

à vérifier sur les ordinateurs actuels, aussi puissants soient-ils : le contact au niveau des dents. C'est pourquoi nous avons contrôlé l'ajustement de la dentition sur un modèle produit par stéréolithographie, tout comme le fait un dentiste sur un plâtre.

Nous avons visualisé les osselets de l'organe auditif. Ces derniers nous servirent de points de repère anatomiques précis et fiables pour placer correctement l'os temporal. Lors de l'étape suivante, nous avons ajusté l'os frontal avec l'os temporal gauche, et complété l'os temporal droit manquant. Puis nous avons placé la boîte crânienne ainsi reconstituée sur la base du crâne qui avait été reconstruite indépendamment. Les deux parties s'emboîtèrent au millimètre près, ce nous permit de conclure sans ambiguïté qu'elles provenaient d'un seul et même individu. Grâce à la technique stéréolithographique, nous avons matérialisé la reconstitution par ordinateur de notre crâne virtuel (voir la figure 2).

### COMPARAISON MORPHOLOGIQUE

Nous avons utilisé cette méthode pour reconstituer deux autres crânes d'enfants de Néandertal qui avaient été découverts l'un en Belgique, l'autre en France. Dans ce cas, l'ordinateur nous fut d'un grand secours pour corriger les déformations des os par la roche environnante. Ce n'est qu'après cette étape que nous avons effectué les relevés anthropométriques permettant de comparer ces crânes à ceux d'enfants actuels.

On savait depuis longtemps que l'homme de Néandertal possédait des os plus épais que l'homme moderne. Mais comme l'épaisseur de l'os de la calotte crânienne est très variable, les mesures manuelles ne donnaient pas de résultats précis. Grâce à l'ordinateur, on a établi une cartographie de l'épaisseur de la couche osseuse permettant ainsi des comparaisons détaillées entre individus (voir la figure 3).

La morphologie crânienne de l'homme de Néandertal se différenciait nettement, dès l'âge de trois à cinq ans, de celle de l'homme moderne. Les reconstitutions montrent des détails morphologiques typiques de l'homme de Néandertal, tels que la mâchoire inférieure en saillie avec son menton arrondi, une partie frontale relativement courte et une forme générale de crâne plutôt oblongue. À notre avis, ces différences d'épaisseur des os et les autres détails anatomiques sont tellement marqués qu'ils imposeraient la classification de ces deux formes d'hominiens dans deux espèces différentes.

Christoph ZOLLIKOFER  
et Marcia PONCE de LEON

# Discrète séduction

*Chez certains oiseaux tropicaux, les mâles parodent sous un éclairage qui donne à leurs couleurs un maximum de contraste.*

Quelle facette de l'évolution Darwin n'a-t-il pas analysée? Citons-le : «D'autre part, j'admets volontiers qu'un grand nombre d'animaux mâles, tels que tous nos oiseaux les plus magnifiques, (...) ont acquis la beauté pour la beauté elle-même ; mais ce résultat a été obtenu par la sélection sexuelle, c'est-à-dire parce que les femelles ont continuellement choisi les plus beaux mâles». En liant le succès reproducteur des mâles à l'éclat de leurs couleurs lors de la parade amoureuse, Darwin expliquait l'évolution des plumages magnifiques de nombreuses espèces d'oiseaux tropicaux. Toutefois, si ces couleurs attirent les femelles sur les lieux de parade, ne risquent-elles pas d'attirer l'attention des prédateurs? Nous allons voir que, chez certains oiseaux, les couleurs et le comportement de parade ont évolué conjointement, conciliant séduction et camouflage.

La visibilité de l'oiseau pour ses congénères et ses prédateurs dépend de la composition de la lumière et de la façon dont son plumage réfléchit cette lumière (le «spectre de réflectance»). En se montrant dans des conditions de lumière spécifiques, le mâle tirerait le meilleur parti de son plumage lors de la parade et serait presque indécélable le reste du temps. Nous avons testé cette hypothèse chez trois espèces d'oiseaux qui vivent dans

la forêt tropicale en Guyane française : le coq-de-roche (orange, plumes jaunes, noires et blanches), le manakin à front blanc (noir tacheté de jaune, turquoise, blanc et orange) et le manakin à gorge blanche (noir à reflets bleu iridescent, taches blanches). Dans ces espèces, les mâles se regroupent sur des sites de parade pour séduire les femelles. Les mêmes sites sont utilisés pendant plusieurs générations. Les femelles, de coloration brune ou verdâtre, choisissent un mâle, s'accouplent sur des «arènes nuptiales», puis s'occupent seules de la construction du nid, de la couvaison et de l'élevage des jeunes.

Afin de comprendre comment ces oiseaux utilisent la lumière, nous avons noté les comportements de parade et leur fréquence dans différents environnements lumineux. Ces «qualités» de lumière sont déterminées par la couverture végétale, l'heure et l'état du ciel. Nous avons échantillonné la lumière à l'emplacement occupé par l'oiseau dans différentes conditions d'ensoleillement, puis nous avons comparé ces éclaircissements à ceux des abords du site de parade et de la forêt alentour. Enfin nous avons mesuré le spectre de réflectance de chaque élément coloré du plumage du mâle, ainsi que le spectre des éléments végétaux qui formaient l'arrière-plan.

