

***Un premier fossile d'orchidée
permet la datation de l'ensemble
de la famille***

Jean Jacques Guillaumin

**(article de la revue « Nature », août 2007,
note de lecture par J.-J. Guillaumin)**

Rappelons d'abord la nomenclature correspondant aux différents niveaux taxonomiques : une famille végétale est divisée en sous-familles, lesquelles sont divisées en tribus, ces dernières en sous-tribus; les sous-tribus contiennent un certain nombre de genres. Chaque niveau taxonomique est désigné par un nom latin : les noms des familles se terminent en *aceae*, ceux des sous-familles se terminent en *oideae*, ceux des tribus en *eae*, ceux des sous-tribus en *inae*. Dans l'emploi courant, les français transposent souvent la terminaison latine plurielle « *eae* » en « *ées* » : les Cyripedioideae par exemple deviennent Cyripedioïdées.

Rappelons ensuite que, dans les classifications modernes, la famille des Orchidaceae fait maintenant partie de l'ordre des Asparagales. A l'intérieur de cet ordre, elle côtoie plusieurs familles à fleurs régulières : Asparagaceae, Iridaceae, Convallariaceae, Alliaceae... Jadis, quand les classifications étaient entièrement morphologiques, les botanistes avaient créé un ordre des Orchidales, qui ne contenait guère que la famille des Orchidaceae : les fleurs des Orchidaceae, zygomorphes, le plus souvent résupinées et monandres, semblaient si loin des fleurs des aulx et des crocus ! Mais la cladistique a changé cela et a révélé les liens évolutifs entre les Orchidaceae, famille très évoluée, et certains groupes de Monocotylédones à fleurs régulières, sans doute plus ancestraux.

Mais notre sujet, c'est surtout le découpage interne de nos « orchidées », c'est-à-dire de la famille des Orchidaceae. Une fois n'est pas coutume, les classifications fondées sur la morphologie et sur les séquençages de l'ADN sont presque concordantes. On peut consulter à ce sujet de nombreux travaux, datant surtout de la fin des années 90. Pour ma part, je me suis appuyé sur deux publications : Kores *et al.* (1997) et Cameron *et al.* (1999), qui toutes deux se fondent sur le séquençage d'un segment d'ADN plastidial, le *rbcL*. Kores *et al.* ont étudié 53 espèces d'Orchidaceae, Cameron et ses collaborateurs pas moins de 171 espèces.

Tous les travaux mettent d'abord à part la sous-famille des Apostasioideae, qui ne comporte que 2 genres, et où les espèces ont 2 ou 3 étamines presque libres (à peine soudées au style). Puis se détache la sous-famille des Cyripedioideae, bien mieux connue du public (*Cypripedium*, *Paphiopedilum*...), dans laquelle les fleurs ont deux étamines fonctionnelles et une

troisième transformée en staminode. Dans les autres sous-familles, la fleur est de type classique, c'est-à-dire avec une seule étamine fusionnée avec la partie femelle de la fleur pour former un gymostème. A l'intérieur de ce complexe, la sous-famille des Vanilloideae se singularise par l'absence de pollinies. Le reste de la famille comporte des pollinies et se divise à son tour en deux sous-familles : les Orchidoideae, où les pollinies sont portées sur la face interne du gynostème, et surmontées par un bec; les Epidendroideae où les pollinies coiffent le gynostème. Les Orchidoideae sont aussi des plantes à tubercules, alors que chez les Epidendroideae, on rencontre d'autres organes végétatifs (rhizomes, pseudobulbes, etc). Les Orchidoideae rassemblent plusieurs tribus regroupant des espèces terrestres et tempérées : les Orchideae (*Orchis*, *Ophrys*, *Anacamptis*, *Serapias*, *Platanthera*...), les Cranichideae (*Spiranthes*, *Goodyera*); mais aussi quelques espèces tropicales, par exemple les *Disa* (tribu des Diseae).. Les Epidendroideae regroupent les trois-quarts des espèces de la famille, notamment tous les grands genres tropicaux ornementaux, mais aussi quelques espèces européennes, dans les tribus des Neottieae (*Epipactis*, *Neottia*, *Cephalanthera*...), des Gastrodiaceae (*Epipogon*), des Calypsoeae (*Corallorrhiza*).

