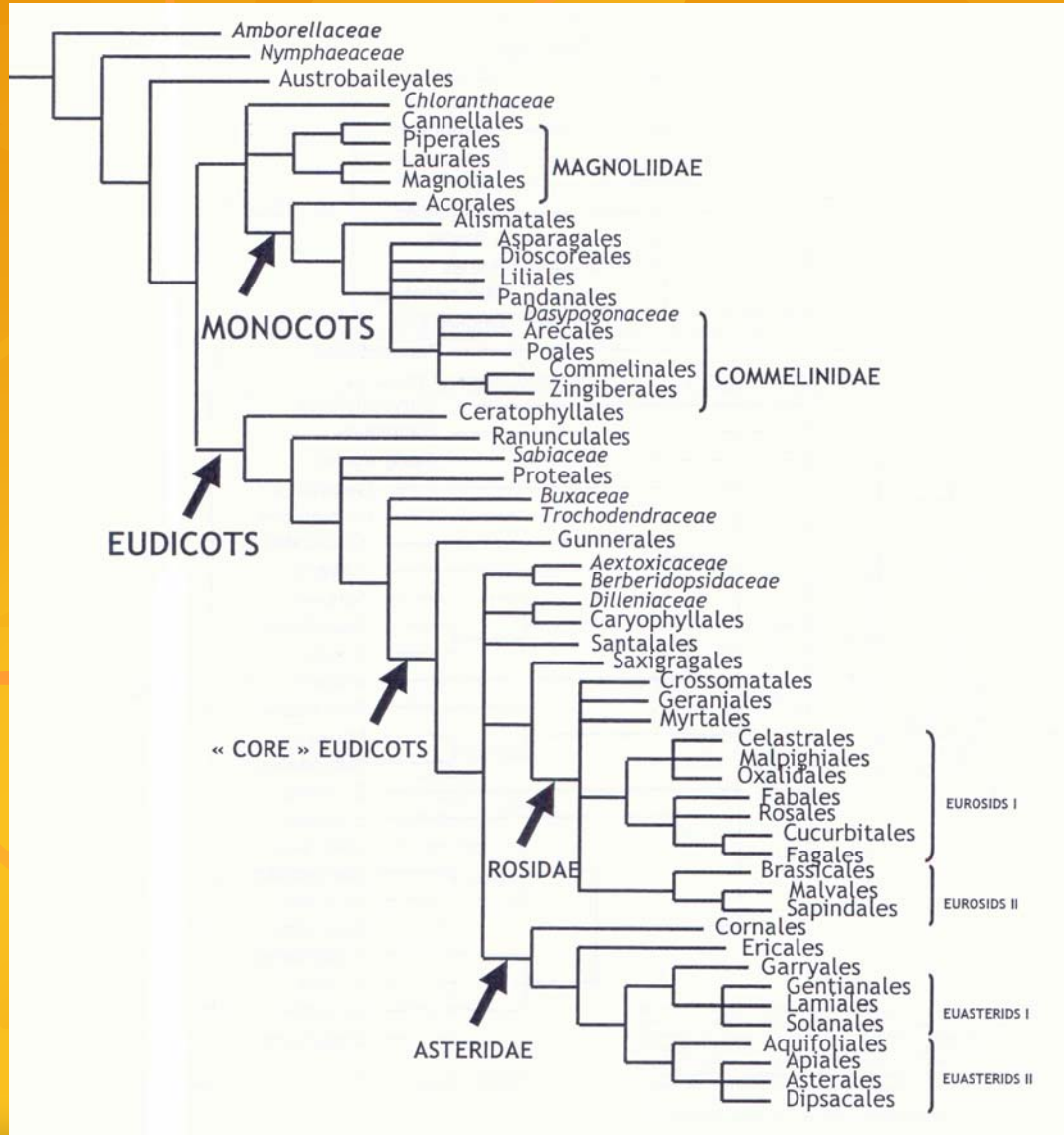
- **Emergence de nouvelles classifications**
 - **Évolution du concept de systématique**
 - **Évolution du champs d'observation**
 - **Évolution des techniques d'analyse**

- **Délimitation des groupes et attribution d'un nom**
 - **Seuls les groupes monophylétiques doivent être pris en compte**
 - **On peut ainsi formaliser l'histoire généalogique**

- **Classement des groupes nommés et insertion dans une hiérarchie**
 - **Comment déterminer l'appartenance d'un groupe à une catégorie (rang taxonomique) ?**

2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.4 Exemple de l'Angiosperm Phylogeny Group 2003