La comparaison des spectres montre que les couleurs des mâles sont différentes de celles des fonds visuels, alors que celles des femelles et des jeunes sont proches de l'arrière-plan végétal. Alors que les femelles et les jeunes sont légèrement plus lumineux que l'arrière-plan, les mâles le sont beaucoup plus, à l'exception du mâle coq-de-roche. D'autre part, les taches de couleur des mâles sont soit très saturées, soit très lumineuses.

## SE MONTRER PAR ÉCLIPSES

En outre, ces mesures révèlent que la visibilité des oiseaux varie beaucoup d'un environnement lumineux à l'autre. Par exemple, la parade des mâles coq-de-roche requiert un temps ensoleillé et la présence de petites taches de soleil sur leurs perchoirs. Cet éclairage n'existe qu'à certaines heures et résulte de l'architecture de la végétation au-dessus des arènes nuptiales. Les parades sont plus actives quand la tache de soleil n'illumine qu'une partie du corps orange du mâle : dans cette configuration, les flancs ornés de plumes jaunes sont éclairés alors que le reste du plumage demeure dans l'ombre. L'oiseau optimise ainsi les contrastes de luminosité et de couleur entre les éléments de son plumage ainsi que le contraste de chaque élément avec le fond.

Les mâles s'affrontent pour occuper cette position ; au cours de la journée, ils se déplacent le long de la branche pour rester au bord de la tache lumineuse ou coupent des feuilles pour que leur perchoir reste illuminé. L'accouplement a lieu au sol, dans l'ombre de l'arène : dans ces conditions spectrales, le mâle comme la femelle sont moins visibles et moins vulnérables. On observe des relations similaires entre couleur, lumière et parade nuptiale chez les deux autres oiseaux étudiés : aux heures et lieux de parade, la visibilité des femelles est minimale et celle des mâles est maximale à la distance où se tiennent les femelles. Les conditions lumineuses optimales varient d'une espèce à l'autre. Chez le manakin à front blanc, la parade se déroule dans l'ombre du sous-bois quand le soleil est masqué par les nuages : sa croupe turquoise se détache sur le reste du plumage.

En considérant les caractéristiques spectrales d'un milieu forestier, il est possible de prévoir les couleurs les plus utilisées dans cet environnement lumineux, et vice versa. De telles analyses «éclaircissent» les relations entre couleurs corporelles, comportements de parade, rythmes d'activité et microhabitat lumineux.

Marc THÉRY, Muséum d'histoire naturelle, CNRS URA1183  
John ENDLER, Université de Californie



Lors de la parade, le mâle coq-de-roche se tient à la frontière d'une tache de lumière : le contraste est maximal entre les plumes jaunes éclairées et le reste du corps orange, dans l'ombre.

# Cerveau bilingue

*Le cerveau travaille plus pour la seconde langue.*

**R**ichard, prince de Metternich, ambassadeur d'Autriche auprès de Napoléon III était, à n'en pas douter, parfaitement bilingue : il ne commit que trois fautes à la dictée proposée par Prosper Mérimée pour distraire la cour. Toutefois, son cerveau ne traitait sans doute pas de la même façon le français et sa langue maternelle, l'allemand. Une zone du cerveau est activée spécifiquement lorsque des sujets parfaitement bilingues parlent leur deuxième langue : un contrôle moteur supplémentaire serait nécessaire.

Comment le cerveau traite-t-il le langage ? Quels neurones interviennent-ils dans ce traitement ? Une équipe de neuropsychologues de l'Université Mc Gill, à Montréal, observent, par tomographie par émission de positons, l'évolution du flux sanguin en tout point du cerveau pendant l'expression orale. Plus le flux sanguin est élevé, plus les neurones de la zone considérée sont actifs. Des exercices de répétition et de traduction orale de mots ont été proposés à des personnes bilingues en anglais et en français, qui parlent quotidiennement les deux langues. L'anglais était leur langue maternelle et elles n'avaient appris le français qu'après l'âge de cinq ans. La comparaison du flux sanguin cérébral au cours de ces exercices révèle des différences selon la langue parlée. Un noyau cérébral de l'hémisphère gauche (tous les sujets étaient droitiers) est plus actif lors de la prononciation du français, la seconde langue.

Cette différence proviendrait d'une mobilisation accrue des ressources du cerveau pour contrôler l'articulation : les mouvements nécessaires à la prononciation des deux langues sont légèrement différents. La zone plus active, le putamen, appartient au cortex pré-moteur, qui envoie des décharges vers les neurones activant les muscles. En outre, le putamen n'est pas plus sollicité lorsque la personne doit seulement comprendre la seconde langue dans un exercice de traduction du français vers l'anglais. La bonne prononciation d'une seconde langue nécessite des instructions plus précises du cerveau, vers les muscles qui commandent la parole, que celle de la langue maternelle. □