Mais le fait capital, sur lequel s'accordent morphologistes et molécularistes, c'est que les cinq sous-familles se sont détachées les unes après les autres, à des moments différents : jusqu'à présent, on pensait que s'étaient d'abord détachées les Apostasioideae, sans doute les plus primitives, puis les Cyripedioideae, puis les Vanilloideae, la dernière scission séparant les Orchidoideae des Epidendroideae. Il y aurait donc eu quatre événements de scission, correspondant à des « nœuds » du cladogramme de la famille. Jusqu'à présent, l'ordre de succession de ces nœuds (chronologie relative) était connu, mais non leur chronologie absolue.

Et c'est là qu'intervient le travail publié en 2007...

En l'année 2000, dans une mine de lignite de la République Dominicaine, un particulier a ramassé un morceau d'ambre contenant une abeille qui était elle-même porteuse de pollinies sur son dos.

Cet échantillon a été, en 2005, récupéré par l'Université d'Harvard (Massachusetts) et étudié par une équipe dirigée par Santiago Ramirez et comprenant des chercheurs américains, hollandais et brésiliens.

La couche contenant l'ambre, l'insecte et les pollinies a été datée du début du Miocène (entre 15 et 20 millions d'années BP « before present »).

L'étude de l'abeille a conduit à l'attribuer au genre *Proplebeia* et, à l'intérieur du genre, à une espèce inconnue (disparue à l'heure actuelle). Elle a été décrite sous le nom spécifique *Proplebeia dominicana*.

Quant aux pollinies, elles constituaient finalement le premier fossile connu indiscutable pour la famille des Orchidaceae (la nature exacte d'autres échantillons, antérieurs, restait controversée). Une étude morphologique fine (macro et microscopique) de ces pollinies a été effectuée. L'ensemble de leurs caractères

permettait de classer l'espèce dans la sous-tribu des Goodyerinae (Sous-famille des Orchidoideae, tribu des Cranichideae)...Et cependant, la position des pollinies sur le dos de l'insecte conduisait à imaginer une fleur en « gueule de loup » (avec un labelle et un gynostème assez écartés l'un de l'autre pour qu'un insecte s'y glisse). En effet, chez les *Goodyera* actuelles, les pollinies se collent autour de la bouche des insectes et non sur leur dos. On a donc créé un nom de genre nouveau, *Meliorchis*, et on a baptisé l'espèce *Meliorchis caribaea*.

L'âge de la plante étant connu, le problème suivant était de placer cette espèce dans la lignée des Goodyerinae. L'exercice (qui ne se présente pas souvent) consistait donc à positionner un fossile dans un clade établi exclusivement à partir d'espèces actuelles (et sur la base de séquences d'ADN) : l'espèce fossile prend donc place non plus quelque part sur le « mur » de droite représentant les espèces vivantes, mais à l'intérieur de l'arborescence.

Il était exclu d'utiliser l'ADN du fossile : 15 millions d'années, c'est vraiment trop long pour que l'ADN se conserve. On a pu analyser de l'ADN de fossiles, mais sur des échantillons dont l'ancienneté ne dépassait pas 50 à 70000 ans (par exemple chez le mammouth, chez l'Homme de Néanderthal... - voir la conférence « Paléogénétique » donnée par L. Orlando à Clermont le 12 mai 2009 -). Les auteurs ont donc utilisé une méthode cladistique, mais fondée sur les caractères morphologiques des pollinies. Par ailleurs, en ce qui concerne l'arbre de la famille des Orchidaceae, ils ne se sont pas contentés des études déjà disponibles : à partir des données de séquence de l'ADN chloroplastique de 55 espèces (conservées dans la base de données « Genbank »), ils ont refait le cladogramme de la famille. Belle démonstration de l'unité de la cladistique : un fossile a été placé sur la base de critères morphologiques dans un arbre établi à partir d'espèces actuelles sur des critères moléculaires !

