



Hybride avec fleur bicolore: rouge, comme l'*Epidendrum puniceolutes*, et jaune, comme l'*E. fulgens*



avec 24 chromosomes et l'*Epidendrum puniceolutes*, avec 52 chromosomes. Extérieurement, les différences sont subtiles. Les fleurs appelées plantes parentales sont rouges ou jaunes, alors que celles des hybrides peuvent être orangées avec des points rouges.

La génétique seule ne suffit pas pour reconnaître les hybrides fertiles. Ils sont désormais identifiés avec une certaine facilité car, outre le fait de comparer le nombre de chromosomes, les spécialistes examinent tout d'abord les aspects les plus visibles des environnements où les hybrides et leurs géniteurs vivent. Ils examinent ensuite l'histoire du paysage, étudiant les cartes géologiques et celles des variations climatiques qui indiquent les déplacements de bloc rocheux, les tremblements de terre ou les variations prolongées de pluie ou de température qui rapprochent ou éloignent des populations de plantes ou d'animaux et permettant ou non la formation de nouvelles espèces.

Dans le cas des orchidées, les hybrides vivaient autant sur des bancs sablonneux, environnement typique de l'*E. puniceolutes*, que sur des dunes où l'on trouve l'*E. fulgens*. « Cette versatilité suggère que certaines régions du génome peuvent être échangées entre ces espèces, conférant à l'hybride une meilleure capacité d'adaptation à l'habitat », déclare le botaniste Fábio Pinheiro, chercheur associé de l'Institut Botanique de São Paulo. « Il est probable que l'hybridation naturelle soit une des explications de la grande diversité du genre *Epidendrum*, constitué d'environ 1 500 espèces ».

## Des hybrides de plantes et d'animaux peuvent apparaître plus facilement dans des espaces réunissant des espèces proches

Au cours d'une présentation au Kew Botanic Gardens de Londres, en mai 2009, Fábio Pinheiro n'a pas mentionné, par précaution, le nombre de chromosomes des hybrides par peur des réactions que cela allait susciter. « Mais les spécialistes en orchidées du Kew m'ont posé la question et quand ils ont su, ils n'y ont pas cru. Ils ont dit qu'il y avait une erreur mais après ils ont accepté » raconte-t-il. La conception prédominante est que les espèces différentes ne se croisent pas naturellement entre elles et que les hybrides qui par hasard apparaissent sont stériles. L'argument avancé est que les cellules germinatives n'arrivent pas à créer de descendants viables.

Cependant, la majorité des plantes est le résultat d'hybridations naturelles

ou induites entre des espèces proches, rappelle Fábio de Barros, coordonnateur du projet à l'Institut Botanique. C'est l'hybridation induite qui fait apparaître des espèces uniques d'orchidées et de plantes utilisées dans l'alimentation, comme le maïs et la canne à sucre. Les hybrides possèdent normalement certains avantages dans le cas des aliments car ils résistent davantage aux maladies et sont plus productifs que les espèces pures. « Darwin avait déjà écrit que les hybrides pouvaient être stériles ou fertiles, mais il n'avait pas les moyens de le prouver car il n'avait pas de marqueurs moléculaires pour identifier les signatures génétiques d'hybrides fertiles », déclare Fábio de Barros. « Apparemment l'hybridation est assez habituelle et semble avoir un rôle beaucoup plus important qu'on ne le pensait ».

Les botanistes ont déjà vu d'autres cas. Les orchidées *Ophrys*, de la région méditerranéenne, créent des hybrides d'une fertilité élevée. Le croisement entre deux plantes basses avec des fleurs jaunes européenne et étasunienne, *Senecio squalidus* et *S. vulgaris*, a créé un hybride qui attire davantage de pollinisateurs et qui pourrait produire plus de fruits que les espèces dont elles proviennent.

### ESPACES MÉLANGÉS

Les animaux créent également des hybrides fertiles. Le généticien de l'Université Fédérale de l'État du Rio Grande do Sul (UFRGS), Thales Freitas, a découvert que deux espèces de rongeurs souterrains appelés tuco-tucos (*Ctenomys minutus*, avec 42 à 50 chromosomes, et *C. lami*, avec 54 à 58 chromosomes) sont capables de s'accoupler et d'avoir parfois une progéniture fertile. Le résultat dépend de l'origine du mâle et de la femelle. Si la femelle appartient à l'espèce *Ctenomys minutus* et le mâle à l'espèce *Ctenomys lami*, la progéniture peut être fertile. La combinaison inverse avec des mâles de l'espèce *Ctenomys minutus* et des femelles de l'espèce *Ctenomys lami*, crée des hybrides stériles. C'est le même cas de figure pour des grenouilles de la forêt atlantique du genre *Phyllomedusa*. Tuliana Brunes étudie la formation des espèces *Phyllomedusa*, l'identification génétique des hybrides et les origines historiques des zones hybrides à l'Université Publique Pauliste (Unesp) et à l'Université de Porto, au Portugal.

