

TD 4 : Le reconstruction de scénarios macroévolutifs

Utilisation des arbres phylogénétiques en biologie évolutive (utilisation du principe de parcimonie)

1) Polarité de l'évolution

On va toujours choisir l'arbre le plus court :
(fig 1)

Principe de complexification (principe faux) : cette idée prédominait dans les années 50 : l'évolution va toujours du plus simple au plus compliqué.

On s'en est rendu compte avec les toiles d'araignées : on en a des simples et des plus complexes. Or, on s'est rendu compte que les premières toiles apparues ont été des complexes et les toiles simples sont un caractère dérivé.

Une adaptation est forcément une apomorphie (mais toutes les apomorphies ne sont pas des adaptations).

Il faut toujours vérifier que le caractère étudié est une apomorphie si on veut travailler sur une adaptation (des chercheurs ont cherché pendant des années comment on passait d'une toile simple à une toile complexe : forcément, ils n'ont rien trouvé)

2) Différencier l'homologie de l'homoplasie

Arbre 2 poly : les espèces B et C partagent le caractère 2 mais sont sur des branches différentes → convergence (homoplasie).

Exemple :

Les termites (xylophages) font de la trophalaxie et ont une symbiose avec des flagellés afin de digérer le bois.

Les blattes du genre *Cryptocercus* ont un mode de vie familial (deux parents s'occupent du petit) sont xylophages, font de la trophalaxie et sont en symbiose avec les mêmes flagellés que les termites. Les parents nourrissent leurs jeunes pendant 7 ans !

En voyant ça, on a imaginé un arbre de ce type (fig 2)

En 1990 cependant, on reprend l'arbre et on obtient :
(fig 3)

Le mode de vie de *Cryptocercus* est vraiment une apomorphie chez les blattes (cas de convergence avec les termites).

Les *Crypto* vivent dans des endroits où vivent les termites (Est USA, Asie). Les blattes sont surtout détritivores. Certaines *Crypto* ont mangé des cadavres frais de termites et les flagellés n'ont pas été digérés et se sont installés dans le tube digestif de *Crypto* (qui est semblable à celui des termites).

Ces blattes ont alors acquis la capacité de digérer le bois et ont présenté un avantage par rapport aux autres blattes. Elles se sont reproduites et ont peu à peu adopté les flagellés. C'est en devenant xylophage qu'elles sont devenues familiales car les larves de blattes ne peuvent pas digérer le bois (nécessité de trophallaxie).

Ex 2 : l'ancêtre de l'homme et des grands singes était bipède et les grands singes sont redevenus arboricoles après un passage à la bipédie et non pas le contraire.

3) L'ordre d'apparition de différents traits

Arbre 3 poly 2 :

Parfois, toutes les étapes n'arrivent pas tous sur une même espèce mais arrive progressivement.

Associer des patron de vie : est ce que le fait d'être solitaire ou grégaire nous permet de vivre dans la forêt ou la savane ou est ce que c'est le fait de vivre dans la forêt ou la savane qui nous rend grégaire ou solitaire ?

Si on a ce genre d'arbre (C= espèce intermédiaire) : est ce que le fait de passer au caractère 2 favorise l'apparition du caractère 1 ?

Cette méthode a beaucoup été utilisée pour les modes de vie sociaux (abeilles). Avant on imaginait que les espèces étaient toujours solitaires et tendaient vers l'« eusocialité » caractérisée par un partage du travail.

Il y avait pour cela un chemin, passant du solitaire au mode de vie grégaire puis familial etc... pour tendre progressivement vers la socialité parfaite, cul de sac évolutif (on pourra pas aller plus haut).

En 1992, on s'est rendu compte que l'eusocialité n'était pas un cul de sac évolutif et qu'on pouvait retourner en arrière.

4) L'ordre d'apparition des fonctions : exaptation

Il arrive qu'un trait n'ait pas toujours la même fonction au cours de son histoire évolutive.

Ex de la plume : la plume est apparue chez des animaux qui n'ont jamais volé. On est passé d'un rôle d'homéothermie vers un rôle de vol.

Avant on pensait que le vol et la plume étaient apparus en même temps

Figure 4 poly 2

Ex : phénomène de marcescence des feuilles des hêtres et chênes : certains arbres conservent une partie de leurs feuilles tout l'hivers accrochées à leurs branches (feuilles mortes). Elles tombent au début du printemps.

Pourquoi certains arbres et pas d'autres ?