Et le résultat montre que ce genre *Meliorchis* est probablement l'ancêtre du genre *Goodyera* et d'autres genres de Goodyerinae comme *Zeuxine*, *Ludisia*..., tous caractérisés par des feuilles à nervation en réseau.

Mais surtout, le fait d'avoir désormais une datation absolue pour un seul nœud de l'arborescence (divergence entre les genres de Goodyerinae entre 15 et 20 millions d'années) permettait de dater tous les autres nœuds – à condition d'accepter la théorie dite de « l'horloge moléculaire » selon laquelle, le taux de mutation étant *grosso modo* constant dans le temps et entre groupes, le nombre de bases qui diffèrent entre deux taxons peut être considéré comme proportionnel au temps qui s'est écoulé depuis leur séparation.

Et c'est ainsi qu'on a pu dater l'émergence de la famille des Orchidacées (à l'intérieur des Asparagales) vers - 80 à - 85 millions d'années, soit à la fin du Crétacé : les orchidées existaient donc déjà au moment de la grave crise de transition Crétacé -

Tertiaire. Elles l'ont surmontée alors que les dinosaures, les ammonites, et tant d'autres groupes, n'ont pas franchi le cap.

La divergence des Apostasioideae a pu être datée de - 45 à - 50 millions d'années BP, celle des Cypripedioideae de - 25 à - 30 millions d'années. Quant à l'émergence des Vanilloideae, contrairement à ce qu'indiquaient les premières études, elle apparaît antérieure à celle des deux sous-familles précédentes, pourtant plus « archaïques » (autour de - 65 à - 70 millions d'années BP). Les Orchidoideae et les Epidendroideae se seraient séparées il y a environ 50 MA BP par division du tronc commun d'où ont divergé les autres groupes.

A noter que, plus récemment, un autre fossile indiscutable d'orchidée, datant lui aussi du début du Miocène, a été découvert, en Nouvelle-Zélande (Conran *et al.* 2009). Il s'agit cette fois de feuilles, qui ont pu être attribuées aux genres *Dendrobium* et *Earina*.

Bibliographie citée

CAMERON K.M., CHASE M.W., WHITTEN W.M., KORES P.J., JARRELL D.C., ALBERT V.A., YUKAWA T., HILLS H.G., GOLDMAN D.H. 1999. A phylogenetic analysis of the Orchidaceae: evidence from rbcL nucleotide sequences. **American Journal of Botany** 86 (2), 208-224.

CONRAN J.G., BANNISTER J.M., LEE D.E. 2009 Earliest orchid macrofossils: Early Miocene *Dendrobium* and *Earina* (Orchidaceae: Epidendroideae) from New Zealand. **American Journal of Botany** 96, 466-474.

KORES P.J., CAMERON K.M., MOLVRAY M., CHASE M.W. 1997. The phylogenetic relationships of Orchidoideae and Spiranthoideae (Orchidaceae) as inferred from rbcL plastidial sequences. **Lindleyana** 12 (1), 1-11.

ORLANDO L. 2009 Paléogénétique. Conférence, SHNA, Clermont-Ferrand, 12 mai 2009.

RAMIREZ S.R., GRAVENDEEL B., SINGER R.B., MARSHALL C.R., PIERCE N.E. 2007. Dating the origin of the Orchidaceae from a fossil orchid with its pollinator. **Nature** 448/30, 1042-1045

Remerciements : à Jean Berthier qui a attiré mon attention sur cet article de Nature 2007.