Les endroits les plus probables où les hybrides peuvent apparaître sont les espaces qui réunissent des populations d'espèces proches, animales ou végétales et qui auparavant vivaient séparées. « Nous avons découvert plus fréquemment des hybrides dans des zones de transition écologique, appelées écotones, qui réunissent deux types de végétation et qui favorisent la rencontre de populations de plantes et d'animaux auparavant éloignées géographiquement », déclare João Alexandrino, de l'Université Fédérale de São Paulo (Unifesp).

Il y a quelques années, quand il était à l'Université de Berkeley en Californie, aux États-Unis, João Alexandrino a constaté ce phénomène en étudiant des hybrides fertiles résultant du croisement d'espèces apparentées à la salamandre des forêts, près des fleuves californiens. João Alexandrino, Tuliana Brunes et Célio Haddad, de l'Unesp, ont constaté que les grenouilles créent des hybrides dans deux types de forêt atlantique, l'une plus humide et l'autre plus sèche, qui coexistent dans la province pauliste. Les hybrides d'orchidées et de tuco-tucos se trouvaient également dans des zones occupées par des groupes d'espèces avec lesquels ils se sont mis à coexister, probablement à cause des variations climatiques qui ont réuni les zones auparavant isolées ou qui ont forcé la migration de plantes ou d'animaux durant des milliers d'années.

Les processus qui ont amené à la séparation des espèces, favorisant le croisement ou l'hybridation entre des espèces proches ont provoqué l'apparition de forêts possédant une grande biodiversité comme la forêt atlantique et qui sont devenues « un creuset de nouvelles espèces en transformation continue », selon la définition de Nuno Ferrand, de l'Université de Porto. « La richesse en diversité biologique ne dépend pas uniquement du nombre d'espèces mais également des processus qui peuvent faire apparaître de nouvelles espèces », déclare Clarisse Palma da Silva, de l'Institut Botanique.

Le mécanisme le plus connu de création de nouvelles espèces d'animaux ou de plantes dépend de l'accumulation des mutations génétiques chez les descendants d'une même espèce. On peut voir maintenant que l'apparition de nouvelles espèces peut découler également du regroupement de populations d'espèces différentes qui auparavant vivaient sépa-



Tuco-tuco: hybrides dans les sables du sud

rées. Tout est résolu? Loin de là. « Les règles concernant l'apparition et la différenciation des espèces ne sont pas toutes évidentes car l'évolution est un processus continu qui suit des chemins différents durant de longues périodes », dit Craig Moritz, biologiste de l'Université de Berkeley en Californie.

#### EFFETS DE L'ISOLEMENT

L'un des principes qui a prévalu depuis Darwin est que l'isolement favorise la diversité génétique et la différenciation des espèces au cours de milliers ou de millions d'années. L'un des exemples les plus connus concerne deux espèces de reptiles appelés jararacas (vivant exclusivement sur des îles, le *Bothrops insularis*, qui ne vit que dans l'île de Queimada Grande, et le *Bothrops alcatraz*, dans l'île d'Alcatrazes, à moins de 50 kilomètres sur le littoral sud pauliste) qui ont commencé à se différencier en s'isolant chacun sur son île il y a environ 18 000 ans.

Il peut y avoir encore beaucoup de choses cachées. Les travaux d'Ana Carolina Carnaval, biologiste brésilienne actuellement à l'Université de la ville de New-York, indiquent que les variations climatiques (de sec à humide) et d'altitude (de zéro à 1 600 mètres) le long d'une bande littorale de 5 000 kilomètres de forêt atlantique favorisent l'isolement, l'apparition et le développement de nouvelles espèces avec une intensité plus forte qu'en Amazonie où les variations climatiques et le relief ne sont pas aussi

intenses. Ces zones isolées qui séparent et qui protègent les plantes et les animaux forment ce que l'on appelle des refuges, des morceaux de forêt qui ont survécu aux intenses variations climatiques durant ces derniers milliers d'années et qui ont provoqué la diminution des forêts à proximité et par conséquent l'élimination des populations d'animaux qui y vivaient.

Luciano Beheregaray, biologiste brésilien qui enseigne dans les Universités Flinders et Macquarie, en Australie, a constaté que les États-Unis, le Royaume-Uni et la France sont les chefs de file de la production scientifique mondiale croissante dans ce domaine, appelée *phylogéographie* et regroupant les analyses génétiques, géographiques, géologiques et historiques. Dans son relevé, le Brésil, qui est le pays le plus riche en biodiversité, occupe la 15<sup>ème</sup> place parmi les 100 pays analysés.

« Nous pouvons aller beaucoup plus loin en faisant des analyses plus complètes de nos données au lieu de ne rien faire », alerte Célio Haddad. « Nous collectons les données mais ce sont les spécialistes d'autres pays qui les analysent. Nous devrions être les leaders dans ce domaine et non pas être à la traîne ». ■

#### Article scientifique

PINHEIRO, F. *et al.* Hybridization and introgression across different ploidy levels in the Neotropical orchids *Epidendrum fulgens* and *E. puniceoluteum*. **Molecular Ecology**. v. 19, n. 18. p. 3981-94. 2010.