Hypothèse 1 : quand les feuilles tombent au printemps, leur décomposition va permettre un apport nutritif à l'arbre qui a besoin de nutriments pour sortir de l'hiver avec sérénité.

En faisant l'expérience (en prenant deux arbres, l'un avec feuilles qui tombent au pied de l'arbre et l'autre non) on découvre que le phénomène de marcescence favorise la croissance de l'arbre.

On pensait que les ancêtres des chênes et hêtres vivaient en milieu tropical. Ils se sont adaptés petit à petit au milieu tempéré et adoptent la marcescence pour mieux résister à l'hiver.

Cependant, on s'est rendu compte avec la phylogénie, que le phénomène de marcescence existait déjà en milieu tropical.

Seule explication : exaptation ! la marcescence existait déjà en milieu tropical pour une autre fonction que celle de résister à l'hiver. Le phénomène de marcescence a changé de fonction dans les milieux tempérés.

5) La cladogénèse

Arbre 5 poly 1

Radiation adaptative : le fait d'avoir acquis un caractère particulier permet une multiplication très forte du nombre d'espèces.

25 espèces d'écureuil aux USA alors qu'une seule espèce en Europe. Pourquoi ?

Pour parler de radiation adaptative, il faut trouver le caractère qui en est à l'origine.

Exemples

1) Exemple de phylogénie fictive

Optimisation sur une phylogénie fictive d'ongulés pour les attributs de la niche écologique et de la socialité : (poly 2)

Certains taxons sont solitaires dans la forêt, grégaires dans la savane, solitaires dans la savane.

Quel est l'état ancestral parmi les trois ?

Est-ce qu'on était d'abord grégaire ou solitaire ? d'abord dans la savane puis dans la forêt ? raison de causalité ?

Pour cela, on compte le nombre de pas en prenant différents scénarios (état ancestral différent pour chaque scénario et on prend le scénario où le nombre de pas est le plus petit).

Etat ancestral testé	Nombre de pas
Forêt	1
Savane	3 (3 aussi si on n'accepte pas les réversions)
Solitaire	1
Grégaire	3 ou 5 (si on n'accepte pas les réversions)

L'état ancestral est donc le caractère solitaire

L'état ancestral est donc le caractère forêt.

Le changement d'habitat est apparu avant le changement de socialité. On peut donc penser que le changement de milieu a induit le changement de socialité. En milieu forestier, les espèces solitaires sont plus nombreuses (les groupes font beaucoup de bruit en forêt).

En savane, milieu ouvert, on peut se grouper pour repérer les prédateurs plus vite.

Ce qui peut s'approfondir : pourquoi le fait d'être en savane favorise le mode de vie grégaire.

Expérience : prendre deux groupes, un en forêt, un en savane et voir la différence de bruit ...
avantage de la vie en groupe dans les milieux ouverts etc ...

2) Evolution du comportement social chez les Halictes

Dans le groupe des abeilles, elles présentent tous les modes de vie sociaux possibles.

Espèces	solitaire	eusocial	Non étudiés
Halictus	4	11	80
Sedadonia	3	8	>30
Lasioglossum	6	1	>60
Evylaeus	5	11	>60
Dialictus	Bcp	Bcp	>100
augochorella	1	3	13

Caractère ancestral testé	Nombre de pas (I=E)	Nombre de pas sans réversions	Nombre de pas avec I=S	Nombre de pas sans réversions
Solitaire	4	6	4	4
Eusocial	2	2	2	2

Conclusion : l'eusociabilité est le caractère ancestral et l'état solitaire correspond à des réversions.

Le genre *Lasioglossum* : l'état solitaire est ancestral, une seule apparition de socialité.

Le genre *Evylaeus* : solitaire est l'état ancestral

Le genre *Auglochlorines* : eusocial est l'état ancestral.

Sujet de thèse : l'apparition de l'eusocialité. Etudier les espèces où l'apparition de l'eusocialité est à la base de ces espèces

→ Etude des espèces *L.aegyptellium* et *E.comagenense*.

Etude approfondie des deux espèces (habitat, habitudes ...) pour voir les pressions de sélection à l'origine de l'eusocialité.

Autre Question intéressante : pourquoi y a-t-il eu des réversions et le retour à la vie solitaire ? (*H. quadricinctus* et *A.augochlora*)

Les arbres phylogénétiques nous permettent de pointer du doigt les espèces intéressantes à étudier pour la question que l'on se pose.