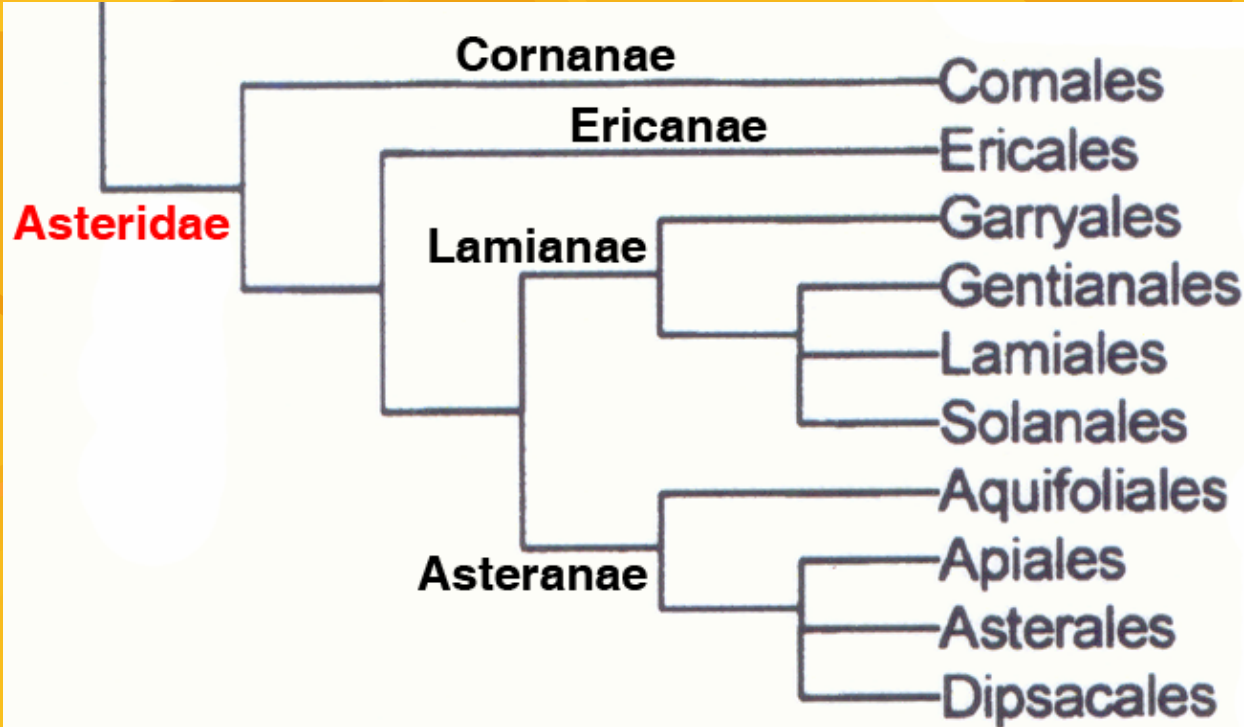


2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.4 Exemple de l'Angiosperm Phylogeny Group 2003

➤ Embranchement : Magnoliophyta

▪ Classe : Asteropsida

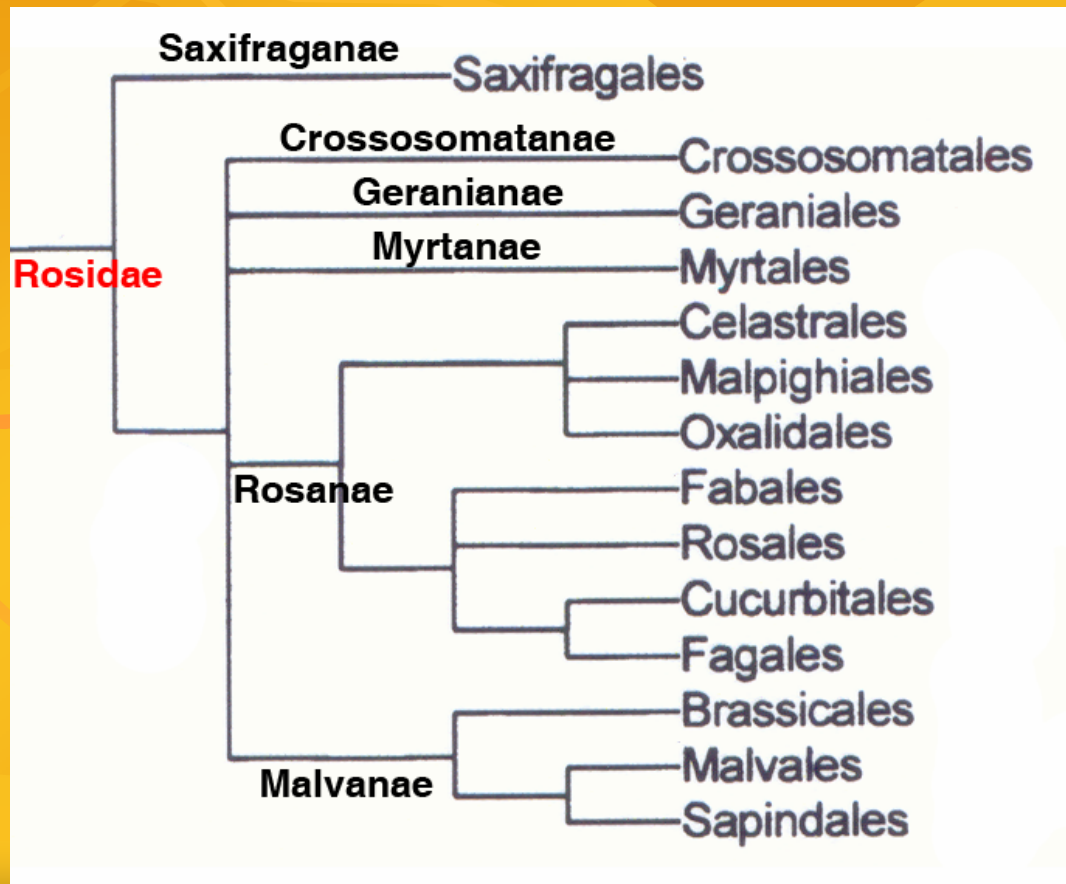


2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.4 Exemple de l'Angiosperm Phylogeny Group 2003

➤ Embranchement : Magnoliophyta

▪ Classe : Asteropsida



2 L'APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE

2.4 Exemple de l'Angiosperm Phylogeny Group 2003

➤ Embranchement : Magnoliophyta

▪ Classe : Asteropsida

